

КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ 2015

**КОГНИТИВНАЯ НАУКА
В МОСКВЕ: НОВЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ**

**МАТЕРИАЛЫ
КОНФЕРЕНЦИИ**



2015

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

ISBN 978-5-4465-0705-4



9 785446 507054 >

УДК 159.9
ББК 81.002
К 57

К 57 Коллективный
Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы
конференции 16 июня 2015 г. Под ред. Е.В. Печенковой, М.В.
Фаликман. - М.: ООО «Буки Веди», ИППиП. 2015 г. - 550 стр.

ISBN 978-5-4465-0705-4

УДК 159.9
ББК 81.002

ISBN 978-5-4465-0705-4

© Авторы статей, 2015

КОГНИТИВНАЯ НАУКА В МОСКВЕ: НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

16 ИЮНЯ 2015 г.

Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман

Москва
БукиВеди, ИППиП
2015

СОДЕРЖАНИЕ

<i>От организаторов</i>	14
<i>Программный и организационный комитет</i>	15
<i>Акинина Ю.С., Грабовская М.А., Исаев Д.Ю., Искра Е.В., Иванова М.В., Драгой О.В.</i> Визуальная сложность психолингвистических стимулов: данные баз «глагол и действие» и «существительное и объект»	16
<i>Андрянова Н.В.</i> Изменение иррелевантных параметров задачи как способ коррекции устойчивых ошибок	22
<i>Балуева О.В., Кравченко Ю.Е.</i> Связь осознания телесных реакций и интенсивности эмоционального отклика на отвратительные и смешные стимулы	28
<i>Белинская А.А., Уточкин И.С.</i> Статистический модуль в структуре зрительного восприятия	35
<i>Белых Т.В., Иголкина Н.И.</i> Индивидуальные различия и особенности окулоmotorной активности при восприятии текстов на разных языках	41
<i>Бондаренко Н.А.</i> Чему учатся крысы с разной эмоциональной реактивностью в тесте «экстраполяционное избавление»?	47
<i>Бурмистров С.Н., Крюкова А.П.</i> Влияние установки и обратной связи на имплицитное научение	53
<i>Верхлютов В.М., Соколов П.А., Ушаков В.Л., Величковский Б.М.</i> Перекрытие крупномасштабных сетей головного мозга человека, регистрируемых фМРТ в состоянии покоя и при выполнении ментальных задач	59

Владимиров И.Ю., Ермакова Т.Н. Влияние лингвистических особенностей условий на решение инсайтных задач	62
Владимиров И.Ю., Секурцева Ю.Г., Чистопольская А.В. Исследование индукции инсайтного решения на примере мыслительных задач перехода из образного формата репрезентации в символичный	69
Власова Р.М. Избирательное нарушение употребления глаголов и существительных при поражении лобных и височных долей мозга: правило или исключение?	75
Герасименко Н.Ю., Славуцкая А.В., Михайлова Е.С. Поведенческие характеристики ориентационной чувствительности человека	81
Гершкович В.А., Ямщикова П.А. Угасает ли эффект дезинформации со временем: исследование на материале задачи выбора	87
Гершкович В.А., Урих Д.К. Проявление сенсомоторного навыка в условиях «соревновательного стресса»	93
Горина И.С., Степанова О.Б., Рожкова С.С. Узнавание и называние частей тела у детей 7–8 лет в норме и с нарушениями развития	99
Горюнова И.Е., Кулиева А.К., Кувалдина М.Б. Влияние экспериментатора и дизайна исследования на замер иллюзии «резиновой руки»	104
Громов К.Н., Радченко Г.С. Влияние характеристик тональной модуляции на параметры ЭЭГ в контексте искусственных гармонических последовательностей и фрагментов реальных музыкальных произведений	108
Дагаев Н.И. Механизмы контроля автоматически активированных моторных репрезентаций	114

Драгой О.В., Власова Р.М., Козинцева Е.Г., Малютина С.А., Акинина Ю.С., Петрушевский А.Г., Федина О.Н., Гутырчик Е.Ф., Иванова М.В. фМРТ-исследование названия действий при афазии	119
Дьяконова В.Е., Коршунова Т. А., Воронцов Д.Д. Влияние двигательной активности на скорость принятия решения в витальной ситуации у улитки	125
Жондо А.С., Анисимов В.Н., Федорова О.В., Латанов А. В. Движения глаз при чтении предложений с локальной и глобальной синтаксической неоднозначностью	131
Жукова А.А., Николаева А.Ю., Кравченко А.Н., Прокофьев А.О., Чернышев Б.В., Строганова Т.А. Чем правые слова лучше левых — история обучения смыслу слова воплощена в механизмах обработки его семантики	136
Захаров И.М. Восприятие субъективных (иллюзорных) контуров сложной формы	142
Зубова Е.А., Ахутина Т.В. Исследование речи детей, успешных и неуспешных в школе, с помощью пробы на ассоциативные ряды	148
Ивлиев Д.А., Ивлиева Н.Ю. Знаю как: о роли нейронов холинергической и дофаминергической структур головного мозга в двигательном научении	154
Игнатъев Г.А., Власова Р.М., Акинина Ю.С., Завьялова В.В., Ушаков В.Л., Иванова М.В., Драгой О.В. фМРТ-исследование чтения предложений: эффект контрольного условия	158
Исаев А.А., Кувалдина М.Б. Слепота по невниманию в задачах обнаружения и опознания сигнала	165

<i>Карнаухова А.Г., Спиридонов В.Ф.</i> Исследование имплицитного научения с помощью синтаксического прайминга	171
<i>Кисельников А.А., Рассказова Е.И., Жеймо А.Ю.</i> Нормативная сферическая модель цветоопосредованной интеграции семантических объектов в эмоциональное пространство	177
<i>Кожухова Ю.А., Люсин Д.В.</i> Эффекты конгруэнтности и комплементарности при восприятии эмоциональных лиц: анализ про- и антисаккад	184
<i>Коробкова Л.А., Власова Р.М., Сеницын В.Е., Печенкова Е.В.</i> Номинация или артикуляция: фМРТ-исследование	190
<i>Коровкин С.Ю., Савинова А.Д.</i> Аналитические и синтетические процессы в инкубации инсайт-решения	197
<i>Котов А.А., Покидышева С.Н.</i> Эффект временной конкурирующей задачи на разных этапах научения простым и комплексным правилам	203
<i>Котова Т.Н.</i> Содержания совместного внимания при формировании значения нового слова	210
<i>Крабис А.В., Драгой О.В., Искра Е.В., Бергельсон М.Б.</i> Понимание пространственных конструкций здоровыми людьми и пациентами с афазией	216
<i>Кузева О.В.</i> Развитие автоматизированных серийных движений у младших школьников и их готовность к письму	221
<i>Кузнецова Л.А., Власова Р.М., Мершина Е.А., Печенкова Е.В.</i> Использование фМРТ покоя для определения локализации зон Брока и Вернике	226

<i>Купцова С.В., Иванова М.В., Петрушевский А.Г., Федина О.Н., Жаворонкова Л.А.</i> Возрастные изменения функционирования мозга у женщин зрелого возраста при выполнении задачи на произвольное переключение внимания	232
<i>Лебедь А.А., Коровкин С.Ю.</i> Какое полушарие лучше откликается на подсказки. Сравнение инсайтных и рутинных задач	238
<i>Литвинова А.С., Ратманова П.О., Напалков Д.А.</i> Произвольное и непроизвольное внимание в глагодвигательных задачах: возрастные аспекты	243
<i>Литвинова Л.Д., Власова Р.М., Сеницын В.Е., Печенкова Е.В.</i> фМРТ-исследование влияния мнемической задачи на активацию миндалевидного тела при зрительном восприятии фотоизображений	249
<i>Лукоянов М.В.</i> Характеристики минимальных остовных деревьев постороенных на основе ЭЭГ левшей и правшей в процессе запоминания	256
<i>Лунева А.Р., Лебедь А.А., Коровкин С.Ю.</i> Влияние модальности и осознанности подсказки на скорость решения инсайтных и комбинаторных задач	262
<i>Луныкова Е. Г.</i> Направление микросаккад в задаче на произвольное внимание	267
<i>Лупенко Е.А.</i> Восприятие индивидуально-психологических характеристик человека по выражению целого и частично открытого лица на примере портретных изображений	273

Люсин Д.В., Сыроева Т.А. Аффективная окраска слов русского языка: создание базы данных для исследований переработки аффективной информации	279
Макаров И.Н., Владимиров И.Ю. Опознавание лиц в условиях затрудненного восприятия	284
Маркина П.Н., Владимиров И.Ю. К вопросу о реальности инсайта: инсайтность решения как явление континуальное. Исследование на материале семейства задач Ольссона	290
Маршев В.А., Четвериков А.А., Кувалдина М.Б. Могут ли карты яркости предсказать скорость поиска изменения?	295
Матвеева Е.Ю., Корнеев А.А., Ахутина Т.В. Развитие функций произвольной регуляции деятельности у детей 7-9 лет, успешных и испытывающих трудности в обучении (лонгитюдное исследование)	301
Михайлова Е.С., Герасименко Н.Ю., Славуцкая А.В., Крылова М.А., Изьюров И.В. Топография и динамика вызванной активности мозга человека в задаче распознавания ориентации линий	306
Москвичев А.К., Карпов А.Д. Реализация и анализ вычислительной модели COVIS	312
Мухутдинова А.О., Спиридонов В.Ф. Связь загрузки рабочей памяти и степени абстрактности задачи	318
Нелюбов М.И., Гершкович В.А. Ложные воспоминания при поверхностной обработке	323
Никифорова О.С., Коровкин С.Ю. Продукция юмора как форма юмористической фасилитации решения инсайтных задач	329

Новиков Н.А., Брызгалов Д.В., Молчанова Д.В., Чернышев Б.В. Конденсационная задача как экспериментальная модель для исследования индивидуальных особенностей когнитивного контроля	334
Перепелкина О.В., Лилья И.Г., Тарасова А.Ю., Голибродо В.А., Полетаева И.И. Изменение когнитивных способностей лабораторных мышей в результате искусственного отбора	340
Перепелкина О.С., Васильев А.Н., Либуркина С.П., Ганин И.П., Каплан А.Я. Изучение эффективности освоения пациентами с двигательными нарушениями технологии «интерфейс мозг-компьютер, основанный на представлении движений» (пилотное исследование)	346
Печенкова Е.В., Кувалдина М.Б., Румшицкая А.Д., Литвинова Л.Д., Ямщикова П.А., Синицын В.Е. Возможности обнаружения нейрофизиологических коррелятов слепоты к изменению с помощью фМРТ	352
Покидышева С.Н., Котов А.А. Соотношение семантики и коннотации в обратной связи при имплицитном и эксплицитном научении	358
Продиус П.А. Отражение корковой регуляции умственной деятельности в поздних компонентах ССР	365
Пронина Е.А., Корнеев А.А., Ахутина Т.В. Влияние состояния функций I блока мозга на выполнение методики RAN / RAS младшими школьниками	371
Родионова Е.И., Кочевалина М.Ю., Морозова О.В., Когунь Г.А. Использование когнитивных возможностей собак для выявления комплексных летучих маркеров гепатокарциномы из сложной смеси веществ, выделяемой больным животным	377

<i>Румшицкая А.Д., Власова Р.М., Мершина Е.А., Печенкова Е.В.</i>	
Эффект повторного сканирования в фМРТ-исследовании: моторные и когнитивные пробы	384
<hr/>	
<i>Самулеева М.В., Смирнова А.А., Обозова Т.А., Зорина З.А.</i>	
Исследование формирования отношений симметрии между «знаком» и «обозначаемым» у серых ворон	390
<hr/>	
<i>Сахаров Д.А.</i>	
Нейронная основа мозговых функций: коннектом versus транскриптом	395
<hr/>	
<i>Солоухина О.А., Иванова М.В., Акинина Ю.С., Ахутина Т.В., Драгой О.В.</i>	
Разработка и апробация лексико-семантического теста на понимание действий и объектов: данные нормы и испытываемых с афазией	401
<hr/>	
<i>Султанова А.С., Иванова И.А.</i>	
Влияние перинатального поражения нервной системы негрубого характера на развитие когнитивной сферы	408
<hr/>	
<i>Сушинская-Тетерева А.О., Меньшикова Г.Я., Пестун М.В.</i>	
Особенности формирования пространственных представлений при помощи CAVE технологии виртуальной реальности	415
<hr/>	
<i>Талалай И.В., Курганский А.В., Мачинская Р.И.</i>	
Функциональная организация направленного модально- специфического предвосхищающего внимания: анализ когерентности альфа-ритма в пространстве источников	422
<hr/>	
<i>Тихонов Р.В., Морошкина Н.В.</i>	
Влияние диадного взаимодействия на применение имплицитных знаний	428
<hr/>	
<i>Толкачева В.А., Крабис А.В., Буклина С.Б., Поддубская А.А., Драгой О.В.</i>	
Номинация объектов и действий у пациентов с опухолью головного мозга	434

Тюрина Н.А., Уточкин И.С. Особенности восприятия зрительных ансамблей в присутствии глубины	440
Филяева О.В., Коровкин С.Ю. Поведенческие паттерны инсайта	444
Фомин А.Е. Откуда берутся иллюзии знания: доступность извлечения материала как механизм метакогнитивного мониторинга решения	450
Хабарова М.Ю., Воронежская Е.Е., Мельникова В.И., Харченко О.А., Ивашкин Е.Г. Нейромедиаторное программирование «психотипа» на стадии яйцеклетки? Простые нервные модели свидетельствуют	456
Чернышев Б.В., Лазарев И.Е., Новиков Н.А., Брызгалов Д.В., Хусяинова Г.Р., Молчанова Д.В. При спонтанных сбоях внимания затронут предвнимательный уровень обработки информации	463
Шепелева Е.А. Валеева Е.А. Роль самооценки и гендерных различий в восприятии позитивной и негативной обратной связи при решении анаграмм	469
Шестаков Л.С., Веденина В.Ю. Изменчивость акустических сигналов насекомых: роль контекста	475
Ширяева А.О. Влияние физиологического возбуждения и когнитивной оценки на образование симпатии	481
Шишкин С.Л., Свирин Е.П., Нуждин Ю.О., Федорова А.А., Трофимов А.Г., Слободской- Плюснин Я.Ю., Васильевская А.М., Величковский Б.М. Учитесь ждать! Условно-негативная волна поможет отдавать команды взглядом?	486

<hr/>	
<i>Шурупова М.А., Анисимов В.Н., Краснощёров А.В., Латанов А.В.</i>	
Особенности стратегии зрительного сканирования изображений при просмотре динамических сцен	492
<hr/>	
<i>Щеголева С. И., Искра Е.В., Акинина Ю.С., Ахутина Т.В., Драгой О.В., Иванова М.В.</i>	
Разработка, апробация и стандартизация психолингвистического теста на называние действий и объектов: данные нормы и пациентов с афазией	498
<hr/>	
<i>Юдина Т.О., Котова Т.Н.</i>	
Проявление помогающего поведения в ходе динамики коммуникативного контекста у детей с разным типом привязанности	504
<hr/>	
<i>Bhuvanesh Awasthi</i>	
Influence of low-level stimulus features on high-level stimulus categorization? Behavioral and neural evidence	509
<hr/>	
<i>Gordienko E.A., MacInnes W.J.</i>	
Target motion does not influence saccadic suppression of target displacement	512
<hr/>	
<i>Korolkova O.A.</i>	
Static and dynamic facial expressions probed by visual adaptation	515
<hr/>	
<i>Okorokova E., Lebedev M.A., Linderman M., Ossadtchi A.</i>	
Pen-trace reconstruction of handwriting from electromyography using the Kalman filter	522
<hr/>	
<i>Martínez-Ferreiro S., Reyes A.F., Bastiaanse R.</i>	
Coping with non-fluent aphasia: the role of doubled structures and object clitic substitutions	528
<hr/>	
<i>Reyes A.F., Martínez-Ferreiro S., Bastiaanse R.</i>	
On the word order controversy and syntactic simplification in expressive agrammatism: Evidence of selective impairment in object clitic transformation, object movement, and both	533
<hr/>	

Reyes A.F.

Gender differences during word processing elicited by
preattentive conditions: Question-linguistic and emotional
prosody effects

539

***Stroganova T.A., Butorina A.V., Sysoeva O.V., Prokofyev A.O.,
Nikolaeva A.Yu., Tsetlin M.M., Orekhova E.V.***

Modulations of visual gamma oscillation frequency as a
biomarker of ASD

545

ОТ ОРГАНИЗАТОРОВ

Мы рады представить читателю сборник материалов уже третьей по счету конференции «Когнитивная наука в Москве: новые исследования», основным инициатором и организатором которой выступает Московский семинар по когнитивной науке.

Особенность этой серии конференций состоит в том, что на ней представляются исключительно стендовые доклады, благодаря чему участники получают возможность более непосредственного и продуктивного обсуждения результатов исследований.

На каждую из поступивших заявок авторы получили по две развернутых рецензии членов Программного комитета, содержание которых авторы принятых докладов учли при доработке материалов. На основе материалов, получивших высокую оценку рецензентов, планируется также подготовка специального осеннего выпуска Российского журнала когнитивной науки (<http://cogjournal.org/>).

Нам приятно, что число участников конференции с каждым годом растёт. В данный сборник включены 92 доклада, отобранные для представления на конференции. Несмотря на её название, это работы не только московских ученых. Почти треть работ выполнены авторами из Санкт-Петербурга, Ярославля, Нижнего Новгорода, Самары, Саратова, Калуги и даже из Боготы (Колумбия). Некоторые исследования проведены коллективами соавторов из разных городов. Помимо традиционной тематики, связанной с экспериментальной психологией познавательных процессов, когнитивной нейронаукой и психолингвистикой, в этом году на конференции будут освещены также и различные прикладные направления, клинические исследования и проблематика «эмоционального» и «воплощенного» познания.

Мы крайне признательны членам междисциплинарного Программного комитета, которые проделали большую работу по рецензированию поступивших заявок, и С.В. Зиятдиновой, А.А. Акопяну, К. Кэллахэн, И.В. Талалаю, А.В. Крабис, А.Ю. Шварц и А.Я. Койфман за техническую помощь в подготовке сборника.

Дополнительные материалы о работе конференции будут представлены на сайте Виртуальной лаборатории когнитивной науки (<http://virtualcoglab.org>).

Екатерина Печенкова,
Мария Фаликман.

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Т.В. Ахутина, д. психол. наук
М.Б. Бергельсон, д. филол. наук
С.А. Бурлак, д. филол. наук
Н.А. Варако, к. психол. наук
Р.М. Власова, к. психол. наук
О.В. Драгой, к. филол. наук
В.Е. Дьяконова, д. биол. наук
А.А. Кибрик, д. филол. наук
О.П. Кузнецов, д. техн. наук
А.В. Курганский, д. биол. наук
Д.В. Люсин, к. пед. наук
Р.И. Мачинская, д. биол. наук
Б.Г. Мещеряков, д. психол. наук
Н.В. Морошкина, к. психол. наук
Е.В. Печенкова, к. психол. наук
Д.А. Сахаров, д. биол. наук
В.Ф. Спиридонов, д. психол. наук
И.С. Уточкин, к. психол. наук
В.Л. Ушаков, к. биол. наук
М.В. Фаликман, к. психол. наук
О.В. Федорова, д. филол. наук
А.Ю. Шварц, к. психол. наук
С.Л. Шишкин, к. биол. наук

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Е.В. Печенкова
С.В. Зиятдинова
А.Я. Койфман
Р.И. Мачинская
Т.В. О니кова
Р.И. Розовская
М.В. Фаликман

ВИЗУАЛЬНАЯ СЛОЖНОСТЬ ПСИХОЛИНГВИСТИЧЕСКИХ СТИМУЛОВ: ДАННЫЕ БАЗ «ГЛАГОЛ И ДЕЙСТВИЕ» И «СУЩЕСТВИТЕЛЬНОЕ И ОБЪЕКТ»¹

Акинина Ю.С.* (1), Грабовская М.А. (1), Исаев Д.Ю. (1),
Искра Е.В. (1, 2), Иванова М.В. (1), Драгой О.В. (1)

jakinina@hse.ru

1 — Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2 — Центр патологии речи и нейрореабилитации

Аннотация. Настоящая работа представляет собой анализ одного из параметров баз психолингвистических стимулов «Глагол и действие» и «Существительное и объект» — визуальной сложности. Рассматриваются две метрики визуальной сложности — субъективная и объективная — а также их взаимосвязь с другими параметрами в двух базах. В базе существительных объективная и субъективная визуальная сложность ведут себя одинаково; в базе глаголов наблюдается некоторая разница в поведении этих двух параметров. В целом, картина взаимосвязей психолингвистических параметров внутри двух библиотек стимулов свидетельствует о валидности баз.

Ключевые слова: нормирование стимулов, называние по рисунку, глаголы, существительные, визуальная сложность

Введение

Называние по рисунку — процесс, на который влияют многие психолингвистические переменные, в том числе визуальная сложность предъявляемого стимула. Субъективная визуальная сложность отражается в рейтингах, полученных в нормативных исследованиях материала. Считается, что визуальная сложность влияет на время распознавания стимула, а следовательно — на время его называния. В некоторых исследованиях было обнаружено влияние визуальной сложности на называние по рисунку (Alario et al., 2004; Ellis, Morrison, 1998), хотя в других надежного эффекта найдено не было. С другой стороны, авторами (Székely, Bates, 2000) был предложен альтернативный способ оценивать визуальную сложность, а именно как размер файла с рисунком в различных форматах. В психолингвистических экспериментах объективные и субъективные параметры могут проявлять себя

¹Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ (грант №15-06-12041в).

по-разному. Так, в (Székely, Bates, 2000) показано, что размеры рисунков в форматах pdf, tiff и jpg, сильно коррелируя с субъективными оценками зрительной сложности, влияли на правильность называния по рисунку (в отличие от субъективных значений), хотя их влияния на время называния обнаружено не было. Таким образом, тема различия между субъективными и объективными показателями зрительной сложности представляет интерес.

В настоящей работе мы использовали две нормативные базы психолингвистических стимулов — «Глагол и действие» (или глагольная база, Akinina et al., 2014) и «Существительное и объект» (или база существительных, Акинина и др., 2014), содержащие, в частности, параметры объективной и субъективной визуальной сложности изображений действия/объекта. Цель настоящей работы — проанализировать показатели визуальной сложности в двух базах с точки зрения процессов называния и устройства ментального лексикона.

Методы и материалы

Визуальный стимульный материал обеих баз представлял собой черно-белые изображения действий (для базы глаголов; $N = 375$) и объектов (для базы существительных; $N = 416$). *Объективной визуальной сложностью* считался размер jpg-рисунка в килобайтах (изображения обрабатывались пакетно, что обеспечивало однородность данных). Для оценки *субъективной сложности* в нормативном исследовании испытуемым задавали вопрос: «Оцените сложность самого рисунка (не действия/объекта!) по количеству изображенных деталей и линий», по шкале от 1 — «простой рисунок» до 5 — «сложный рисунок». К другим нормативным параметрам, представленным в двух базах, относились: *субъективный возраст усвоения слова* (от 1 — «1–3 года» до 5 — «после 12 лет»), *представимость* действия/объекта (от 1 — «легко представить» до 5 — «сложно представить»), *схожесть субъективного образа с рисунком* (от 1 — «совсем не похож» до 5 — «очень похож»), *знакомость действия/объекта* (от 1 — «плохо знаком» до 5 — «хорошо знаком»). Также учитывалась устойчивость номинации: процент доминантной номинации и мера разнообразия H (Snodgrass, Vanderwart, 1980). Значение *частотности* лексемы на миллион было взято из словаря (Ляшевская, Шаров, 2009). Длина считалась в слогах для глаголов — в форме 3 л. наст. вр., для существительных — в форме Им. п. ед./мн. ч.

Было проведено сравнение параметров визуальной сложности между двумя базами, а также корреляционный анализ значений психолингвистических параметров внутри двух баз. Результаты корреляционного анализа двух баз были сопоставлены друг с другом.

Результаты и обсуждение

T-статистика для независимых выборок показала, что изображения объектов имеют более высокие показатели как объективной сложности ($t(789) = -10.73, p < .001$), так и субъективной ($t(758) = -3.189, p = .001$). Корреляции между другими параметрами стимулов в двух базах не отличались по значимости и направлению и, в целом, соответствовали данным, полученным исследователями для других нормативных баз (Akinina et al., 2014); различия касались исключительно визуальной сложности. Корреляции между субъективной и объективной сложностью и другими психолингвистическими параметрами представлены в табл. 1.

Таблица 1. Коэффициент корреляции Пирсона между параметрами

	Об.сл.	Возр.	Пред.	Схож.	Знак.	%Ном.	Н	Лог. част.	Длина
База глаголов									
Суб.сл.	.534*	.162	.287*	-.160	-.317*	-.218*	.259*	-.069	.071
Об.сл.		.160	.083	-.076	-.178	-.128	.148	-.154	.265*
База существительных									
Суб.сл.	.492*	.116	.208*	-.179*	-.311	-.042	.044	-.109	.1
Об.сл.		-.050	.179*	-.141*	-.122	-.094	.122	.056	-.025

* Корреляция значима на уровне $p < .001$; *Об.сл.* — объективная визуальная сложность, *Суб.сл.* — субъективная визуальная сложность, *Возр.* — субъективный возраст усвоения, *Пред.* — представимость, *Схож.* — схожесть субъективного образа с рисунком, *Знак.* — знакомство с концептом, *% Ном.* — процент доминантной номинации, *Н* — мера разнообразия *Н*, *Лог. част.* — логарифмически преобразованная частотность.

Значения субъективной и объективной визуальной сложности предсказуемо коррелировали между собой в обеих базах. При этом эти два параметра ведут себя несколько по-разному в двух базах: так, в базе глаголов отсутствует согласование по трем показателям в корреляциях с представимостью, знакомством и устойчивостью номинации; корреляции показателей визуальной сложности со схожестью субъективного образа с рисунком проявляются только в базе существительных, а корреляции между объективной сложностью и длиной — только в базе глаголов.

Корреляция между показателями устойчивости номинации и субъективной сложности объясняется возможным наличием конвенционального способа изображения действия: глаголы, получившие более устойчивые

номинации, имеют конвенциональный способ изображения, который в среднем воспринимается визуально менее сложным, а действие, представленное на нем, — более знакомым, и наоборот. Эффект может усугубляться тем, что в нормативном исследовании вопросы об устойчивости номинации, знакомстве с концептом и визуальной сложности располагались подряд в одном листе. Однако для существительных подобного эффекта не было обнаружено. Возможно, это связано с более высокой устойчивостью номинации в базе существительных.

Корреляция между объективной сложностью и длиной, не проявившаяся в базе существительных, по нашему мнению, может объясняться особенностями грамматических классов. Так, может быть, что этот эффект связан с восприятием изображений более длинных приставочных глаголов: они содержат в себе семантические черты, которые требуется визуализировать, что увеличивает размер рисунка; однако поскольку многочисленные детали необходимы для идентификации сложного концепта, рисунок не воспринимается как визуально перегруженный.



Рисунок 1. Рисунки для глаголов «бежать» (Об.сл. = 118, длина = 2, суб.сл. = 2.24) и «перебегать» (Об.сл. = 478, длина = 5, суб.сл. = 2.77).

Для проверки этого предположения глаголы были разбиты на две группы — приставочные ($N = 137$) и бесприставочные ($N = 238$) — и было проведено сравнение показателей длины, субъективной и объективной сложности между двумя группами при помощи T -статистики для независимых выборок.

Действительно, приставочные глаголы оказались значимо длиннее ($t(373) = 20.776$, $p < .001$) и объективно визуальнее сложнее ($t(229) = 6.553$, $p < .001$), чем бесприставочные. Впрочем, значения

субъективной сложности также значимо различались ($t(314) = 2.784$, $p < .01$). Для полноценной проверки гипотезы о восприятии приставочных глаголов требуется визуально сбалансированный материал, где два типа глаголов различались бы минимально.

Заключение

По результатам проведенной работы можно сделать несколько выводов. С теоретической точки зрения, сравнение баз еще раз показало, что два лексикона – глаголов и существительных — устроены по-разному. С практической точки зрения, из этого следует, что при исследовании с использованием тех и других стимулов необходимо по-разному учитывать психолингвистические параметры. Так, для существительных параметры субъективной и объективной визуальной сложности оказываются взаимозаменяемы, в то время как наблюдаемая разница в поведении субъективной и объективной сложности в базе глаголов дает основания рекомендовать исследователям при проведении экспериментов учитывать оба этих параметра. В остальном наблюдаемая картина взаимосвязей психолингвистических параметров внутри двух библиотек стимулов соответствует данным литературы, что свидетельствует о валидности баз.

Литература

- Акинина Ю., Искра Е., Иванова М., Грабовская М., Исаев Д., Коркина И., Малютина С., Сергеева Н.* Библиотека стимулов «Существительное и объект»: нормирование психолингвистических параметров // Шестая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Калининград, 23–27 июня 2014 г. Вып. 6. / Под ред. Б. Величковского, В. Рубцова, Д. Ушакова. Калининград: 2014. С. 112–114.
- Ляшевская О.Н., Шаров С.А.* Частотный словарь современного русского языка (на материале Национального корпуса русского языка). М.: Азбуковник, 2009.
- Akinina Y., Malyutina S., Ivanova M., Iskra E., Mannova E., Dragoy O.* Russian normative data for 375 action pictures and verbs // Behavior Research Methods. 2014. P. 1–17. doi: 10.3758/s13428-014-0492-9
- Alario F.-X., Ferrand L., Laganaro M., New B., Frauenfelder U.H., Segui J.* Predictors of picture naming speed // Behavior Research Methods, Instruments, & Computers. 2004. Vol. 36. No. 1. P. 140–155.
- Ellis A.W., Morrison C.M.* Real age-of-acquisition effects in lexical retrieval // Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition. 1998. Vol. 24. No. 2. P. 515–523.
- Snodgrass J.G., Vanderwart M.* A standardized set of 260 pictures: norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity // Journal

of Experimental Psychology: Human Learning and Memory. 1980. Vol. 6. No. 2. P. 174–215.

Székely A., Bates E. Objective visual complexity as a variable in studies of picture naming // Center for Research in Language Newsletter. 2000. Vol. 12. No. 2. P. 3–33.

Visual Complexity of Psycholinguistic Stimuli: Data from the “Verb and Action” and “Noun and Object” Databases

Akinina Yu. * (1), Grabovskaya M. (1), Isaev D. (1), Iskra E. (1,2), Ivanova M. (1), Dragoy O. (1)

jakinina@hse.ru

1 — National Research University Higher School of Economics,

2 — Center for Speech Pathology and Neurorehabilitation, Moscow, Russia

Abstract. This study is an analysis of visual complexity, which is one of the psycholinguistic parameters of the “Verb and Action” and “Noun and Object” stimuli databases. Two measures of visual complexity are investigated: subjectivity and objectivity, as well as their relations to the other database parameters. In the noun database the two parameters show similar patterns; in the verb database there is some divergence in their manifestation. In general, the overall picture of the parameters’ interrelations of the stimuli databases attests their validity.

Keywords: stimuli norming, confrontation naming, verbs, nouns, visual complexity

ИЗМЕНЕНИЕ ИРРЕЛЕВАНТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАДАЧИ КАК СПОСОБ КОРРЕКЦИИ УСТОЙЧИВЫХ ОШИБОК²

Андрянова Н.В. *

andriyanova89@mail.ru

Санкт-Петербургский Государственный Университет

Аннотация. Данная работа направлена на поиск способов предупреждения и коррекции устойчивых ошибок в процессе научения. Существует много исследований о закономерностях совершения и повторения ошибок в процессе научения, однако такие закономерности регистрируются, как правило, в процессе научения, в ходе которого происходит закрепление ошибок. В нашем исследовании оценивалось влияние на устойчивость ошибок метода изменения иррелевантных по отношению к целевой задаче характеристик, с целью увеличения эффективности решения задач и тем самым исправления устойчивых ошибок. В обоих проведенных экспериментах было показано, что изменение иррелевантных характеристик задач приводит к активации сознательного контроля и тем самым снижению количества устойчивых ошибок.

Ключевые слова: устойчивые ошибки, научение, иррелевантные характеристики задачи, когнитивный контроль

Проблема совершения ошибок и причин их возникновения является актуальной как в отечественных, так и в зарубежных исследованиях. Анализ эмпирических данных приводит к выводам, что человек способен неосознанно регистрировать собственные ошибки, отличая правильные ответы от неправильных (Раббитт, 2002; Хубер, Стейнхаузер, 2006). Такое явление называют эффектом негативного выбора (Аллахвердов, 1993). Суть эффекта заключается в том, что ранее неосознанные (невоспринятые, незамеченные или забытые) стимулы имеют тенденцию не осознаваться и в последующем. Это приводит к возникновению устойчивых ошибок. Особенность таких ошибок состоит в том, что для того, чтобы неосознанно повторять ошибочные ответы, человек должен помнить, что именно он не осознал ранее. В процессе научения человек не только не исправляет эти ошибки, но повторяет их, а иногда даже усиливает.

Исходя из актуального состояния данной научной проблемы, кажется важным очертить границы исследуемого эффекта и попытаться определить условия, при которых эффект последствия негативного выбора

²Исследование выполнено при финансовой поддержке РГНФ, проект № 15-56-00017а(ф) «Влияние иррелевантных характеристик задачи на возникновение устойчивых ошибок»

может снижаться. Более того, исследование механизма, отвечающего именно за исправление собственных ошибок, кажется актуальным и крайне значимым для понимания процесса научения, подразумевающего увеличение эффективности со временем и тем самым исправление устойчивых ошибок.

Основной задачей данного исследования является поиск способов и приемов предупреждения и коррекции устойчивых ошибок в процессе научения. Предполагается оценить влияние изменения irrelevantных по отношению к целевой задаче характеристик на когнитивную деятельность, в частности, на возникновение устойчивых ошибок, и проанализировать, насколько данный метод эффективен для коррекции таких ошибок.

Прием изменения irrelevantных параметров задачи использовался некоторыми исследователями для повышения эффективности решения задач разного типа. В экспериментах Н.Х. Тухтиевой (2012) регулярное изменение irrelevantных характеристик стимула, а как следствие — повышение сознательного контроля испытуемых за процессом решения задачи — приводило к менее выраженному проявлению эффектов установки в задачи Лачинсов. В экспериментах Я.А. Ледовой (2006) показано влияние изменения irrelevantных характеристик разного типа на эффективность заучивания.

Исследование направлено на изучение возможности уменьшения количества устойчивых ошибок в процессе научения с помощью варьирования irrelevantных характеристик задачи. Метод исследования: эксперимент с использованием задачи опознания разных, но похожих друг на друга стимулов. Было проведено два эксперимента, в одном из которых в качестве стимулов использовались циферблаты часов, а во втором шахматные доски. В качестве irrelevantных характеристик задачи использовалось варьирование цвета стимулов.

В каждый эксперимент включены две экспериментальные и одна контрольная группа. Испытуемым контрольной группы на экране компьютера на 200 мс в качестве стимулов предъявляются по одному стимулу. В эксперименте 1 (с циферблатами часов) после предъявления каждого стимула на экране появляется поле, куда испытуемому нужно вписать время, которое было показано на циферблате. Всего в эксперименте предъявляется 120 стимулов, сгруппированных в 10 серий по 12 стимулов, которые повторяются в сериях в разном порядке.

В эксперименте 2 (с шахматными досками) после предъявления каждого стимула на экране появляется пустая шахматная доска без фигур, на которой каждая ячейка обозначена буквой и цифрой по аналогии с шахматной нотацией, что служит подсказкой для испытуемого. После просмотра подсказки на экране появляется поле, куда испытуемому нуж-

но вписать номер ячейки, на которой находилась фигура. Всего в эксперименте предъявляется 120 стимулов, сгруппированных в 10 серий по 12 стимулов, которые повторяются в сериях в разном порядке.

В экспериментальных группах предъявляются только по четыре серии стимулов белого цвета. В следующих шести сериях предъявляются стимулы с теми же значениями, но разных цветов (зеленого, желтого и красного). Экспериментальные группы различаются тем, что в ЭГ1 стимулы меняют цвета по определенной схеме (смена 1 раз за серию в одном порядке), а в ЭГ2 эта смена не имеет схемы, то есть цвета стимулов меняются в случайном порядке. Наличие двух экспериментальных групп с разными способами изменения irrelevantных характеристик позволит сравнить влияние регулярного и нерегулярного изменения на устойчивые ошибки. Сравнивались вероятности повторения ошибки внутри групп на разных этапах эксперимента (до изменения цвета и после), а так же между контрольной и экспериментальными группами.

В двух экспериментах приняли участие 180 испытуемых в возрасте от 18 до 28 лет (по 90 испытуемых в каждом эксперименте). В каждом эксперименте испытуемые были случайным образом распределены между контрольной группой ($N = 30$), экспериментальной группой 1 ($N = 30$) и экспериментальной группой 2 ($N = 30$).

Сравнение вероятности устойчивой ошибки между группами на разных этапах эксперимента (до изменения цвета стимулов и после) проводилось по критерию Стьюдента для независимых выборок. По результатам эксперимента 1 на этапе до изменений различий между группами не обнаружено. На этапе после изменений в экспериментальной группе 1 (с регулярным изменением irrelevantных компонентов) вероятность устойчивой ошибки значимо ниже, чем в контрольной группе (без изменений) и в экспериментальной группе 2 (с нерегулярным изменением) ($t(47) = 2.368$; $p < .05$) (табл. 1). Таким образом, испытуемые в группе с регулярным изменением irrelevantных параметров совершают меньше устойчивых ошибок, чем испытуемые других групп. Следовательно, такой прием может использоваться как метод коррекции устойчивых ошибок.

Кроме того, было проведено сравнение вероятности устойчивой ошибки внутри групп на разных этапах эксперимента по критерию Стьюдента для зависимых выборок. В экспериментальной группе 1 произошло снижение вероятности устойчивой ошибки с 30% до 23%, однако эти различия статистически не значимы ($t(22) = 1.491$; $p > 0.1$).

По результатам эксперимента 2 в экспериментальной группе 1 произошло значимое снижение вероятности устойчивой ошибки ($t(21) = 2.462$; $p < .05$). В экспериментальной группе 2 также произошло значимое сни-

жение вероятности устойчивой ошибки ($t(23) = 2.926$; $p < .05$). В контрольной группе различий в вероятности устойчивой ошибки на разных этапах эксперимента не обнаружено (табл. 2). Таким образом, как регулярные, так и нерегулярные изменения irrelevantных параметров задачи привели к снижению вероятности устойчивых ошибок. По результатам сравнения вероятности устойчивой ошибки между группами на разных этапах эксперимента значимых различий как до изменений, так и после обнаружено не было.

Таблица 1. Вероятность устойчивой ошибки в группах на разных стадиях эксперимента

Группа/Стадия	До изменений	После изменений
Экспериментальная 1	30%	23%
Экспериментальная 2	27%	31%
Контрольная	30%	30%

Таблица 2. Вероятность устойчивой ошибки в группах на разных стадиях эксперимента

Группа/Стадия	До изменений	После изменений
Экспериментальная 1	33%	23%
Экспериментальная 2	35%	26%
Контрольная	31%	29%

В экспериментах было установлено, что благодаря внесению вариативности в задачи с помощью изменения irrelevantных признаков в экспериментальных группах испытуемые совершают значимо меньше устойчивых ошибок в процессе выполнения задания по сравнению с контрольной группой, в которой стимульный материал был однообразным.

Таким образом, в наших экспериментах с точки зрения решения поставленной задачи стимул остается тем же самым (его основные свойства не изменяется), но варьирование irrelevantных характеристик, вероятно, приводит к тому, что стимул воспринимается отчасти как новый, что в результате позволяет избежать формирования устойчивых ошибок.

Эксперимент 1 показал, что регулярное изменение irrelevantных параметров задачи в большей степени способствует снижению вероятности устойчивой ошибки. Можно предположить, что такая регулярность при-

водит к повышению сознательного контроля испытуемых за процессом решения задачи, что приводит к уменьшению числа устойчивых ошибок. Нерегулярные же изменения иррелевантных параметров слишком сильно усложняют основную задачу, что может привести к усилению защиты выдвинутой ранее гипотезы, то есть к повторению тех же ошибок. Это подтверждается результатами, полученными Н.Х. Тухтиевой (2014) на материале задач с эффектами установки.

Однако в эксперименте 2 нерегулярное изменение иррелевантных параметров так же привело к снижению вероятности устойчивых ошибок. Возможно, наличие трех цветов, даже меняющихся без определенной схемы, воспринимаются испытуемым как некоторая регулярность.

В случае таких изменений иррелевантных характеристик задача испытуемого остается прежней, значения предъявляемых стимулов не изменяется. Однако ожидается, что из-за изменений цвета испытуемый начинает воспринимать задачу как новую. Такое предположение может объяснять снижение количества устойчивых ошибок, ведь для испытуемого это уже не совсем те задачи, в которых он повторял свои ошибки ранее. Следовательно, метод изменения иррелевантных характеристик задачи оказался эффективным для коррекции устойчивых ошибок.

Литература

- Аллахвердов В.* Опыт теоретической психологии (в жанре научной революции). СПб: Печ. Двор, 1993.
- Ледовая Я.А.* Как иррелевантные параметры информации способствуют заучиванию // В. М. Аллахвердов и коллеги. Экспериментальная психология познания. Когнитивная логика сознательного и бессознательного СПб: Изд-во СПбГУ, 2006. С. 214–225.
- Тухтиева Н.Х.* Влияние типов изменения иррелевантных параметров задач на эффект установки // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12: Психология. Социология. Педагогика. 2014. № 3. С. 41–48.
- Rabbitt P.* Consciousness is slower than you think // The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A. 2002. Vol. 55. No. 4. P. 1081–1092.
- Steinhauser M., Hübner R.* Response-based strengthening in task shifting: evidence from shift effects produced by errors // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 2006. Vol. 32. No. 3. P. 517–534.

Change in a Task's Irrelevant Features as a Way of Correcting Regular Errors

Andriyanova N. *

andriyanova89@mail.ru

Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Abstract. The current study investigated the prevention and correction of regular errors in a learning process. There is much evidence that errors appear regularly and are repeated during the learning process, but these regularities are usually only detected after completion of the learning process and, as a consequence, they tend to be consolidated. We set out to assess the influence of a task's irrelevant features on the occurrence of regular errors. It was shown in both experiments that changes in a task's irrelevant features led to the activation of conscious control, causing a reduction of regular errors.

Keywords: regular errors, learning process, of irrelevant features in tasks, cognitive control

СВЯЗЬ ОСОЗНАНИЯ ТЕЛЕСНЫХ РЕАКЦИЙ И ИНТЕНСИВНОСТИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ОТКЛИКА НА ОТВРАТИТЕЛЬНЫЕ И СМЕШНЫЕ СТИМУЛЫ

Балуева О.В. *, Кравченко Ю.Е.

k.balueva@gmail.com

РГГУ, Институт психологии им. Л.С. Выготского, Москва

Аннотация. В исследовании сопоставлялись самоотчеты 59-ти испытуемых об их телесных ощущениях и эмоциональном впечатлении в ответ на предъявление негативного и нескольких позитивных слайдов, выбранных из базы IAPS. Для этого испытуемые оценивали по 10-балльным шкалам широкий список позитивных и негативных эмоций и близких состояний (таких, как возбуждение, напряжение, спокойствие), а также пополняемый список из 22 телесных ощущений. Также испытуемые заполняли опросник на эмоциональный интеллект. Одновременно с предъявлением слайдов у испытуемых регистрировалось электрическое сопротивление кожи и частота пульса. Эти показатели вместе с показателями суммарной интенсивности и количества разных ощущений, указанных в самоотчете о телесных ощущениях, стали предикторами эмоциональных оценок слайдов в множественном регрессионном анализе. Результаты показали, что суммарная интенсивность телесных ощущений в самоотчетах испытуемых служит значимым предиктором высоких оценок слайдов по всем эмоциональным шкалам, которые совпадают со слайдом-стимулом по валентности (позитивные или негативные). Пульс стал значимым предиктором только для оценки негативного слайда по шкале Страдание, а сопротивление кожи – значимым предиктором оценки позитивных слайдов по шкале Удовольствие, т.е. эти показатели возбуждения стали значимыми предикторами модальности эмоций.

Ключевые слова: модальность, валентность эмоций, возбуждение, interoцепция, эмоциональный интеллект

Телесные реакции и их ощущение служат одним из надежных показателей возникновения эмоций, как для сторонних наблюдателей, так и для самого человека, переживающего эмоцию. В большинстве теорий эмоций доминирует представление, что такие реакции и соответствующие им ощущения отражают реакции организма на эмоционально значимые стимулы. Однако исследователи затрудняются объяснить механизмы, связывающие конкретные эмоции с определенными реакциями, ощущение которых обеспечивает хорошо знакомые каждому человеку переживания радости, страха, отвращения, гордости и т.д. Поэтому некоторые авторы сомневаются в том, что 1) за ощущениями, сопровождающими эмоции, стоят реальные реакции организма на стимул, или же что 2) реакции организма адекватно осознаются

переживающим. Обоснованием первого из этих пунктов служат результаты экспериментов с ложной обратной связью С. Валинса (Valins, 1974), в которых исследователь показывает, что одного лишь ложного убеждения мужчин в том, что у них меняется сердцебиение при виде определенной фотографии достаточно, чтобы они проявили симпатию. Обоснование второго содержится в широком ряде исследований, основанных на двухфакторной теории эмоций С. Шехтера (Schachter, 1962), в которых манипулирование тем, как испытуемые интерпретируют их собственное телесное возбуждение и ощущения, приводит к изменению эмоционального отношения к стимулу.

Цель исследования: выявить связь объективных и субъективных показателей возбуждения с выраженностью эмоционального отклика на стимул (по самоотчету). Для этого в эксперименте сопоставлялись данные объективной регистрации возбуждения, самоотчета о телесных ощущениях и самооценок эмоционального отклика на эмоционально значимые стимулы.

Соответствие (корреляция) объективных показателей возбуждения и самоотчета о телесных ощущениях является показателем хорошего понимания испытуемыми их телесных реакций на стимулы с нейтральной, позитивной (смешные) или негативной (отвратительные) эмоциональной окраской.

В исследовании мы применяли оборудование, фиксирующее объективные физиологические изменения в организме: пульс измерялся пульсоксиметром Choicemed MD300C318, кожно-гальваническая реакция (КГР) с помощью модификации uni-t UT30-C с двумя электродами хлорированного серебра, крепление на палец. Данные регистрировались по процедуре временного сэмпинга с выборкой интервалов, длительность каждого интервала — 4 сек. Результаты сэмпинга усреднялись для периодов предъявления нейтральных и эмоционально значимых слайдов. КГР — биоэлектрическая реакция организма, регистрируемая с поверхности кожи; как показатель неспецифической активации широко используется в психофизиологии. КГР можно регистрировать с любого участка кожи, но лучше всего — с пальцев и кистей рук, подошвенных поверхностей стоп. В данном исследовании датчики крепились на среднем и безымянном пальце одной руки, которую испытуемый не использовал для письма. При регистрации показателей учитывалась задержка. Также использовался опросник Д.В. Люсина «ЭМИн» (Люсин, 2006). Опросник измеряет эмоциональный интеллект (ЭИ), который понимается как способность к пониманию своих и чужих эмоций и управлению ими. Эксперимент проводился с каждым испытуемым индивидуально, процедура состояла из двух серий.

В структуре ЭИ нас прежде всего интересовали шкалы: межличностный ЭИ (МЭИ) — понимание эмоций других людей и управление ими, внутриличностный ЭИ (ВЭИ) — понимание собственных эмоций и управление ими, способность к пониманию своих и чужих эмоций (ПЭ), способность к управлению своими и чужими эмоциями (УЭ).

Процедура

Приборы для измерения пульса и КГР крепились к пальцам левой руки испытуемых, и давался опросник ЭМИН. После заполнения опросника испытуемые просматривали две серии слайдов. Сначала на экране ноутбука испытуемому предъявлялась последовательность из пяти нейтральных слайдов, заканчивающаяся слайдом, вызывающим сильное неприятное переживание. Каждый слайд предъявлялся на 7 сек. Все слайды были отобраны из базы эмоциональных изображений IAPS. Последний слайд имел наибольшую негативную валентность и максимальную интенсивность по шкалам в IAPS. По окончании демонстрации последнего слайда испытуемых просили заполнить опросник телесных ощущений, представляющий собой список из 22 ощущений, который при желании можно было пополнить. После этого испытуемых оценивали последний слайд по представленному набору эмоциональных шкал.

Далее следовала вторая серия исследования, в ходе которой испытуемым предъявлялась новая последовательность слайдов, состоявшая из пяти нейтральных слайдов и трех позитивных. Слайды предъявлялись с той же скоростью, что и в первой серии исследования. По завершении презентации испытуемых просили оценить последние слайды по шкалам ощущений и по эмоциональным шкалам, как в первой серии исследования.

Испытуемые. В исследовании принимали участие 9 мужчин и 50 женщин в возрасте 18–40 лет ($m = 24.9$), магистры 1 года обучения Института психологии РГГУ, не имеющие дипломов бакалавра психологии.

Результаты

Обработка проводилась с использованием статпакета SPSS 17.0. Сравнение эмоционально значимых и нейтральных стимулов (t -критерий Стьюдента для связанных выборок) выявило значимое падение КГР в ответ на предъявление эмоциональных стимулов, независимо от валентности (позитивные ($t = 2.01$, $p = .048$) или негативные ($t = 3.06$, $p = .003$)). При предъявлении слайдов эмоциональное воздействие стимульного материала дает наиболее высокие средние баллы по всем шкалам эмоциональной оценки, совпадающим с ними по валентности.

Данные измерения пульса и КГР, а также самооценок телесных ощущений и эмоционального отклика были подвергнуты линейному регрессионному анализу, в котором в качестве зависимых переменных выступали наиболее выраженные оценки стимулов по эмоциональным шкалам, а в качестве предикторов – объективные показатели возбуждения (КГР и пульс) и самооценки телесных ощущений, сгруппированные в две шкалы – суммарная интенсивность телесных ощущений и диапазон ощущений (сколько разных ощущений называли испытуемые в ответ на стимул).

Таблица 1. Результаты регрессионного анализа

ЗП (шкала оценки слайдов)	бета (станд.)	t	Sig.
Тревога			
Интенсивность ощущений	0.45	3.64	.00
Пульс (нейтральные слайды)	-0.23	-0.86	.40
Пульс (негативный слайд)	0.16	0.58	.57
КГР (нейтральные слайды)	0.72	0.61	.54
КГР (негативный слайд)	-0.68	-0.57	.57
Модель: $p < .05^*$, $R^2 = 0.24$			
Напряжение			
Интенсивность ощущений	0.85	4.89	.000
Пульс (нейтральные слайды)	0.00	-0.01	.99
Пульс (негативный слайд)	-0.06	-0.24	.81
КГР (нейтральные слайды)	0.53	0.52	.61
КГР (негативный слайд)	-0.42	-0.41	.68
Модель: $p < .01$, $R^2 = 0.45$			
Удовольствие			
КГР (смешные слайды)	-0.27	-2.05	.05
Интенсивность ощущений	0.53	4.05	.00
Модель: $p < .001$, $R^2 = 0.34$			
Расслабление			
КГР (нейтральные слайды)	2.06	1.85	.07
КГР (смешные слайды)	-2.10	-1.88	.07
Интенсивность ощущений	0.43	2.85	.01
Пульс (смешные слайды)	-0.10	-0.65	.52
Модель $p < .05$, $R^2 = 0.21$			

ЗП (шкала оценки слайдов)	бета (станд.)	t	Sig.
Интерес			
Интенсивность ощущений	0.44	2.87	.01
Пульс (нейтр. слайды)	0.13	0.88	.39
Модель: $p < .05$, $R^2 = 0.14$			
Отвращение			
Интенсивность ощущений	0.61	3.17	.002
Пульс (нейтральные слайды)	0.08	0.32	.75
Пульс (негативный слайд)	-0.05	-0.40	.69
КГР (нейтральные слайды)	1.35	1.24	.22
КГР (негативный слайд)	-1.27	-1.17	.25
Модель: $p < .01$, $R^2 = 0.32$			
Страдание			
Интенсивность ощущений	0.41	3.44	.001
Пульс (нейтральные слайды)	-0.29	-2.40	.02
Пульс (негативный слайд)	-0.01	-0.11	.91
КГР (нейтральные слайды)	1.14	1.01	.32
КГР (негативный слайд)	-1.14	-1.00	.32
Модель: $p < .05$, $R^2 = 0.25$			
Радость			
КГР (нейтральные слайды)	1.77	1.61	.12
КГР (смешные слайды)	-1.95	-1.77	.08
Интенсивность ощущений	0.41	2.79	.01
Пульс (смешные слайды)	-0.12	-0.82	.42
Модель $p < .01$, $R^2 = 0.23$			

Жирным шрифтом выделены названия зависимых переменных и их значимых предикторов. Регр. 5, остаток 54, всего 59.

* Значимость моделей указана с учетом поправки Бонферрони на множественные сравнения.

Результаты регрессионного анализа показали, что единственным значимым предиктором для всех наиболее выраженных эмоциональных оценок была суммарная интенсивность телесных ощущений, полученная в результате самооценок испытуемых. Чем выше такая интенсивность, тем 1) выше оценки позитивных слайдов по шкалам Удовольствие, Радость, Расслабление и Интерес; 2) выше оценки негативных слайдов по шкалам Тревоги, Отвращения, Напряжения и Страдания.

Регрессионный анализ выявил модели, которые включают в качестве значимых предикторов результаты замеров пульса и самооценки ощущений. Для негативного (отвратительного) слайда частота пульса оказалась значимым предиктором оценок по шкале Страдание. Для веселых слайдов КГР оказалась значимым предиктором высоких самооценок по шкале Удовольствие.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что даже слабые эмоциональные реакции на стимулы сопровождаются значимым изменением уровня возбуждения. Можно сказать, что самооценки выраженности телесных ощущений и возбуждения служат лучшему пониманию валентности эмоций, т.к. являются предикторами оценок стимулов по всем шкалам, совпадающим со стимулом по валентности (см. таблицу). В то же время пульс и КГР демонстрируют большую избирательность. Они являются предикторами оценок по отдельным шкалам, для негативного слайда это Страдание (на слайде изображен мужчина, целующий окровавленную женскую голову), для смешных слайдов – Удовольствие (изображение пожилых женщин с попугаями, смеющихся детей, котят). Мы полагаем, что переживания, оцениваемые по этим шкалам, наилучшим образом соответствуют модальности эмоций, содержащихся в стимулах, для инициации которых данные стимулы подбирались. Итак, самоотчеты о телесных ощущениях, вызванных эмоционально значимым стимулом, служат предикторами переживания разных эмоций одной и той же валентности, тогда как динамика объективных показателей возбуждения указывает на конкретную модальность эмоции.

Литература

- Кравченко Ю.Е.* Факторы интенсивности субъективного качества переживания на примере веселья // Журнал Высшей школы экономики. 2013. Т. 10. № 2. С. 148–154.
- Люсин Д.В.* Новая методика для измерения эмоционального интеллекта: опросник ЭИИ // Психологическая диагностика. 2006. № 4. С. 3–22.
- Schachter S., Singer J.* Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state. // Psychological review. 1962. Vol. 69. No. 5. P. 379–399.
- Valins S.* Persistent effects of information about internal reactions: Ineffectiveness of debriefing // Thought and Feeling: Cognitive Alteration of Feeling States / Под ред. Н. London, R. Nisbett. Chicago: Aldine Press, 1972. P. 116–124.

Interoception and Feeling Intensity Interaction in Positive and Negative Emotions

Balueva O.V. *, Kravchenko Y.E.

k.balueva@gmail.com

Russian State University for the Humanities, Moscow, Russia

Abstract. In this study 59 participants reported their emotional and interoceptive reactions to positive and negative pictures taken from the IAPS database, using 10-point scales. Their skin resistance responses (SRR) and pulse were simultaneously recorded. The reports of interoceptive reactions (total intensity and a number of different impressions), SRR and pulse recordings were used as predictors of self-evaluated emotional response in regression analysis. The results showed that the total intensity in reports of interoceptive reactions predict the value of all positive scales after the positive pictures, and of all negative scales after the negative pictures. It can be considered that such reports predict the valence of an emotional reaction. The pulse predicts the value of self-evaluated distress after negative pictures. The SRR predicts the value of self-evaluated pleasure after positive pictures.

Keywords: modality, valence of emotions, emotional arousal, interoception, emotional intelligence

СТАТИСТИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ В СТРУКТУРЕ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ³

Белинская А.А. *, Уточкин И.С.

belinskaya.anastasy@gmail.com

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва

Аннотация. Восприятие зрительных ансамблей, в том числе способность к определению среднего признака или количества для группы однотипных объектов, работает для множества зрительных доменов (размер, ориентация, скорость, выражение лица и т.д.). Но несмотря на очевидную распространенность восприятия ансамблей, их когнитивная архитектура остается плохо изученной. Для ее изучения мы использовали метод индивидуальных различий. Мы изучали взаимосвязи между такими зрительными статистиками, как чувство числа, чувство среднего и чувство вариативности. Мы предполагали, что существует единая система статистического восприятия ансамблей — статистический модуль. Но данное предположение подтвердилось лишь частично.

Ключевые слова: зрительные ансамбли, механизм восприятия ансамблей, зрительные статистики, индивидуальные различия, чувство числа

Человек живет и действует в информационно насыщенной и даже информационно избыточной среде, которую он способен оценить быстро и достаточно адекватно. Данное исследование выполнено в рамках современного подхода, призванного объяснить относительно легкое восприятие человеком больших множеств однотипных объектов, несмотря на ограничения наших когнитивных способностей (Уточкин, 2012). Согласно этой точке зрения, зрительная система способна быстро извлекать и кодировать абстрактные статистические свойства подобных множеств. В данной работе совокупность этих свойств называется статистическим модулем. В него могут входить, например, такие зрительные статистики, как среднее по разным признакам или их численность. Предполагается, что данные свойства предшествуют детальному восприятию признаков отдельных объектов (Alvarez et al., 2003; Treisman, 2006).

Цель работы состояла в том, чтобы эмпирически выявить взаимосвязи между различными зрительными статистиками и характеристиками зрительного восприятия для доказательства того, что они действительно образуют единую структуру восприятия множеств однотипных объектов (зрительных ансамблей). Для изучения были выбраны такие зрительные

³Выполнено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ 2015 г.

статистики, как чувство числа, зрительное усреднение и чувство вариативности, а также три перцептивных способности, потенциально влияющие на характер получаемых результатов: зрительный поиск и различение размера. Помимо этого, в батарею методик был включен тест на математические способности, так как существуют данные об их взаимосвязи с чувством числа (Овчарова, 2013; Halberda et al., 2008). Таким образом, основная эмпирическая гипотеза исследования состояла в предположении о наличии значимых взаимосвязей между всеми исследуемыми переменными.

В исследовании приняли участие 93 испытуемых в возрасте от 18 до 22 лет ($M = 19.53$), 51 девушка, 42 юноши, студенты различных факультетов НИУ-ВШЭ. У всех испытуемых было нормальное или скорректированное до нормального зрение, без проблем с цветоразличением. Тестовая серия состояла из шести частей: теста на чувство числа, теста на зрительное усреднение, теста на чувство вариативности, теста на математические способности, теста на определение размера, теста на зрительный поиск, теста на рабочую память. Последовательность их предъявления была случайной для каждого испытуемого, чтобы исключить возможность влияния усталости или, наоборот, адаптации к задаче.

Для устранения возможных побочных переменных стимульный материал во всех тестах (кроме теста на математические способности) был однотипен и представлял собой два перемешанных множества кружков синего и желтого цветов, предъявляемых на сером фоне. Тест на чувство числа состоял из 150 проб по 400 мс предъявления каждой пробы, испытуемый должен был определить, какое множество — желтых или синих — кружков больше по численности. Тест на зрительное усреднение состоял из 144 проб по 400 мс предъявления каждой пробы; задача испытуемого состояла в определении того, в каком именно множестве кружки были в среднем больше по размеру. Тест на чувство вариативности состоял из 144 проб по 400 мс предъявления каждой пробы; испытуемый определял, какое множество кружков разнообразней по присутствующим в нем размерам. Тест на различение размера состоял из 144 проб по 400 мс предъявления; испытуемый должен был решить, в каком множестве, желтом или синем, присутствует один отличающийся по размеру кружок. Тест на зрительный поиск состоял из 144 проб и прерывался с ответом испытуемого; в нем испытуемый должен был найти самый маленький объект и определить, к какому множеству (желтых или синих кружков) он принадлежит. Тест на математические способности состоял из 48 математических равенств, испытуемый должен был определить их правильность.

Все стимулы представлялись на ЭЛТ-мониторе с частотой обновления в 85 Гц. Разрешение монитора всегда было установлено на уровне

800 × 600 пикселей. Эксперимент проводился с использованием программы для предъявления стимулов StimMake для Windows, в темной комнате. Испытуемые находились на расстоянии 70 см от монитора, их ответы фиксировались с помощью клавиатуры. Перед каждым тестом вначале демонстрировалась инструкция и проводилась тренировочная серия, в которой испытуемому для увеличения скорости обучения давалась обратная связь. В основной серии обратная связь не давалась. Между разными тестами у испытуемого было время в диапазоне от 1 до 2 минут на отдых.

Полученные данные были подвергнуты корреляционному анализу с использованием коэффициента Пирсона. Были посчитаны корреляции между процентом правильных ответов в каждом тесте для каждого испытуемого. Ниже приведен перечень значимых корреляций на уровне .01: между точностью в тесте на чувство среднего и чувством числа (.385); между точностью в тесте на чувство среднего и зрительным поиском (.318); между точностью в тесте на чувство среднего и различением размера (.287). А также: между точностью в тесте на чувство числа и зрительным поиском (.480); между точностью в тесте на чувство числа и различением размера (.318); между точностью в тесте на чувство вариативности и различением размера (.534). Также были посчитаны корреляции для скорости выполнения всех тестов. Здесь надо отметить, что, так как для зрительного поиска и математических способностей основным показателем эффективности считается не точность, а время, затрачиваемое на решение задачи, то анализировались также корреляции между точностью испытуемых в других тестах и временем реакции в тестах на математические способности и зрительный поиск. Обнаружено, что существует корреляция на уровне тенденции между временем реакции в тесте математических способностей и точностью в тесте на зрительный поиск (.209), а скорость зрительного поиска коррелирует лишь с точностью зрительного поиска на уровне значимости .01 (.430) и на уровне тенденции с точностью в тесте на чувство числа (.236). Если же обратиться к парным корреляциям между временем реакции и всеми остальными тестами, то они следующие (на уровне значимости .01): между временем реакции в тесте на чувство среднего и чувством числа (.519); между временем реакции в тесте на чувство среднего и чувством вариативности (.432); между временем реакции в тесте на чувство среднего и различением размера (.543); между временем реакции в тесте на чувство среднего и математическими способностями (.278). А также: между временем реакции в тесте на чувство числа и чувством вариативности (.488); между временем реакции в тесте на чувство числа и различением размера (.368); между временем реакции в тесте на чувство

вариативности и различием размера (.356); между временем реакции в тесте на чувство вариативности и зрительным поиском (.271).

На основании полученных данных можно утверждать, что исходное предположение о наличии связей между различными зрительными статистиками подтвердилось. Но стоит сразу оговорить, что если считать, что существует единый «статистический модуль», то связи внутри него (то есть между различными статистиками) должны быть сильнее, чем вне нее (то есть между статистиками и другими способностями). А также должны существовать какие-то соподчинения между различными статистиками: например, чувство числа предшествует оценке среднего и отчасти дает основу для его расчета. Исходя из наших данных, нельзя говорить о более сильной связи между различными зрительными статистиками, нежели между статистиками и способностями к зрительному поиску и различению размера. Поэтому изначальную модель статистического модуля стоит отвергнуть. Тем не менее, основным результатом исследования, который представляется важным для обсуждения, состоит в наличии значимых корреляций — как в точности, так и во времени реакции — между такими зрительными статистиками, как чувство числа и чувство среднего. Данный результат является уникальным и не представленным ранее в других исследованиях. К сожалению, мы не можем говорить о связи чувства вариативности с другими зрительными статистиками, хотя можем наблюдать достаточно логичную связь между зрительным поиском и различением размера: ведь именно эти перцептивные способности опосредуют возможность оценки стандартного отклонения, чем по сути и является чувство вариативности. Здесь можно привести такую аналогию с математической статистикой: чем «грубее» измерения, тем меньше точность стандартного отклонения.

Но тот факт, что хотя бы две из выбранных для исследования зрительных статистик коррелируют между собой, уже является хорошим результатом, потому что подтверждает предположение о том, что данные способности лежат в основе единого механизма статистической обработки множеств. Тут же стоит отметить, что, как мы и предполагали, такие перцептивные способности, как зрительный поиск и различение размера, также связаны с двумя этими статистиками. Это может объясняться примерно так же, как и связь с вариативностью. Далее обратим внимание на тот факт, что корреляций между временами реакции в целом больше, чем корреляций между количеством правильных ответов в разных тестах. Но, как представляется, на эти результаты нельзя в полной мере опираться, так как они демонстрируют не способность (эффективность) к чувству числа, например, а скорее общий стиль, быстрый или медленный, конкретного испытуемого при решении подобных задач. Несмотря на это, в определенной степени полученные результаты

свидетельствуют о том, что время, необходимое на решение подобных задач, приблизительно схоже, что опять-таки согласуется с гипотезой, положенной в основу нашего исследования. Однако для понимания дальнейших перспектив исследований в данной области и изучения механизма «статистического» восприятия в целом важно подчеркнуть, что нами намеренно был создан стимульный материал, максимально сходный во всех тестах. Возможно, полученные корреляционные данные показывают связи лишь на одном — базовом — уровне восприятия ансамблей. В недавней работе Дж. Хабермана также изучались связи между различными зрительными статистиками при исследовании индивидуальных различий, и это его исследование демонстрирует крайне интересный для развития данной темы результат. А именно то, что связь существует только между статистиками «одного уровня»: например, средняя ориентация и цвет коррелируют между собой, но они не связаны с определением средней эмоцией лиц, хотя в свою очередь восприятие средней эмоции связано с восприятием среднего пола (Haberman, 2015). Данные результаты показывают, что изучаемая нами структура не только и не столько является единым целым, но еще и имеет различные уровни, не связанные между собой, а скорее имеющие один когнитивный ресурс, распределяющийся внутри уровня.

Литература

- Овчарова О.* Чувство числа и успешность в обучении математике у школьников с разным уровнем математических способностей // Теоретическая и экспериментальная психология. 2013. Т. 6. № 4. С. 110–117.
- Уточкин И.* Статистическая репрезентация множественных объектов в зрительном восприятии // Методология и история психологии. 2012. Т. 6. № 4. С. 57–83.
- Alvarez G.A.* Representing multiple objects as an ensemble enhances visual cognition // Trends in Cognitive Sciences. 2011. Vol. 15. No. 3. P. 122–131.
- Chong S.C., Treisman A.* Representation of statistical properties // Vision Research. 2003. Vol. 43. No. 4. P. 393–404.
- Haberman J., Brady T.F., Alvarez G.A.* Individual differences in ensemble perception reveal multiple, independent levels of ensemble representation // Journal of Experimental Psychology: General. 2015. Vol. 144. No. 2. P. 432–446.
- Halberda J., Mazocco M.M., Feigenson L.* Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement // Nature. 2008. Vol. 455. No. 7213. P. 665–668.
- Treisman A.* How the deployment of attention determines what we see // Visual Cognition. 2006. Vol. 14. No. 4–8. P. 411–443.

The “Statistical Module” in the Structure of Visual Perception

Belinskaia A.A. *, Utochkin I.S.

belinskaya.anastasy@gmail.com

National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

Abstract. Ensemble perception, including the ability to see the average or “number sense” from a group of items, operates in numerous feature domains (size, orientation, speed, facial expression, etc.). Although the ubiquity of ensemble representations is well established, the large-scale cognitive architecture of this process remains poorly defined. We address this using an individual differences approach. We studied the relationship between visual statistics such as number sense, average sense and variation sense. We assumed that the existing system of statistical perception ensembles functions as a statistical module. However, this assumption was only partially confirmed.

Keywords: ensembles, ensembles mechanism, statistics, individual differences, number sense

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ РАЗЛИЧИЯ И ОСОБЕННОСТИ ОКУЛОМОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИ ВОСПРИЯТИИ ТЕКСТОВ НА РАЗНЫХ ЯЗЫКАХ

Белых Т.В. *, Иголкина Н.И.

tvbelih@mail.ru

Саратовский государственный университет, Саратов

Аннотация. В ходе исследования были получены характеристики оculoмоторной активности при восприятии текстов на английском и русском языках, а также изображения. Полученные данные показывают, что механизмы оculoмоторной активности при восприятии текстов на английском и русском языках различаются. Обнаружено, что показатели количества и частоты фиксации максимальны при чтении текста на русском языке и имеют сходства с этими же показателями при восприятии невербального стимула. При этом количество и частота саккад имеют максимальное значение при восприятии текста на английском языке. Выявлено, что особенности нейро- и психодинамики взаимосвязаны с показателями оculoмоторной активности в процессе восприятия стимулов на родном и иностранном языках при решении разных учебных задач.

Ключевые слова: оculoмоторная активность, тексты на разных языках, индивидуальные различия, усвоение иностранного языка

Исследование оculoмоторной активности позволяет получить информацию о характере когнитивной деятельности (Барабанщиков, 2014). Известно, что в процессе усвоения иностранного языка используются разные познавательные стратегии, которые влияют на результативность процесса (Oxford, 1990). Индивидуальный стиль учебной деятельности проявляется в выборе и комбинировании определенных познавательных стратегий усвоения иностранных языков (Ливер, 2000), а своеобразие индивидуальных различий определяется совокупностью индивидуальных и субъектных свойств в целостной структуре индивидуальности обучаемых (Белых, 2003). Айтреккер может использоваться как средство изучения влияния когнитивных особенностей обучаемых на процесс решения учебных задач при усвоении иностранного языка (Toker et al., 2013; Tsianos et al., 2009; Van Gog, 2010; Nisiforou, Andrew Laghos, 2013), в том числе в процессе усвоения иностранных языков. Результаты подобных исследований позволяют создавать наиболее эффективную учебную среду и способствуют формированию эффективных комбинаций познавательных стратегий (Иголкина, 2014).

Гипотезы и цель исследования

По нашему мнению, траектория движения глаз и характеристики окуломоторной активности при восприятии разных стимулов (тексты на родном и английском языках и изображения) отражают особенности когнитивной активности при решении учебных задач в процессе усвоения иностранного языка. Характеристики окуломоторной активности связаны с нейро- и психодинамическими индивидуальными различиями и могут служить индикаторами индивидуальных особенностей когнитивной активности обучаемого при усвоении иностранного языка. Целью исследования является проведение лабораторных экспериментов для подтверждения или опровержения выдвинутых гипотез.

Эксперимент и процедура

В эксперименте приняли участие 17 русскоязычных студентов и аспирантов в возрасте 18–27 лет Саратовского государственного университета, которые изучают английский язык на разных этапах освоения, от «начинающих» (уровень A1) до «продолжающих» (уровень B1+). При определении уровня использовалась система Общеввропейских компетенций владения иностранным языком (*Common European Framework of Reference — CEFR*). Эксперимент проводился в 2015 году на базе учебной лаборатории «Когнитивная психология» СГУ с применением аппаратного метода регистрации движения глазо-двигательной активности при помощи системы трекинга глаз, модели RED 500 System, произведенного SMI (SensoMotorik Instruments GmbH, Германия). Установка минимального порога фиксации составляла в экспериментах 50 мс. Все стимулы предъявлялись испытуемым в течение одной минуты. Были использованы методы выявления выраженности индивидуальных свойств: тест формально-динамических свойств В.М. Русалова и тест диагностики темперамента Я. Стреляу. Эксперимент состоял из нескольких этапов. На первом осуществлялся анализ окуломоторной активности при запоминании текста на английском языке, на втором этапе исследовались особенности восприятия и запоминания текста на русском языке и изображения в виде фотографии. При статистической обработке была использована программа SPSS, версия 22.

Результаты

В ходе исследования были получены характеристики окуломоторной активности при решении задач, связанных с восприятием разных стимулов и запоминанием определенной информации. Анализ данных позволил получить описательную статистику, которая занесена в табл. 1.

Сравнение средних показателей окуломоторной активности позволяет осуществить анализ когнитивной активности и сделать выводы об особенностях восприятия разных стимулов при решении задач. Так, обнаружено, что показатели количества и частоты фиксации при сравнении восприятия трех стимулов были максимальными при чтении текста на русском языке, при этом показатели количества и частоты фиксации при восприятии текста на английском языке имеют сходства с этими же показателями при восприятии невербального стимула-изображения.

Оказалось, что средний показатель максимальной длительности фиксации наиболее выражен при восприятии изображения, а при восприятии текста на английском языке этот показатель оказался минимальным, тогда как количество саккад при восприятии текста на английском языке, напротив, имеет минимальное значение.

Таблица 1. Описательная статистика (средние значения) параметров окуломоторной активности при восприятии трех стимулов (1 — текст на английском языке; 2 — текст на русском языке; 3 — фотография)

Стимул	Описательная статистика	Кол-во морганий	Количество фиксации Fixation Count	Частота фиксации Fixation Frequency [count/s]	Макс. длительность фиксации Fixation Duration Maximum [ms]	Длина траектории Scanpath Length [px]	Кол-во саккад Saccade Count	Частота саккад Saccade Frequency [count/s]	Средняя амплитуда саккад Saccade Amplitude Average [°]
1	Средние	13.3	153.1	2.6	838.2	17155.5	382.3	6.4	3.4
2		11.1	219.2	3.6	1047.1	26751.2	291.5	4.9	2.8
Полученные данные свидетельствуют о том, что механизмы окуломоторной активности при восприятии текста на разных языках имеют различия, при этом по некоторым показателям процесс восприятия текста на иностранном языке имеет больше сходства с процессом восприятием изображения, что может объясняться использованием обучаемыми разных познавательных стратегий.									

Для того, чтобы обнаружить взаимосвязь показателей окуломоторной активности и нейро- и психодинамики в структуре индивидуальных свойств обучаемых, был проведен корреляционный анализ. В результате осуществления корреляционного анализа показателей при восприятии текста на английском языке с показателями формально-динамических индивидуальных свойств были получены следующие данные, представленные в табл. 2.

Как видно из табл. 2, количество фиксаций и частота фиксаций взора при восприятии и запоминании текста на английском языке имеет значимые положительные корреляционные связи с такими показателями нейродинамики, как уровень процесса возбуждения, уровень процесса торможения и уравновешенность по силе. Увеличение длины траектории взора связано с выраженностью процесса возбуждения и уравновешенности по силе. Увеличение количества саккад взаимосвязано с увеличением социальной эргичности, при этом уменьшение количества и частоты саккад взаимосвязано с низким уровнем процесса возбуждения.

Таблица 2. Данные корреляционного анализа взаимосвязи формально-динамических различий и особенностей окуломоторной активности (ОА) при запоминании текста на английском языке.

Показатели ОА / Индив. св-ва	Количество фиксаций	Частота фиксаций	Длина траектории	Количество саккад	Частота саккад
Социальная эргичность				.654*	
Уровень процесса возбуждения	.819**	.824**	.697**	-.557*	-.558*
Уровень процесса торможения	.559*	.564*			
Уравновешенность по силе	.706**	.716**	.743**		

* Корреляция при $p < .05$, ** корреляция при $p < .01$.

При восприятии и запоминании текста на русском языке обнаруживаются как сходства, так и различия с особенностями восприятия текста на английском языке. Сходным является тот факт, что количество фиксаций и частота фиксаций имеют положительную корреляцию с уравновешенностью по силе ($r = .706$ и $r = .716$ соответственно), а количество саккад достоверно взаимосвязано с показателем социальной эргичности ($r = .654$). Различия состоят в том, что при восприятии и запоминании текста на русском языке выявлены

следующие корреляционные связи: отрицательная связь между количеством морганий и подвижностью нервных процессов и уровнем процесса торможения ($r = - .514$ и $r = -.504$ соответственно), а также пластичностью как свойством психодинамики ($r = - .506$). Минимальная длительность фиксаций отрицательно коррелирует с показателем уровня процесса торможения ($r = - .499$) и положительно с темпом ($r = .546$) и социальной эргичностью ($r = .786$) на уровне психодинамических особенностей в структуре индивидуальности. Увеличение амплитуды саккад взаимосвязано с эмоциональностью как показателем психодинамики ($r = .529$). Длина траектории движения взора положительно коррелирует с уравновешенностью по силе ($r = .743$). Следовательно, выявлено, что особенности нейро- и психодинамики взаимосвязаны с показателями оculoмоторной активности в процессе восприятия стимулов на родном и иностранном языках при решении разных учебных задач.

Выявленные связи между особенностями оculoмоторной активности, типом стимула и биологически детерминированными свойствами в структуре индивидуальности обучаемых подтверждает необходимость учитывать индивидуальные особенности когнитивной активности обучаемых при формировании учебной среды в процессе усвоения иностранных языков.

Выводы

1. Выявлены различия в параметрах оculoмоторной активности при восприятии текстов на родном и иностранном языках при решении учебных задач.

2. Нейро- и психодинамические особенности могут быть связаны со спецификой когнитивной активности в зависимости от энергетической и динамической составляющих свойств нервной системы, а также темпа, пластичности и выносливости на уровне проявления психодинамических свойств индивида.

Литература

- Барабанищikov В., Жегалло А.* Айтрекинг: методы регистрации движений глаз в психологических исследованиях и практике. Когито-Центр, 2014.
- Белых Т.* Психологические закономерности динамики субъектных свойств в структуре индивидуальности. Ставрополь: Ставропольсервисшкола, 2003.
- Иголкина Н.* Комбинации познавательных стратегий при усвоении иностранных языков. Саратов: Изд-во Саратов. Ун-та, 2014.
- Ливер Б.Л. Методика индивидуализированного обучения иностранному языку с учетом влияния когнитивных стилей на процесс его усвоения: Дисс. ... канд. пед.наук. М., ГИРЯП, 2000.

- Nisiforou E.A., Laghos A.* Do the eyes have it? Using eye tracking to assess students cognitive dimensions // Educational Media International. 2013. Vol. 50. No. 4. P. 247–265. doi: 10.1080/09523987.2013.862363
- Oxford R.* Language learning strategies: What every teacher should know. New York: Newbury House Publishers, 1990.
- Token D., Conati C., Steichen B., Carenini G.* Individual user characteristics and information visualization: connecting the dots through eye tracking // proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems 2013. C. 295–304.
- Tsianos N., Germanakos P., Lekkas Z., Mourlas C., Samaras G.* Eye-tracking users' behavior in relation to cognitive style within an e-learning environment // Proceedings of the Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies Riga, Latvia: 2009. C. 329–333.

Individual Differences and Peculiarities of Oculomotor Activity during Perception of Texts in Different Languages

Belykh T.V. *, Igolkina N.I.

tvbelih@mail.ru

Saratov State University, Saratov, Russia

Abstract. This study discusses characteristics of oculomotor activity during the perception of texts in different languages as well as image perception. The data show that the mechanisms of oculomotor activity during the perception of texts in English and Russian are different. It was found that fixation count and fixation frequency have maximum values for the text in Russian, and that these values are closer to the ones registered during image perception. Saccade count and saccade frequency demonstrate maximum values during perception of the text in English. The analysis shows that peculiarities of neuro- and psychodynamics correlate with the characteristics of oculomotor activity registered during perception of the stimuli in different languages.

Keywords: oculomotor activity, texts in different languages, individual differences, second language acquisition

ЧЕМУ УЧАТСЯ КРЫСЫ С РАЗНОЙ ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ РЕАКТИВНОСТЬЮ В ТЕСТЕ «ЭКСТРАПОЛЯЦИОННОЕ ИЗБАВЛЕНИЕ»?

Бондаренко Н.А.*

pochinok30@rambler.ru

Фонд «Развитие фармакологии эмоционального стресса»

Аннотация. Крысы обучались подныривать под нижним краем цилиндра, опущенного в воду на глубину 2 см (тест «экстраполяционное избавление»). Альтернативное поведение (прыжки, вызванные страхом перед водой) не приводило к избавлению из цилиндра. При первом помещении в установку «прыгающие» крысы (ПК) сначала совершали прыжки, а потом ныряли, а «непрыгающие» (НК) — ныряли без предварительных прыжков. Крысы ПК быстрее, чем НК, обучались нырять для избавления из цилиндра, поскольку крысы НК начинали прыгать при повторном помещении в установку. Мы предположили, что в острой стресс-ситуации сильный страх способствует ассоциативному обучению, а более слабый обеспечивает формирование у животных условно эмоциональной реакции.

Ключевые слова: крысы, ныряние, научение, стресс

Моделирование на животных отдельных черт характера человека, определяющих подверженность индивида постстрессовым расстройствам, широко применяют в современной экспериментальной психофармакологии. Индивидуальные особенности эмоциональной реактивности животных выявляют в «этологических» тестах («открытое поле» и т.п.), однако в них невозможно определить, чему учится (и учится ли вообще чему-либо) экспериментальное животное. С другой стороны, процедуры, применяемые для оценки способности животных к запоминанию (забыванию) негативной информации не дают возможности одновременно регистрировать уровень эмоциональной реактивности. В связи с этим актуальным является разработка этологических тестов для изучения механизмов обучения животных в условиях острого стресса.

Одним из таких тестов, на наш взгляд, может стать тест «экстраполяционное избавление» (ТЭИ), предложенный Н.А. Бондаренко (Бондаренко Н.А., 1982). Крысу опускают (хвостом вниз) внутрь высокого и узкого прозрачного цилиндра, нижним концом погруженного в воду на глубину 2 см (имитация падения в воду). Выйти из цилиндра животное может, только поднырнув под нижний его край, а безуспешные попытки вспрыгнуть или вскарабкаться на верхний край цилиндра наблюдаются исключительно у крыс с повышенным уровнем

эмоциональной реактивности (Бондаренко Н.А., 1982). Ведущим фактором обучения подныриванию с параллельным угашением неэффективного прыжкового поведения в ТЭИ является избавление животного из воды за пределами цилиндра (Бондаренко Нина А., 2013). Подныривание может возникать и в условиях другой геометрии среды, например, при накрывании плавающей крысы воронкой. Однако, в отличие от ТЭИ, подныривание в воронке: 1) наблюдается в детском возрасте (16 дней), в то время как в ТЭИ крысы начинают подныривать только в позднем пубертате (48 дней); 2) отсутствует оптимизация поведения при повторных помещении в установку; 3) не угашается при невозможности избавления из воронки путем подныривания; 4) сохраняется при наличии у животного информации о невозможности избавления из воды за пределами воронки; 5) не зависит от уровня мотивации избавления из воды; 6) сохраняется при разрушении фронтальной коры; 7) не нарушается при введении психотомиметиков. Совокупность этих данных позволила предположить, что поведение подныривания у крыс в воронке является инстинктивным и реализуется без участия когнитивных функций. (Бондаренко Нина А., 2012; Бондаренко Нина А., 2013).

Целью настоящей работы являлось изучение обучения крыс с разным уровнем эмоциональной реактивности подныриванию в ТЭИ.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в зимний период на белых беспородных крысах-самцах массой 250–350 г, полученных из питомника «Столбовая». Животных содержали в стандартных условиях вивария, при естественном освещении и свободном доступе к пище и воде. Использовали установки ТЭИ и «Открытое поле» производства НПК «Открытая наука», Москва, Россия. Процедура тестирования крыс в ТЭИ описана выше. Животных, не поднырывающих за 2 минуты экспозиции, исключали из экспериментов. Крыс, которые при первом помещении в ТЭИ (ТЭИ-1) перед подныриванием совершали прыжки, выделяли в группу «прыгающие крысы» (ПК), а остальных – в группу «непрыгающие крысы» (НК). В освещенном (300 лк) «открытом поле» на протяжении 4 минут регистрировали: обследование отверстий, выходы в центральные зоны поля, стойки, число пересеченных квадратов. Результаты экспериментов обрабатывали статистически (Статистика 6.0) с применением непараметрических критериев Крускала-Уоллиса (с поправкой Бонферрони) и Манна Уитни. Различия считались достоверными при уровне значимости $p < .05$. Данные представлены в виде медиан, в скобках приведены значения нижнего и верхнего квартилей.

Результаты экспериментов

Эксперимент 1. Сравнение поведения крыс групп ПК и НК при повторных (с интервалом 24 часа) экспозициях к ТЭИ с температурой воды 24°C (табл. 1).

Крысы групп ПК и НК изменяют свое поведение при повторных помещениях в ТЭИ. Максимальная выраженность прыжкового поведения у ПК наблюдается в ТЭИ-1, а у НК — в ТЭИ-2.

Таблица 1

Группа животных	Число прыжков		
	ТЭИ-1	ТЭИ-2	ТЭИ-3
ПК (n=6)	15.5 (12–24.5)	1.0+	0.0+
НК (n=7)	0.0 (0–2)*	33.0*+	0.0+

* Межгрупповые различия достоверны, $p < .05$; +- $p < .05$ к ТЭИ-1.

Эксперимент 2. Влияние уровня стрессогенности ТЭИ-2 на поведение крыс разных групп (табл. 2).

Животных помещали в ТЭИ-1 с температурой воды 24°C и по результатам тестирования формировали группы ПК и НК. Спустя 24 часа животных группы ПК рандомизированно делили на 3 подгруппы для последующего тестирования в ТЭИ-2 с температурой воды 16°C (n=5), 24°C (n=5), 32°C (n=7), а НК — на 2 подгруппы: 24°C (n=7) и 32°C (n=9). Температура воды не влияла на поведение ПК в ТЭИ-2. У НК в ТЭИ-2 (32°C) число прыжков достоверно снижалось.

Таблица 2

Группа животных	Число прыжков		
	24°C / 16°C	24°C / 24°C	24°C / 32°C
ПК	1.0 (0.0–8.5)	2.5 (0.0–5.5)	0.0 (0.0–3.0)
НК	—	33.0 (30.0 – 40.0)*	5.0+ (0.0–11.0)

* Межгрупповые различия достоверны, $p < .05$; +- $p < .05$ к 24°C.

Эксперимент 3. Влияние экспозиции к ТЭИ на поведение крыс разных групп в тесте «Открытое поле» (табл. 3).

Перед началом эксперимента животных рандомизированно разделили на 2 подгруппы. «Контрольных» в первый день тестирования помещали

в «открытое поле», а спустя 24 часа — в ТЭИ-1 для выделения групп ПК и НК. Ранее было показано, что предварительная (за 24 часа) экспозиция к тесту «открытое поле» крыс линий Вистар и Август, различающихся паттерном поведения в ТЭИ, не влияет на их поведение в этом тесте (Бондаренко О.Н., 2002). Крыс «опытной» группы в первый день помещали в ТЭИ-1, выделяя ПК и НК, а спустя 24 часа — в установку «открытое поле». Достоверные различия поведения в «открытом поле» крыс ПК и НК наблюдались только у животных «опытной» группы. Достоверные различия между «опытной» и «контрольной» группами выявлены только у крыс НК по показателям «число пересеченных квадратов» и «число выходов в центральные зоны поля».

Таблица 3

Группа	Условия эксперимента	Число выходов в центральные зоны	Число стоек	Число пересеченных квадратов
ПК	контроль (n = 7)	4.0 (2.0–7.0)	18.0 (15.0–19.0)	59.0 (41.0–65.0)
	опыт (n = 6)	5.0(4.0–8.0)	17.5 (14.5–30.5)	55.0 (53.0–67.0)
НК	контроль (n = 4)	5.0 (4.5–5.5)	13.5 (12.0–14.0)	56.0 (46.0–77.5)
	опыт (n = 4)	1.0 (0.5–1.5)*+	9.0 (9.5–14.5)	34.5 (21.5–40.0)*+

* Межгрупповые различия достоверны, $p < .05$; +- $p < .05$ к контролю.

Эксперимент 4. Влияние условий стрессогенности первой посадки на последующее поведение животных в ТЭИ-2 (табл. 4).

Экспериментальных животных рандомизированно разделили на 4 подгруппы. Крыс подгруппы «холодовой стресс» в первый день помещали в ТЭИ-1 с температурой воды 16⁰С. Крыс подгруппы «подводный шок» в первый день помещали в ТЭИ-1 с температурой 24⁰С, но не сверху (как обычно), а проталкивая в цилиндр снизу, под водой, что вызывало у животного панику. Крыс подгруппы «Воронка» в первый день экспонировали к тесту «Воронка» (24⁰С). Контрольных животных в первый день помещали в ТЭИ-1 с температурой воды 24⁰С. Спустя 24 часа всех животных помещали в ТЭИ-2 (24⁰С). Животные из подгрупп «холодовой стресс» и «подводный шок» демонстрировали в ТЭИ-1 достоверно большее число прыжков по сравнению с контролем, зато число прыжков

в ТЭИ-2 у них было достоверно меньше, чем в ТЭИ-1 и меньше, чем у контрольных животных в ТЭИ-2. Животные из подгруппы «Воронка» не совершали прыжков в первый день, но интенсивно прыгали в ТЭИ-2.

Таблица 4

Условия первой экспозиции	Число крыс в группе	Число прыжков при первой посадке	Число прыжков при второй посадке
Контроль	13	2.0 (0.0–15.5)	7.0 (0.0–36.0)
«Холодовой стресс»	3	24.0(9.0–39.0)*	0.0 (0.0–0.0)*+
«Подводный шок»	5	18.0 (7.5–28.0)*	0.0 (0.0–1.0)*+
«Воронка»	5	—	44.0 (32.5–55.0)*

* $p < 0.05$ к контролю; +- $p < 0.05$ к ТЭИ-1.

Обсуждение результатов

Мы обнаружили, что крысы, которые по разным причинам много прыгают в ТЭИ-1, впоследствии мало прыгают в ТЭИ-2. Крысы же, которые не прыгают в ТЭИ-1, впоследствии много прыгают в ТЭИ-2. Почему? Предлагаем модель, основанную на законе Йеркса-Додсона. Допустим, что в ТЭИ-1 у животных возникает оптимальный для решения задачи поиска выхода из воды уровень возбуждения (*arousal*). Малая «цена» успешной адаптации у таких животных недостаточна для включения механизмов контекстного обучения (эволюционный смысл которого — снижение «цены» адаптации). Однако, она оптимальна для формирования неспецифической сенситизации к аверсивным факторам. Аналогичная сенситизация наблюдается и после экспозиции к «Воронке», то есть в условиях, когда при попадании в стрессогенную ситуацию у животного вообще не активируются когнитивные функции, а реализуется инстинктивное поведение.

Высокая «цена» решения поисковой задачи в ТЭИ-1 для крыс с повышенной эмоциональной реактивностью приводит к включению механизмов контекстного обучения, облегчая решение задачи в ТЭИ-2 и независимость этого решения от уровня стрессогенности ТЭИ-2.

В ТЭИ-3 все животные, независимо от их поведения в ТЭИ-1 и ТЭИ-2, одинаково безошибочно избавляются из цилиндра.

Заключение

Совместное функционирование механизмов контекстного обучения и сенситизации обеспечивают адаптацию всей популяции, независимо от индивидуальных различий уровня эмоциональной реактивности.

Литература

- Бондаренко Н.А.* Изучение действия стресс-протективных средств и нейропептидов в зависимости от индивидуальной реактивности животных: дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 1982.
- Бондаренко Нина А.* Реакции-двойники в поведении крыс // Всероссийская конференция по поведению животных: Сб. тезисов. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. С. 19.
- Бондаренко Нина А.* Изучение возможности формирования целенаправленного поведения у крыс с «одной пробы» в тесте «Экстраполяционное избавление» // Эволюционная и сравнительная психология в России: традиции и перспективы / Под ред. П. ред. А.Н. Харитонов. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2013. С. 122–130.
- Бондаренко О.Н.* Роль оксида азота в центральных дофаминергических механизмах эмоционального стресса: дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 2002.

What Do Rats Learn in an “Extrapolatory Escape Test”?

Bondarenko N.A. *

pochinok30@rambler.ru

Fund “Development of emotional stress pharmacology”, Moscow, Russia

Abstract. Rats were trained to dive to escape from a cylinder with one end immersed in water to a depth of 2 cm. (the “extrapolatory escape test”). Jumping (fear water behavior) was ineffective. In the first trial, some rats dived without jumping (“J-”) but other rats jumped before diving (“J+”). The diving acquisition was faster in J+ rats. The J- rats jumped on the second trial. We propose that strong fear triggered associative learning, and that low fear is a key stimulus for the conditional emotional response in an acute stress situation.

Keywords: rats, diving, learning, stress

ВЛИЯНИЕ УСТАНОВКИ И ОБРАТНОЙ СВЯЗИ НА ИМПЛИЦИТНОЕ НАУЧЕНИЕ⁴

Бурмистров С.Н. *, Крюкова А.П.

burm33@mail.ru

Самарский государственный университет, Самара

Аннотация. Проведенное исследование было направлено на выявление эффектов взаимодействия эксплицитного и имплицитного знания. Основной целью работы было установить влияние предваряющей установки и обратной связи на эффекты имплицитного научения. Эксперимент проводился с использованием искусственных грамматик. Результаты показали, что осознаваемая информация оказывает влияние на имплицитное научение. В частности было обнаружено, что в условиях действия релевантной установки испытуемые приобретают знание, позволяющее классифицировать строки на уровне, значимо превышающем случайное угадывание. В то же время испытуемые, получавшие релевантную обратную связь, показали задержку реакции при ошибочных ответах, что также может указывать на приобретение знания структуры стимульного материала.

Ключевые слова: имплицитное научение, взаимодействие осознаваемого и неосознаваемого

Полвека назад в психологической литературе появилось понятие «имплицитное научение». В опубликованных в 1965 и 1967 годах работах А. Ребер указал, что имплицитное научение характеризуется двумя принципиальными особенностями: (а) это неосознаваемый процесс, и (б) оно создает абстрактные знания (Reber, 1989). Представленная А. Ребером точка зрения контрастировала с пониманием научения, получившим признание в психологии после так называемой когнитивной революции. Согласно этой позиции, научение определяется как относительно постоянное изменение знания, происходящее в результате поступления декларативных и процедурных знаний, которые человек будет впоследствии использовать для предсказания и контроля событий окружающей среды (Kihlstrom, 2007). Возможность использования знаний для предсказания и контроля событий подчеркивает участие сознания в процессе научения. Определение влияния эксплицитного знания на эффекты имплицитного научения стало объектом исследования в новой серии экспериментов А. Ребера. В этих экспериментах одну группу испытуемых перед процедурой ориентировали на сознательный поиск сложного правила, использованного при составлении строк, в то время как другой

⁴Материалы подготовлены в рамках проекта поддержанного РФФИ (проект № 13-06-00416).

группе о правиле не сообщалось. Обе группы на первом этапе запоминали строки, составленные с применением синтетической грамматики. В тестовой части требовалось определить, какие строки из нового набора составлены в соответствии с правилом, а какие нет. Результаты показали, что испытуемые первой группы допустили больше ошибок при классификации строк, кроме того, их описания правила были менее точными и содержательными, чем во второй группе (Reber, 1976). Таким образом, А. Ребер показал, что сознательная направленность на поиск правила несколько не способствует его обнаружению, более того, она может оказывать негативное влияние на результат. Аналогичные эффекты были установлены также в ряде других задач (см. например, Пономарев, 1976; Broadbent et al., 1986). В то же время негативное влияние эксплицитного знания на имплицитное научение, обнаруженное в экспериментах А. Ребера и других авторов, свидетельствует о том, что эти формы знания взаимодействуют в процессе научения.

Исследование взаимодействия осознаваемого и неосознаваемого знания играет важную роль для продвижения в решении целого ряда проблем. В их числе вопросы памяти и обучения, выделения уровней сознания и закономерности работы неосознаваемых механизмов. Так А.Ю. Агафонов отмечает, что взаимодействие между осознаваемым и неосознаваемым уровнями познания происходит при любых формах научения, а решение проблемы имплицитного научения напрямую зависит от прояснения природы этих отношений (Агафонов, 2012).

В данном исследовании рассматривались два типа взаимодействия осознаваемого и неосознаваемого знания:

- 1) влияние на эффекты имплицитного научения предваряющей установки и обратной связи;
- 2) влияние релевантной и иррелевантной осознаваемой информации на формирование абстрактного имплицитного знания.

Метод

В эксперименте приняли участие 60 человек обоих полов в возрасте от 18 до 40 лет. Испытуемых распределили случайным образом на четыре экспериментальные группы (ЭГ), по 15 человек в каждой. Для проведения эксперимента была разработана специальная компьютерная программа. Все опыты были проведены на компьютере с матрицей серийного образца при разрешении экрана 1366×768 пикселей.

Эксперимент состоял из трех частей: обучающей, тестовой и постэкспериментального интервью.

В обучающей части испытуемым на экране монитора в случайном порядке предъявлялась серия из 30 строк (15 грамматических и 15 аграмматических последовательностей). Для генерации грамматических

строк использовалась искусственная грамматика из работы А. Ребера (Reber, 1967). Примеры грамматических строк: ТТХVРХVТ, ТРРТV, VVPXVT. Примеры аграмматических строк: ТХХХVТ, РVVХV, VТТРХ.

Испытуемым сообщалось, что в ходе эксперимента им будут демонстрироваться строки, составленные из латинских букв, при составлении половины строк применялось специально разработанное правило, другая половина строк составлена случайным образом. Строки, отвечающие правилу, отмечены знаком «+» зеленого цвета; строки, составленные случайным образом — знаком «-» красного цвета.

Задача, поставленная перед испытуемыми, несколько отличалась. Испытуемым ЭГ1 и ЭГ2 знаки («+» или «-») демонстрировались до предъявления строк. Требовалось внимательно воспринимать предъявляемую стимульную информацию. Испытуемым ЭГ3 и ЭГ4 сначала предъявлялись строки. За время демонстрации строки они должны были определить, использовалось при ее составлении правило или нет. Знак, предъявляемый после демонстрации строки, выступал в качестве обратной связи, сообщающей испытуемым о правильности выбора.

Условия предъявления знаков в группах тоже отличались. В ЭГ1 и ЭГ3 предъявление знаков соответствовало указанному в инструкции. В ЭГ2 и ЭГ4 при предъявлении грамматических строк демонстрировался знак «-» красного цвета, а при предъявлении аграмматических строк знак «+» зеленого цвета. Таким образом, испытуемые ЭГ1 и ЭГ3 получали достоверную или релевантную информацию о стимульном материале, а испытуемые в ЭГ2 и ЭГ4 получали ложную или иррелевантную информацию.

Время экспозиции символа «+» или «-» — 1 сек. Время экспозиции строки — 3 сек. Условия предъявления стимульного материала представлены в табл. 1.

Таблица 1. Условия предъявления стимульного материала

Знак	Порядок демонстрации знаков	
	До предъявления строк	После предъявления строк
Релевантный	ЭГ1	ЭГ3
Иррелевантный	ЭГ2	ЭГ4

В тестовой части испытуемым всех четырех групп последовательно предъявлялись другие 30 строк, половина новых строк отвечала установленному правилу, при составлении остальных строк правило не соблюдалось. Порядок предъявления грамматических и аграмматических строк определялся случайным образом. Испытуемые должны были как

можно быстрее классифицировать строки на соответствие правилу. Время экспозиции строк не ограничивалось.

После решения задач тестовой части испытуемым предлагалось ответить на ряд вопросов, например: «На что Вы ориентировались, совершая выбор?», «Попробуйте сформулировать общее правило или частный критерий, использованный при составлении строк». Затем испытуемые выполняли задание на генерацию двух типов строк: отвечающих и не отвечающих правилу. Требовалось составить 5 грамматических и 5 аграмматических строк (количество букв не ограничивалось). Задание применялось в соответствии с разработанной Л. Джакоби процедурой диссоциации процессов (Jacoby, 1991).

Результаты

При анализе результатов учитывались два показателя имплицитного научения: «прямой» — процент правильно классифицированных строк, и «косвенный» — время принятия решения.

По первому показателю научение было обнаружено только в условиях релевантной установки (ЭГ1): количество верных ответов (56%) значительно превышает уровень случайного угадывания ($p < .05$). Полученный результат свидетельствует о том, что предваряющая установка, указывающая на соответствие или несоответствие стимульного материала правилу, существенным образом влияет на продуктивность имплицитного научения. Ожидаемы результаты, показанные испытуемыми ЭГ2, когда предъявление стимульного материала предваряла иррелевантная установка, и в ЭГ4, где после строк предъявлялась иррелевантная обратная связь. Отсутствие научения в условиях, когда испытуемые получают ложную информацию о наличии правила, позволяет предположить, что процесс имплицитного научения не изолирован от осознаваемой информации.

Для оценки второго показателя был произведен дифференцированный анализ времени решения для верных и ошибочных ответов во всех экспериментальных группах. Обнаружено, что в условиях релевантной обратной связи (ЭГ3) испытуемые значительно медленнее реагировали, когда давали ошибочные ответы, чем в случае правильных ответов ($p < .05$). В других ЭГ время решения при правильных и ошибочных ответах не обнаружило значимых отличий. Сравнение по времени реакции испытуемых, получавших релевантную установку (ЭГ1) и релевантную обратную связь (ЭГ3), показало, что испытуемые в ЭГ1 отвечали значительно дольше. Это может указывать на то, что некоторые формы знания структуры стимульного материала могут определяться только по «косвенным» показателям.

Данные постэкспериментального интервью не обнаружили корректных экспликаций грамматического правила. Испытуемые обращали внимание на повторяемость некоторых букв, длину строк и прочие критерии, в равной степени относящиеся как к грамматическим, так и к аграмматическим строкам.

В задании на генерацию по каждой группе был подсчитан средний процент грамматических и аграмматических строк. В тесте включающей генерации значимых различий между показателями во всех ЭГ не было обнаружено. В тесте исключаяющей генерации сравнение результатов групп с релевантной установкой (ЭГ1) и обратной связью (ЭГ3) также не зафиксировало значимых различий. Сравнение результатов групп с релевантными (ЭГ1, ЭГ3) и иррелевантными (ЭГ2, ЭГ4) символами показало, что испытуемые, получавшие релевантную информацию, продемонстрировали более высокие показатели ($p < .05$).

Таким образом, полученные результаты показали, что осознаваемая информация может оказывать влияние на формирование имплицитного знания. Вместе с тем разная выраженность показателей (процент правильных ответов и затраченное время) в группах с релевантными установкой (ЭГ1) и обратной связью (ЭГ3) может указывать на то, что испытуемые (ЭГ1) при выборе ответа в большей степени опирались на осознаваемое знание.

Литература

- Агафонов А.* Бессознательные обертоны осознания // По обе стороны сознания. Экспериментальные исследования по когнитивной психологии / Под ред. А.Ю. Агафонова. Самара: Издательский дом «Бахрах-М», 2012. С. 6–53.
- Пономарев Я.* Психология творчества. М.: Наука, 1975.
- Broadbent D.E., FitzGerald P., Broadbent M.H.* Implicit and explicit knowledge in the control of complex systems // *British Journal of Psychology*. 1986. Vol. 77. No. 1. P. 33–50.
- Jacoby L.L.* A process dissociation framework: Separating automatic from intentional uses of memory // *Journal of Memory and Language*. 1991. Vol. 30. No. 5. P. 513–541.
- Kihlstrom J.F., Dorfman J., Park L.* Implicit and explicit memory and learning // *The Blackwell Companion to Consciousness* / Под ред. S.S. M. Velmans. Oxford, UK: Blackwell, 2007. С. 525–539.
- Reber A.S.* Implicit learning of artificial grammars // *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 1967. Vol. 6. No. 6. P. 855–863. doi: 10.1016/S0022-5371(67)80149-X

Reber A.S. Implicit learning of synthetic languages: The role of instructional set // Journal of Experimental Psychology: Human Learning & Memory. 1976. Vol. 2. No. 1. P. 88–94. doi: 10.1037/0278-7393.2.1.88

Reber A.S. Implicit learning and tacit knowledge. // Journal of experimental psychology: General. 1989. Vol. 118. No. 3. P. 219–235.

The impact of attitude and feedback on implicit learning

Burmistrov S.N. *, Krukova A.P.

burm33@mail.ru

Samara State University, Samara, Russia

Abstract. Within the framework of this study we analyzed the impact of implicit and explicit learning interactions. The primary purpose of the study was to investigate the impact of anticipatory attitude and feedback on implicit learning. We used artificial grammar learning tasks during the experiment. The results showed that explicit information influences implicit learning. In particular, it was discovered that in the condition of relevant attitude, participants acquired knowledge that let them classify strings at a level significantly exceeding the rate of accidental reactions. At the same time, participants who received relevant feedback showed a response delay in the case of a mistake. This fact might be based on the acquisition of knowledge of the stimulus structure.

Keywords: implicit learning, interaction of consciousness and unconscious processes

ПЕРЕКРЫТИЕ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СЕТЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА, РЕГИСТРИРУЕМЫХ фМРТ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ И ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ⁵

Верхлютов В.М. *, Соколов П.А., Ушаков В.Л., Величковский Б.М.

verkhliutov@mail.ru

ИВНД и НФ РАН, НИЦ «Курчатовский институт»

Аннотация. Сравнивали сети состояния покоя (RSN) и крупномасштабные функциональные сети при выполнении заданий по данным фМРТ у человека в норме. Наблюдали пространственное перекрытие функциональных сетей при выполнении заданий и сетей состояния покоя. Исследуемые сети отличались по динамике активности. Сети состояния покоя флюктуировали хаотично. Динамика функциональных сетей была упорядочена и зависела от предъявляемой нагрузки. Изменения активности функциональных сетей во времени позволяли различить вид предъявляемого задания. Зрительная сеть состояния покоя была связана с первичным зрительным полем. Функциональная сеть при предъявлении зрительного стимула активировалась в центре ретинопической проекции. Сенсорные и моторные сети состояния покоя были привязаны к крупным бороздам мозга: шпорной, сильвиевой и роландовой.

Ключевые слова: функциональные сети головного мозга, сети состояния покоя, дефолтная сеть головного мозга, зрительная кора, фМРТ

Ранее нами были идентифицированы крупномасштабные функциональные сети головного мозга человека при выполнении ментальных заданий (Verkhlyutov et al., 2014).

Существует много работ, где исследуются функциональные сети в состоянии покоя (Barkhof et al., 2014), получившие название сетей состояния покоя (*resting state networks* — RSN).

Показано перекрытие RSN, выделяемых по данным фМРТ и главных узлов (*rich club*) структурных сетей (участки коры с наибольшей плотностью прилегающих пучков белого вещества), полученных методом диффузионного тензорного анализа (van den Heuvel, Sporns, 2013). Эти данные позволяют предположить, что функциональные сети состояния покоя связаны друг с другом посредством главных узлов.

Взаимоотношения RSN и сетей при выполнении заданий пока мало изучены.

⁵Работа поддержана РФФИ, проекты №13-04-01835, 15-29-01344 и РНФ, проект №14-28-00234.

Мы зарегистрировали фМРТ у 23 здоровых испытуемых в состоянии спокойного бодрствования на сканере с индукцией постоянного магнитного поля 3Т. Эти данные проанализировали с использованием метода независимых компонент и выделили RSN.

Дополнительно анализировали ранее полученные данные по функциональным сетям (21 здоровый испытуемый) для выявления перекрывающихся сетей при разных заданиях.

Функциональные сети состояния покоя, полученные на группе испытуемых, сравнивали с функциональными сетями при выполнении заданий. При совместном анализе всего массива данных показано перекрытие функциональных сетей в покое и при выполнении заданий. Наибольшей изменчивостью обладали сети при выполнении заданий. В данном случае они могли объединять две и более RSN. В наших экспериментах при выполнении заданий в единую сеть объединялись сенсомоторные и слуховые RSN.

В то же время анализ совместных данных позволил выделить 4 зрительных субсети, которые по-разному проявляли свою активность в покое и при нагрузках.

Литература

- Barkhof F., Haller S., Rombouts S.A.* Resting-State Functional MR Imaging: a new window to the brain // *Radiology*. 2014. Vol. 272. No. 1. P. 29–49. doi: 10.1148/radiol.14132388
- van den Heuvel M.P., Sporns O.* An anatomical substrate for integration among functional networks in human cortex // *The Journal of Neuroscience*. 2013. Vol. 33. No. 36. P. 14489–14500. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2128-13.2013
- Verkhlyutov V., Ushakov V., Sokolov P., Velichkovsky B.* Large-scale network analysis of imagination reveals extended but limited top-down components in human visual cognition // *Psychology in Russia: State of the Art*. 2014. Vol. 7. No. 4. P. 4–19.

The Overlap of Large-Scale Networks of the Human Brain fMRI Recorded in Resting State and When Performing Mental Tasks

Verkhlyutov V.M. *, Sokolov P.A., Ushakov V.L., Velichkovsky B.M.

verkhliutov@mail.ru

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS
National Research Centre “Kurchatov Institute”, Moscow, Russia

Abstract. We compared the resting state networks (RSN) and large-scale functional brain networks in the performance of tasks as measured by fMRI. We observed the spatial overlap of functional networks in the performance of tasks and RSNs. The test network dynamics differed in activity. RSNs have chaotic fluctuations. The dynamics of functional networks were streamlined, and dependent on the load requirements. The time changes in the activity of functional networks allowed us to distinguish the kind of task. Visual RSN has been linked to the primary visual field. A functional network upon presentation of a visual stimulus was activated in the center of the retinotopy projection. Sensory and motor RSNs were tied to large fissures in the brain: calcarine, Sylvian and Rolando.

Keywords: functional brain networks, resting state networks, default mode network, visual cortex, fMRI

ВЛИЯНИЕ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ УСЛОВИЙ НА РЕШЕНИЕ ИНСАЙТНЫХ ЗАДАЧ⁶

Владимиров И.Ю. *(1,2), Ермакова Т.Н. (1)

kein17@mail.ru

1 — ЯрГУ им. П.Г.Демидова, Ярославль; 2 — ИОН РАНХиГС, Москва

Аннотация. Важным моментом решения многих инсайтных текстовых задач является верная трактовка ключевого понятия условия, которое в повседневной жизни может иметь разные значения. В данной статье представлено исследование особенностей задач с различными типами условий, названных авторами как «однозначно-затрудняющие» и «амбивалентно-затрудняющие». В качестве метода исследования был выбран метод семантического прайминга. Результаты показали, что у испытуемых есть тенденция решать «амбивалентно-затрудняющие» задачи быстрее. Влияние прайминга не было выявлено — значимые различия во времени решения задач в зависимости от предъявляемого прайминга не выявлены. Задачи обоих типов оценивались испытуемыми в одинаковой мере инсайтными.

Ключевые слова: инсайт, лингвистические особенности, текстовые задачи, семантический прайминг, «однозначно-затрудняющие» условия, «амбивалентно-затрудняющие» условия, семантическое пространство

Начиная с работ К. Дункера, принято считать, что основным условием инсайтного решения является построение правильной репрезентации и преодоление репрезентации начальной, мешающей движению к целевому состоянию (см. Андерсон, 2002). Прежний опыт может затруднять решение задачи и выражаться в следующих эффектах: функциональная фиксированность (связанная с существованием в опыте функции какого-либо предмета, которую сложно заменить иной функцией), эффект Лачинсов (выражающийся в том, что субъект склонен использовать приведшую к успешному решению стратегию, даже если она не является наиболее простой), эффект прайминга (см. Андерсон, 2002). Если относительно того, как именно происходит реструктурирование репрезентации в процессе решения инсайтных пространственных задач, существуют некоторые модели механизмов решения (Knoblich et al., 1999), то относительно текстовых инсайтных задач хороших проверяемых моделей не имеется. Мы предположили, что фиксированность в решении ряда текстовых задач может определяться прагматикой, частотностью употребления тех или иных выражений. Например: «Мойщик окон во время работы на небоскребе поскользнулся, упал на землю, но

⁶Работа выполнена при поддержке фонда Михаила Прохорова (Карамзинские стипендии — 2015).

остался жив». В данном предложении «упал на землю» контекст и практика словоупотребления заставляет интерпретировать как «упал на землю с высоты». Мы предполагаем, что если каким-либо образом манипулировать контекстом и вероятностью смещения лингвистической неопределенности в ту или иную сторону, то можно изменить трудность и инсайтность решения задачи. Одним из способов такого воздействия может быть семантический прайминг (Фаликман, Койфман, 2005; Федорова, 2009). В нашей работе мы используем именно такую процедуру.

Мы выделили из текстовых задач такие, решение которых состояло в том, чтобы проинтерпретировать ключевой момент условия контринтуитивно, вопреки словоупотреблению. Пример с задачей про мойщика окон приведен выше. Первоначально мы отобрали 15 таких задач и провели пилотажную серию на выборке 34 испытуемых, чтобы выяснить, какие из них трактуются испытуемыми более однозначно, а какие амбивалентно.

Испытуемым предъявлялось предложение из задачи и предлагалось оценить, как они понимают действующие лица и их отношения по пятибалльной шкале. К примеру:

Ни один баскетболист в этом матче не забросил мяч в корзину.

Определите, насколько выделенное слово похоже на: «спортсмен» или «спортсменка».

По критерию Вилкоксона были выделены 4 задачи: 2 задачи с условиями, затрудняющими однозначно (есть значимые различия в пользу неверной трактовки), 2 задачи с условиями, которые затрудняют амбивалентно (нет значимых различий, вероятность обеих трактовок высока).

Далее для каждой из 4 задач были составлены тексты с праймингом. Мы предполагали, что семантический прайминг может действовать следующим образом. В случае совпадения текста прайминга с вариантом неопределенности, усиливающим фиксированность, задача будет решаться дольше и сложнее, а оценка ее «инсайтности» будет выше. В обратном случае задача будет решаться быстрее и оцениваться как менее инсайтная. Условия с нейтральным праймингом рассматриваются как контрольные. Эффект прайминга усиливается, когда прайминг повторяется несколько раз, но при этом не должен напрямую соотноситься с задачей, так что были составлены тексты на тему путешествий — краткие путеводители по 4 странам. Мы использовали 4 условия: нейтральный прайминг (не настраивающий ни на один, ни на другой способ трактования условий), верный и не верный прайминг, четвертым был вариант предъявления задачи без прайминга. Последнее условие в данном тексте не анализируется. Тексты содержат примерно $\frac{2}{3}$ совпадающего для всех условий материала (филлеры) и $\frac{1}{3}$ материала, увеличивающего смещение неоднозначности в ту или иную сторону (собственно прайм). В условиях нейтрального прайминга материал

прайма также неоднозначен. При отсутствии прайминга задача решается без предварительного воздействия. При решении испытуемые высказывали любые свои гипотезы вслух, и их предположения записывались на диктофон.

Каждый испытуемый решил каждую из 4 задач с разными видами прайминга. Эксперимент проводился на 36 испытуемых (без пересечения с группой первого этапа исследования). После решения каждой задачи испытуемый заполнял опросник на определение инсайтности задачи (Ellis et al., 2011).

Гипотезы:

1) Решение задач с верно настраивающим праймингом будет быстрее, чем решение задач с неверно настраивающим и нейтральным праймингом. Задачи будут восприниматься как более инсайтные, если они решаются после отвлекающего прайма, и наоборот.

2) Решение задач подтипа затрудняющих амбивалентно будет быстрее в условиях положительного прайминга, поскольку значение ключевого момента неравновесно и может быть легко сдвинуто, негативный же прайминг будет более существенно осложнять решение амбивалентных задач по той же причине. Оценка инсайтности ожидается более высокой для задач, однозначно затрудняющих.

Результаты исследования

В целом отметим, что не получено ни одного значимого эффекта, что может говорить в первую очередь о методической неудаче, которая может быть связана как с неудачным подбором прайма, так и с неудачным подбором задач. Последнее наиболее вероятно, так как обнаружилось то, что материал мог быть не уравнен по ряду дополнительных переменных, что будет проанализировано далее. Таким образом, в анализе результатов данной работы мы имеем дело не с закономерностями, а только с некоторыми тенденциями. Если анализировать тенденции, первая гипотеза близка к подтверждению: задания с положительным праймингом решаются быстрее, хотя, как уже сказано, значимого эффекта нет ($F(2, 105) = 1.91, p = .15$). Интересно и трудно объяснимо то, что не сработал негативный прайминг, мы попробуем проанализировать этот результат далее в общем контексте анализа. По результатам исследования решение задач с условиями, затрудняющими однозначно, в целом требует меньше времени, чем решение тех задач, условие которых затрудняется амбивалентно, и негативный прайминг увеличивает время решения именно однозначной задачи, что расходится с нашей второй гипотезой.

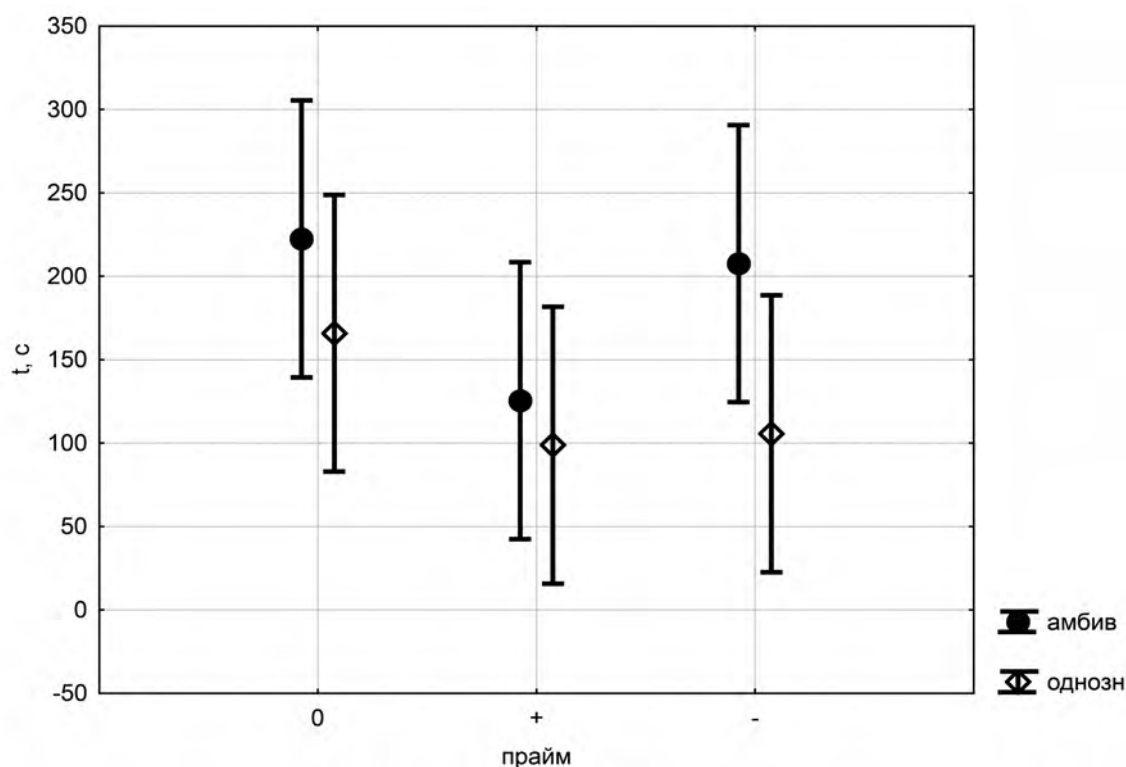


Рисунок 1. Влияние однозначности и типа прайма на время решения

Что касается оценки инсайтности, мы также не получили выраженного результата ($F(1,70) = 0.61, p = .44$) (разница между условиями отвлекающего и подсказывающего праймов). И хотя мы наблюдаем оценку заданий с негативным праймом как более инсайтных, никаких выводов из этого мы делать не можем. Что же касается степени однозначности ключевого момента, на оценке она не сказалась вовсе.

Попробуем проанализировать причину неоднозначности полученных данных. Несмотря на то, что затрудняющие однозначно задачи сами по себе настраивают решающего на неверное решение, часто задача даже не воспринималась как задача и ответ давался мгновенно после прочтения условий. Данный эффект может быть объяснен несколькими основаниями: возможно, на быстрое решение задач повлиял выраженный прагматический компонент, содержащийся в условии задач. Он отражает социальные условия и особенности среды, в которой функционирует человек (погодные условия региона проживания, ежедневно выполняемые действия и другие элементы субъективного опыта могут стать более сильным праймингом для решающего). С другой стороны, семантические пространства ключевых слов для решения задач могут содержать разные элементы, помогающие или затрудняющие нахождение решения.

Нами были проанализированы понятия, ключевые по нашему мнению для решения задач. С помощью лингвистического онлайн-тезауруса РуТез (см. Лукашевич, 2011) мы проанализировали отношения в семантических пространствах этих понятий.

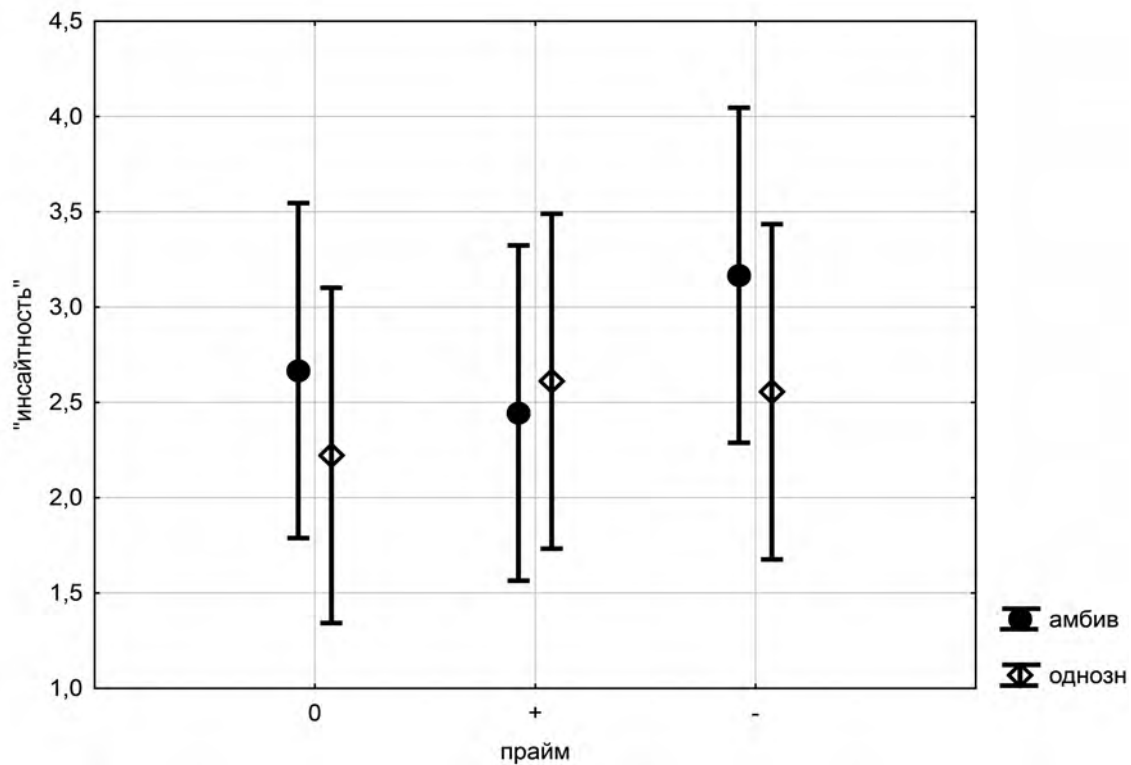


Рисунок 2. Влияние однозначности и типа прайма на оценку «инсайтности»

В семантических пространствах ключевых слов для решения затрудняющих однозначно задач очень близки понятия, отражающие суть решения. К примеру, решением одной задачи было понять, что поверхность озера покрыта льдом. Анализ понятия «поверхностные воды» позволил выяснить, что понятие «ледник» является его ассоциацией. Ассоциация понятия в контексте РуТез подразумевает близкую связь, онтологическую зависимость, следовательно невозможность одного понятия существовать без другого в субъективном семантическом пространстве. Испытуемым требовалось мало времени, чтобы пройти путь от ключевого понятия задачи к связанному с ним ведущему к решению понятию — задача решалась быстро. При решении такого типа задач испытуемым было не важно, настраивает ли прайминг на верное решение или неверное — из-за сильной близости понятий одно помогло быстро найти другое после нескольких случаев акцентирования одного из понятий в текстах, содержащих прайминг. Нейтральный прайминг в задачах такого типа замедлял решение, возможно, из-за того, что испытуемым требовалось время выделить главное понятие для решения в тексте задачи, чтобы начать его анализировать, а в группах с неверным и верным праймингом после прочтения настраивающих текстов испытуемые уже представляли, с каким понятием следует работать для нахождения решения.

Иначе дело обстоит с задачами, условия которых затрудняют решение амбивалентно. В семантических пространствах ключевых понятий решений нет понятий, ведущих к правильному решению. Понятия отождествляются с иными, которые лишь затрудняют ход решения. Найти конструкт, который послужит подсказкой для решения задачи, можно только посредством перехода к другим смежным семантическим пространствам. Такой переход требует больших временных затрат от испытуемого.

Подведем итог. Если вторая гипотеза не подтвердилась, первая подтвердилась частично — в случае задач с условиями, затрудняющими амбивалентно, верный прайминг положительно влиял на ход решения, в то время как нейтральный и неверно настраивающий увеличивали время решения. В задаче с однозначно затрудняющими условиями время решения было одинаково быстрым в случае с «верным» и «неверным» праймингом, в то время как нейтральный прайминг увеличивал время, необходимое для поиска решения. Отметим, что для корректной проверки наших гипотез необходимо будет дополнительное исследование, спланированное с учетом выявленного в ходе анализа возможного дополнительного механизма, также оказывающего влияние на решение инсайтных текстовых задач.

Литература

- Андерсон Д.* Когнитивная психология. СПб.: Питер, 2002.
- Лукашевич Н.В.* Тезаурусы в задачах информационного поиска. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2011.
- Фаликман М., Койфман А.* Виды прайминга в исследованиях восприятия и перцептивного внимания. Часть 1 // Вестник Московского Университета. Серия 14. Психология. 2005. № 3. С. 86–97.
- Фаликман М., Койфман А.* Виды прайминга в исследованиях восприятия и перцептивного внимания. Часть 2 // Вестник Московского Университета. Серия 14. Психология. 2005. № 4. С. 80–91.
- Федорова О.* Основы экспериментальной психолингвистики: синтаксический прайминг. Учебное пособие. М.: Спутник+, 2009.
- Ellis J.J., Glaholt M.G., Reingold E.M.* Eye movements reveal solution knowledge prior to insight // *Consciousness and Cognition*. 2011. Vol. 20. No. 3. P. 768–776. doi: 10.1016/j.concog.2010.12.007
- Knoblich G., Ohlsson S., Haider H., Rhenius D.* Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1999. Vol. 25. No. 6. P. 1534–1555. doi: 10.1037/0278-7393.25.6.1534

Influence of Linguistic Features of Instruction on Insight Problem Solutions

Vladimirov I.Yu. * (1,2), Ermakova T.N.(1)

kein17@mail.ru

1 — P.G.Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl; 2 — The school of Public Policy of the Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, Russia

Abstract. A correct interpretation of key concepts in instruction is an important aspect in finding solutions for insight problems. Those concepts may have various meanings used by people in everyday life. The article presents a study of the particular qualities of problems conveyed in text, with different types of wording mentioned by the authors as “1-way-complicating” and “ambivalent-complicating”. A method of semantic priming was used as the research method. The results showed that participants tend to solve the “ambivalent-complicating” problems faster than the “1-way-complicating” problems. No effect of priming was revealed. Furthermore, there was no significant difference in the time it took to solve problems, depending on the type of priming.

Keywords: insight, linguistic features, text problems, semantic priming, “1-way-complicating” problems, “ambivalent-complicating” problems, semantic space

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНДУКЦИИ ИНСАЙТНОГО РЕШЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ МЫСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПЕРЕХОДА ИЗ ОБРАЗНОГО ФОРМАТА РЕПРЕЗЕНТАЦИИ В СИМВОЛЬНЫЙ⁷

Владимиров И.Ю. *, Секурцева Ю.Г., Чистопольская А.В.

kein17@mail.ru

ЯрГУ им. П.Г.Демидова

Аннотация. Данная работа посвящена рассмотрению вопроса о том, как инсайтное решение может изучаться и индуцироваться с помощью задач, имеющих двойную природу. Таких задач, которые при различных условиях провоцируют либо инсайтное решение, либо поиск решения по алгоритму. Примером могут являться задачи, требующие перехода из образного кода репрезентации в символичный. Нами показано, что в условиях отсутствия опыта решения подобных задач испытуемый решает их инсайтно, а в случае знакомства с принципом решения использует алгоритм. Полученные результаты имеют как методическую (показана пригодность материала для исследования инсайтного решения с помощью ай-трекинга), так и теоретическую ценность (показано, что преодоление фиксированности является одним из механизмов инсайтного решения).

Ключевые слова: инсайт; преодоление фиксированности; ай-трекинг; задачи, требующие перехода из образного кода репрезентации в символичный

Постановка проблемы

В наших предыдущих работах была доказана специфика протекания инсайтного решения по сравнению с алгоритмизированным (в частности, была показана важная роль модально-специфичной обработки информации при решении инсайтных задач в отличие от рутинных) (Владимиров, Чистопольская, 2012). Далее закономерно встает вопрос о том, что же происходит при инсайтном обнаружении решения, в чем, собственно, состоит его механизм. Классические методы психологии мышления, такие как анализ протоколов рассуждения вслух и анализ срезов репрезентаций, не позволяют ответить на данный вопрос, поскольку они: а) оказывают влияние на сам процесс решения, интерферируя с ним, искажая его ход; б) как правило, основаны на вербальном отчете и включают анализ только осознаваемых компонентов мыслительного процесса. Тем самым происходит значительная редукция и уплощение феноменологической картины исследуемого процесса; в) обладают весьма низкой «частотой опроса», в то время как процесс решения (особенно инсайтно-

⁷Исследование поддержано РФФИ, проект № 14-06-00441а.

го) зачастую свернут и значимые этапы решения могут занимать микро-промежутки времени (таким образом, возможен лишь анализ грубой динамики, недостаточный для вскрытия механизмов инсайтного решения). Указанные особенности приводят к необходимости методологического поиска способов объективации хода решения с возможностью фиксации микродинамики процесса мышления без влияния на сам этот процесс с целью вскрытия механизмов инсайтного решения. Наиболее оптимальным вариантом решения обозначенных вопросов является использование методологии регистрации движения глаз (айтрекинг) при решении пространственных мыслительных задач. Важным при этом является анализ трекерных данных на однородном сопоставимом стимульном материале. Однако большинство экспериментов с использованием методологии айтрекинга (Kahneman, 1973; Knoblich et al., 2001; Jones, 2003; Grant, Spivey, 2003; Thomas, Lleras, 2007; Wong, 2009) построено на решении задач, устроенных по разным принципам. Эксперименты по условно инсайтному решению анаграмм, построенных однотипно (Ellis, 2012) неоднозначны и также вызывают ряд вопросов относительно самого материала (насколько решение анаграмм может считаться инсайтным).

Основываясь на ранее полученных данных (Владимиров, Чистопольская, 2012), мы имеем основания полагать, что смена формата репрезентации (переход из образного кода в символьный, и наоборот) может лежать в основе нахождения инсайтного решения. Для проверки данной гипотезы в исследовании с технологией ай-трекинга необходимо подобрать максимально однородный материал. В данной работе мы анализируем семейство задач следующего типа.



Рисунок 1. Пример задачи. От испытуемого требовалось выявить закономерность и предложить четвертую фигуру вместо знака вопроса

Предполагается, что «инсайтность» решения заключается в абстрагировании от первично заданных условиями задачи репрезентации и перехода на иной уровень выделения и оперирования элементами задачи (переструктурирование первичной репрезентации). В первой задаче решатель изначально оперирует образным типом данных (видит стрелочку, весы, елку), в то время как ответ предполагает выход на символичный уровень (9, 7, 5 и 3 в данном случае), поскольку здесь представлены зеркально отраженные цифры.

Однако последующие задачи, устроенные по такой схеме, будут являться неинсайтными, поскольку решением будет не переход на принципиально иной уровень репрезентации (поиск функционального решения), а поиск закономерности внутри одного формата условий (поиск реализуемого решения). Для проверки описанных выше предположений относительно инсайтности решения потребуется анализ распределения внимания по зонам интереса в поле решаемой задачи и анализ зрительной траектории в процессе решения. Вероятно, данные для инсайтного и неинсайтного решения будут различаться. Описанные задачи обладают рядом преимуществ, прежде всего они позволяют исследовать мыслительный процесс на гомогенном стимульном материале (задачи формально равны по объективной структуре), а кроме того, удобны для регистрации и анализа движений глаз при использовании методологии айтрекинга.

Цель данной работы заключается в апробации разработанных задач для возможности дальнейшей проверки центральной гипотезы о механизмах нахождения инсайтного решения.

Гипотеза: первая предъявляемая решателю задача описанного выше типа будет индуцировать инсайтное решение, последующие же — решение по алгоритму. Это будет проявляться во времени решения, субъективных оценках решения и количестве сопутствующих «ага-реакций».

Процедура исследования

Испытуемому предлагалось решать две задачи, описанные выше. После решения задачи с испытуемым проводилось пост-экспериментальное интервью, позволяющее определить степень инсайтности только что решенной задачи (например, нужно было согласиться / не согласиться с утверждениями типа «решение найдено внезапно, спонтанно»; «решая эту задачу, я даже не представлял, в каком направлении следует двигаться» и т.д.). Фиксировалось время решения, оценка степени инсайтности решения, а также наличие «ага-реакций» по ходу решения (то есть речевая продукция эмоционального характера: междометия, вскрики, смех и т.п.)

Выборка: в исследовании приняло участие 20 человек (18 девушек, 2 юноши; средний возраст = 18.6).

Результаты

1. Сравнялось среднее время решения инсайтной (первой предъявляемой задачи) и неинсайтной — рутинной, предъявляемой второй. На графике представлены результаты однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA).

Как видно из графика (рис. 2), наблюдается значимое влияние типа задачи на среднее время решения. Рутинная задача решается в среднем значительно быстрее, нежели инсайтная.

2. Сравнялись оценки ощущения «инсайтности» только что решенной задачи по результатам опросника.

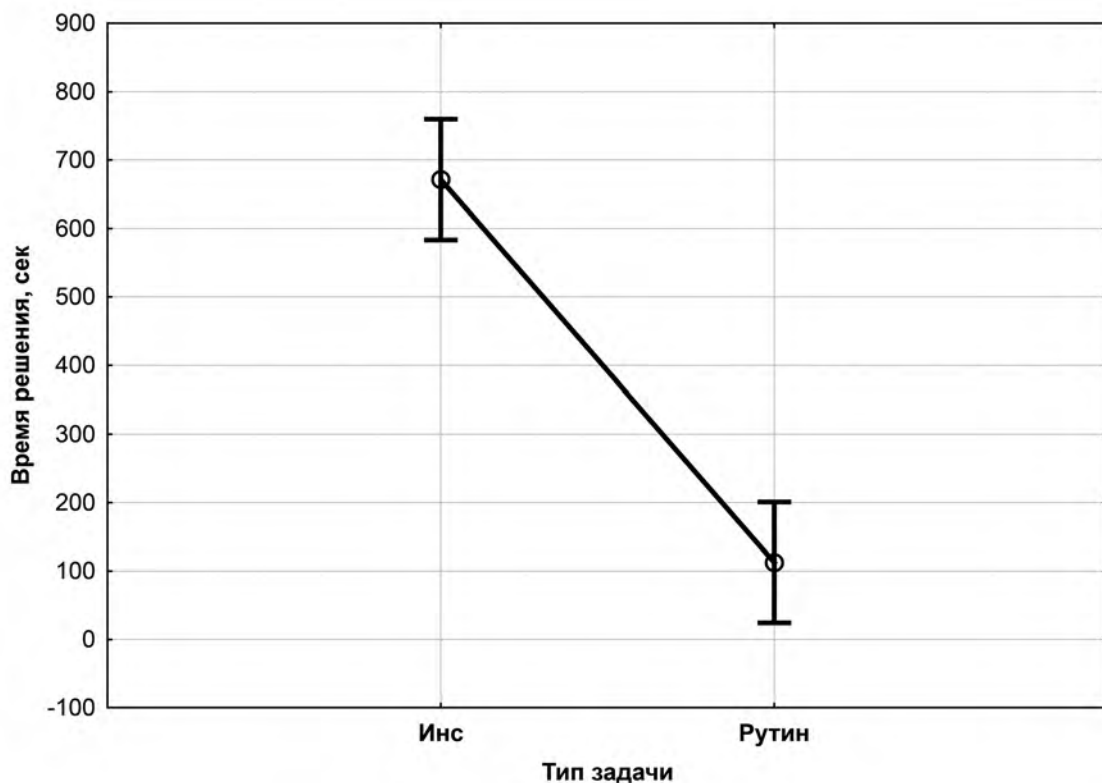


Рисунок 2. График зависимости среднего времени решения задачи от типа задачи (инсайтная и рутинная, алгоритмизируемая)

Как видно из графика (рис. 3), для инсайтной задачи оценки ощущения инсайтности значительно выше. С помощью статистического критерия хи-квадрат были выявлены значимые различия по количеству сопутствующих решению «ага-реакций» в инсайтных и неинсайтных задачах ($\chi^2 = 22.56$, $p < .001$). «Ага-реакции» фиксировались на основании анализа аудиопrotocolов решений (наличие эмоциональных высказываний и высказываний, отражающих внезапность осознания решения). Подсчитывалось количество задач, где такие паттерны речевой продукции

наблюдались. В инсайтном типе задач этих реакций значительно больше, по сравнению с неинсайтным. Оценка собственно инсайтности задачи также значительно различается в первой и второй предъявляемой задачах ($\chi^2 = 5.58$, $p = .002$).

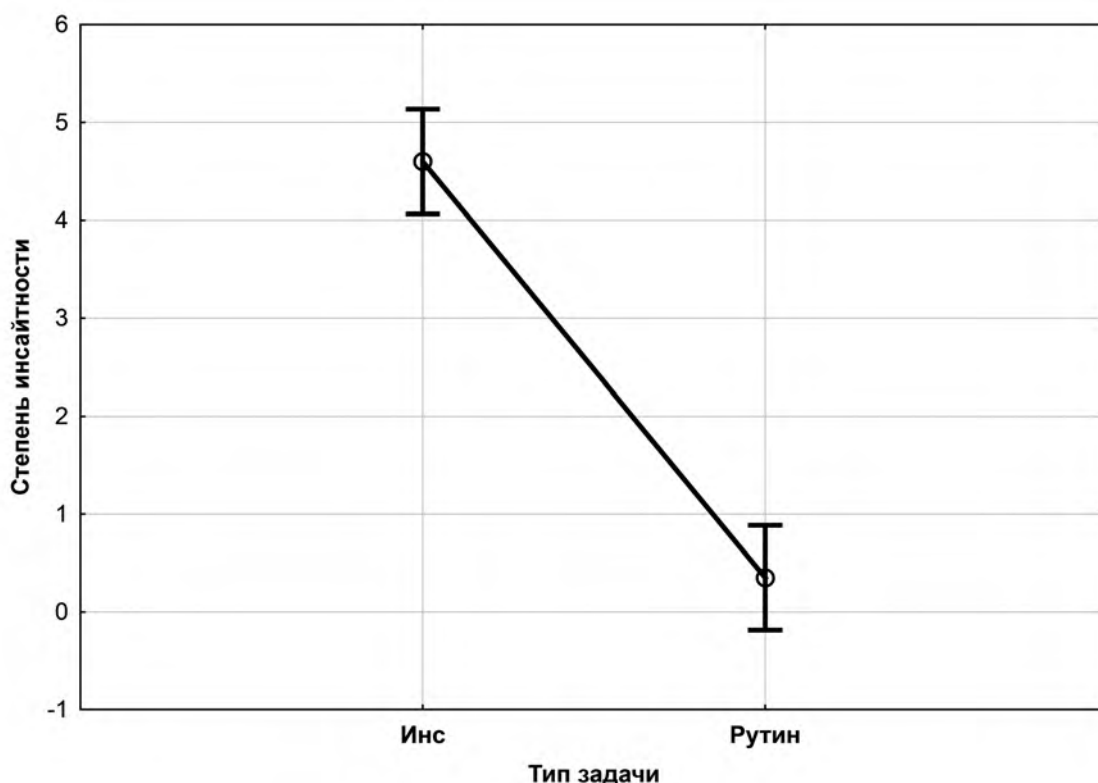


Рисунок 3. График зависимости оценки степени инсайтности задачи от типа задачи (инсайтная и рутинная, алгоритмизируемая).

Таким образом, результаты, приведенные выше, позволяют говорить о том, что рассматриваемый класс задач индуцирует инсайтное решение при первом их предъявлении, однако при последующем их предъявлении они могут выступать как задачи рутинного типа. Это означает, что данные задачи адекватны поставленным целям и могут применяться для исследования особенностей переструктурирования репрезентации на этапе инкубации при решении инсайтных задач с помощью регистрации движения глаз. Отметим, что помимо указанной методической ценности данное исследование имеет самостоятельное значение, заключающееся в демонстрации относительности феномена инсайтности и связи его с преодолением фиксированности.

Литература

Владимиров И., Чистопольская А. Динамика распределения внимания при решении инсайтной задачи // Шестая международная конференция по

когнитивной науке: тезисы докладов; Калининград, 23.06.14-27.06.14
Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2014. С. 213–215.

Ellis J.J. Using eye movements to investigate insight problem solving.
Unpublished doctoral dissertation, University of Toronto, 2012.

Grant E.R., Spivey M.J. Eye movements and problem solving guiding attention guides thought // *Psychological Science*. 2003. Vol. 14. No. 5. P. 462–466. doi: 10.1111/1467-9280.02454

Jones G. Testing two cognitive theories of insight // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2003. Vol. 29. No. 5. P. 1017–1027. doi: 10.1037/0278-7393.29.5.1017

Kahneman D. Attention and effort. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall Inc., 1973.

Knoblich G., Ohlsson S., Raney G.E. An eye movement study of insight problem solving // *Memory & Cognition*. 2001. Vol. 29. No. 7. P. 1000–1009. doi: 10.3758/BF03195762

Thomas L.E., Lleras A. Moving eyes and moving thought: On the spatial compatibility between eye movements and cognition // *Psychonomic bulletin & review*. 2007. Vol. 14. No. 4. P. 663–668. doi: 10.3758/BF03196818

Wong T.J. Capturing 'Aha!' moments of puzzle problems using pupillary responses and blinks. Unpublished doctoral dissertation, University of Pittsburgh, 2009.

Induction of an Insightful Solution for Problems that Require Switching from Image to Symbolic Representation

Vladimirov I.Yu. *, Sekurceva Yu.G., Chistopolskaya A.V.

kein17@mail.ru

P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

Abstract. The current article is dedicated to the investigation of insightful solutions and induction for problems of dualistic nature, which are problems that can be solved either insightfully or via algorithmic search. Problems that require changing from an image representation to a symbolic one are an example of such problems. It was shown that when participants lack experience with solving such problems, they tend to solve problems insightfully, while participants who have such experience use a solving algorithm. The obtained data have methodological value (stimuli were shown to be suitable for insight solution investigations using eye-tracking) and theoretical value (overcoming functional fixedness was shown to be one of the mechanisms for insightful solutions).

Keywords: insight, functional fixedness overcoming, eye-tracking, problem solving

ИЗБИРАТЕЛЬНОЕ НАРУШЕНИЕ УПОТРЕБЛЕНИЯ ГЛАГОЛОВ И СУЩЕСТВИТЕЛЬНЫХ ПРИ ПОРАЖЕНИИ ЛОБНЫХ И ВИСОЧНЫХ ДОЛЕЙ МОЗГА: ПРАВИЛО ИЛИ ИСКЛЮЧЕНИЕ?⁸

Власова Р.М. *

rosavlas@gmail.com

Национальный исследовательский университет
«Высшая Школа Экономики»; ФГАУ «ЛРЦ» Минздрава

Аннотация. Имеются многочисленные данные о том, что при поражении лобных долей головного мозга у пациентов больше страдает употребление глаголов, чем существительных, а при поражении височных отделов мозга сильнее страдает употребление существительных, чем глаголов, это явление было названо феноменом двойной диссоциации употребления глаголов и существительных. В данной работе было показано, что данный феномен у пациентов с поражением лобной и височной доли левого полушария встречается крайне редко и его возникновение является скорее исключением, чем правилом.

Ключевые слова: диссоциация, существительное, глагол, нарушение речи, нейропсихологическое обследование

Введение

Избирательное нарушение употребления глаголов и существительных, или феномен двойной диссоциации употребления глаголов и существительных, был многократно описан в отечественной и западной афазиологической литературе (например, Цветкова и др., 1979; Mätzig et al., 2009). Так, принято считать, что при поражении височной доли ведущего по речи полушария преимущественно страдает употребление существительных, а при поражении лобной доли — употребление глаголов (Damasio, Tranel, 1993). Среди причин такой диссоциации принято называть отдельную репрезентацию глаголов и существительных в коре головного мозга (Caramazza, Hillis, 1991; Damasio, Tranel, 1993). Тем не менее методами нейровизуализации, такими как позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) или функциональная магнитно-резонансная томография (фМРТ), такой отдельной локализации в коре головного мозга для процессов, связанных с употреблением глаголов и существительных, обнаружено не было. Для преодоления этой несогласованности

⁸В статье использованы результаты, полученные в ходе выполнения проекта (№ проекта 14-01-0051), в рамках Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014–2015 гг.

нейровизуализационных и клинических данных появилось множество альтернативных объяснений диссоциации употребления глаголов и существительных. Например, среди причин такой диссоциации называют морфологические различия между глаголами и существительными (Tyler et al., 2008), различия в образности между этими частями речи (Crepaldi et al., 2006), несбалансированность по визуальной сложности изображений для названия предметов и действий (Liljeström et al., 2008), недостаточная экологическая валидность теста, которая чаще всего используется для выявления данного феномена — название объектов и действий по рисунку. Кроме того, в предыдущих работах, направленных на изучение диссоциированного нарушения употребления глаголов и существительных, использовались данные специально отобранных в исследование пациентов, у которых такой паттерн нарушения встречается, но ничего не известно о его распространенности среди пациентов со сходной этиологией заболевания и локализацией поражения.

В данном исследовании сделана попытка проследить, с какой частотой и у каких групп пациентов возникает избирательное нарушение употребления глаголов и существительных. Для этого использовались данные оценки речи пациентов с объемными образованиями головного мозга в лобной и височной долях ведущего по речи полушария перед операцией и в раннем послеоперационном периоде. Это позволило выявить частоту встречаемости и феноменологию избирательного нарушения названия глаголов и существительных в данной выборке на разных этапах заболевания.

Методика

Обследовано двадцать два пациента с объемными образованиями головного мозга в лобных (14 пациентов) и височных долях (8 пациентов) ведущего по речи полушария. Средний возраст пациентов — 39 лет ($SD = 12$); 8 мужчин, 14 женщин.

Для выявления наличия диссоциации употребления глаголов и существительных у каждого из пациентов были использованы субтесты на название действий и предметов по рисункам из методики «Оценка речи при афазии» (Цветкова, Пылаева, Ахутина, 1981). Для каждого испытуемого было подсчитано количество правильных номинаций для объектов и действий по рисункам в дооперационном и послеоперационном периоде. Отдельно в дооперационном периоде и отдельно по послеоперационному периоду была подсчитана разница между продуктивностью названия объектов и действий. Наличие у пациента диссоциации употребления глаголов и существительных устанавливалось в том случае, если разница между успешностью названия предметов и действий различалась у него больше, чем на 1.5 стандартного отклонения по выборке.

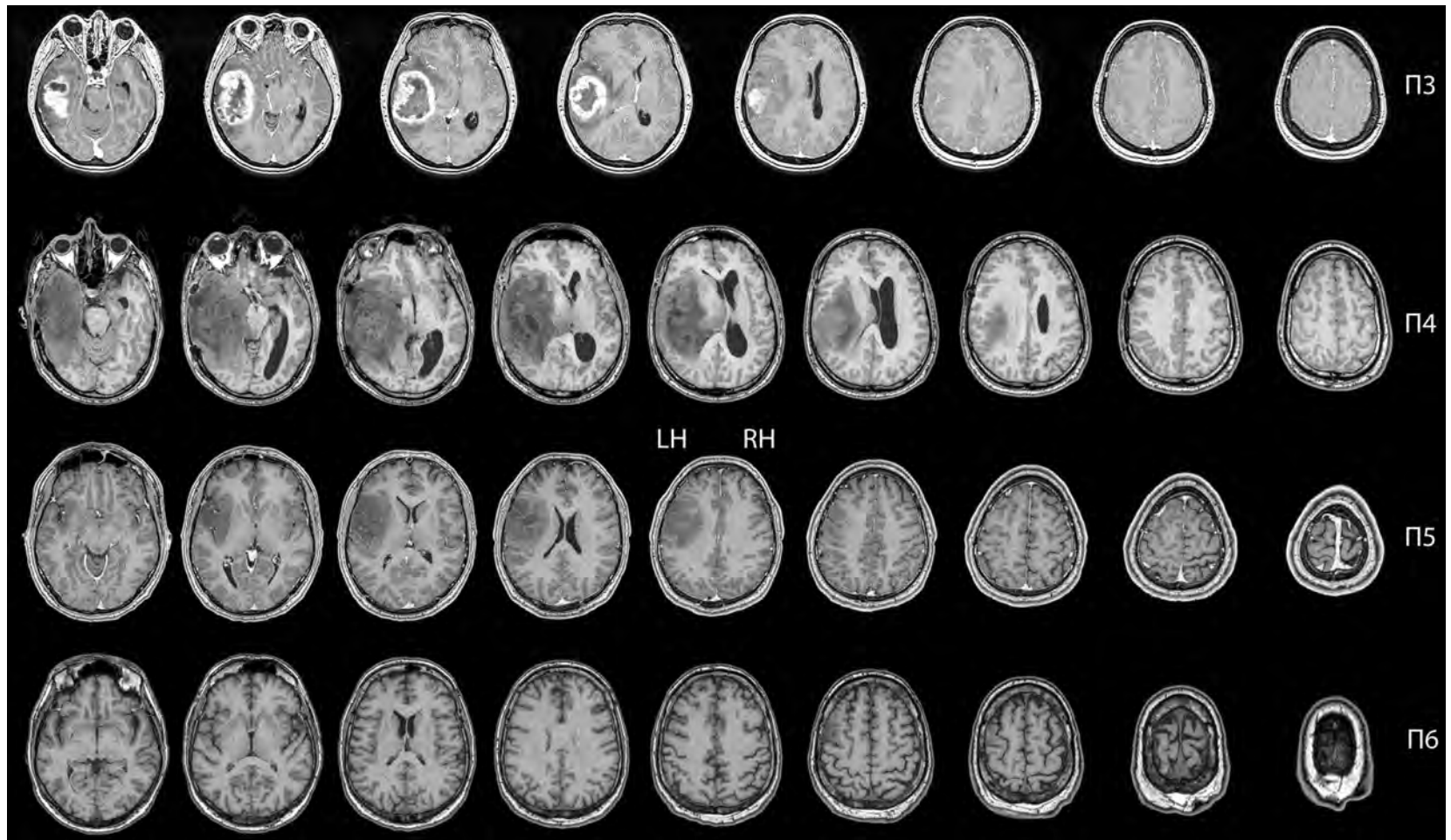


Рисунок 1. МРТ-изображения головного мозга пациентов П3, П4 (локализация объемного образования в левой височной доле) и П5, П6 (локализация объемного образования в левой лобной доле)

Результаты

В дооперационном периоде нарушения речи у пациентов практически отсутствовали. Так, эффект лучшего называния глаголов по сравнению с существительными был обнаружен у двух пациенток (П1 и П2), у одной объемное образование локализовалось в левой лобной доле, у второй — в левой височной доле. Абсолютная разница между продуктивностью в назывании предметов и действий была невелика (2 и 3 слова соответственно), но в дооперационном периоде данная разница попадала под выбранный формальный критерий и отклонялась от среднего значения по выборке больше, чем на 1.5 стандартного отклонения. Случаев более успешного называния существительных по сравнению с глаголами обнаружено не было.

В послеоперационном периоде у десяти пациентов из 22 появились значительные нарушения речи. Диссоциация обнаружена у четырех пациентов из этих десяти человек. При этом пациенты, демонстрировавшие эффект более успешного называния действий по сравнению с предметами в дооперационном периоде, в их число не вошли, так как перестали отвечать выбранному критерию — разница в успешности называния предметов и действий должна отличаться от среднего больше, чем на 1.5 стандартного отклонения по выборке.

В послеоперационном периоде пациенты П3 и П4 с локализацией поражения в области левой лобной доли более успешно называют предметы, чем действия. Пациенты П5 и П6 с локализацией поражения в левой височной доле хуже справляются с называнием предметов, чем действий (Рис. 1).

Таблица 1. Продуктивность называния предметов и действий по рисункам в дооперационном и послеоперационном периоде

	Продуктивность называния		
	Действия (v)	Предметы (n)	Разница (n-v)
До операции	29.5 (SD = 0.98)	29.4 (SD = 0.92)	-0.09 (SD = 0.9)
После операции	24.1 (SD = 9.16)	23.8 (SD = 9.75)	-0.22 (SD = 5.28)

Обсуждение результатов

Полученные данные в целом согласуются с данными литературы. Так, преимущественное нарушение употребления глаголов возникает по нашим данным, как и по данным литературы, в случае локализации поражения в лобной доле, а преимущественное нарушение употребления существительных — в височной доле ведущего по речи полушария

(Caramazza, Hillis, 1991; Damasio, Tranel, 1993). Тем не менее есть и единичное исключение — одна пациентка из 22 с локализацией поражения в левой лобной доле в дооперационном периоде лучше справлялась с называнием глаголов, чем существительных, что противоречит классическим данным.

Особое внимание хочется обратить на то, что лишь два человека в дооперационном периоде и 4 в послеоперационном из 22 демонстрируют феномен диссоциации употребления глаголов и существительных, при том что каждый из них имеет поражение в лобных и височных долях ведущего по речи полушария. Данный факт говорит о том, что сам по себе феномен такого избирательного нарушения употребления глаголов и существительных при поражении носит скорее исключительный характер, чем является правилом. Эта же тенденция прослеживается и в метааналитическом обзоре Mätzig и коллег (2009), где показано, что доля пациентов с избирательным нарушением употребления глаголов и существительных в исследованиях, где тестировалось название объектов и действий относительно невелико. Этот факт авторами констатируется, но никак не интерпретируется, а для дальнейшего анализа берутся только данные тех пациентов, у которых удалось зафиксировать значительные различия в успешности употребления пациентами глаголов и существительных.

Возможно, ранее описанные закономерности феномена двойной диссоциации нарушения употребления глаголов и существительных не обладают достаточной валидностью, поскольку были получены на специально подобранных группах пациентов, демонстрирующих на самом деле довольно редкое явление, при этом статьи не содержат информации о том, сколько пациентов с такой же локализацией поражения не демонстрировали признаков преимущественного нарушения употребления глаголов и существительных. На полученных в данном исследовании результатах не удалось выявить признаков, которые бы отличали пациентов, продемонстрировавших феномен диссоциации употребления глаголов и существительных, от остальных пациентов в выборке. Данную работу необходимо продолжить с использованием более точных методов локализации области поражения в мозге и его связи с паттерном нарушений речи пациента, например, методом картирования «симптом-поражения» (*voxel-based lesion mapping*).

Литература

- Caramazza A., Hillis A.E. Lexical organization of nouns and verbs in the brain // Nature. 1991. Vol. 349. No. 6312. P. 788–790.
- Crepaldi D., Aggujaro S., Arduino L.S., Zonca G., Ghirardi G., Inzaghi M.G., Colombo M., Chierchia G., Luzzatti C. Noun--verb dissociation in aphasia: The

role of imageability and functional locus of the lesion // *Neuropsychologia*. 2006. Vol. 44. No. 1. P. 73–89.

Damasio A.R., Tranel D. Nouns and verbs are retrieved with differently distributed neural systems // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1993. Vol. 90. No. 11. P. 4957–4960.

Liljeström M., Tarkiainen A., Parviainen T., Kujala J., Numminen J., Hiltunen J., Laine M., Salmelin R. Perceiving and naming actions and objects // *Neuroimage*. 2008. Vol. 41. No. 3. P. 1132–1141.

Mätzig S., Druks J., Masterson J., Vigliocco G. Noun and verb differences in picture naming: Past studies and new evidence // *Cortex*. 2009. Vol. 45. No. 6. P. 738–758. doi: 10.1016/j.cortex.2008.10.003

Tyler L.K., Randall B., Stamatakis E.A. Cortical differentiation for nouns and verbs depends on grammatical markers // *Journal of Cognitive Neuroscience*. 2008. Vol. 20. No. 8. P. 1381–1389.

Цветкова Л., Ахутина Т., Полонская Н., Пылаева Н. Исследование называния у больных с афазией // *Проблемы афазии и восстановительного обучения* / Под ред. П. ред. Л.С. Цветковой.. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979.

Цветкова Л., Пылаева Н., Ахутина Т. Оценка речи при афазии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981.

Noun-Verb Dissociation in Patients with Damaged Frontal and Temporal Lobes: the Rule or the Exception?

Vlasova R.M.*

rosavlas@gmail.com

National Research University «Higher School of Economics»,
Federal Center of Treatment and Rehabilitation, Moscow, Russia

Abstract. Noun-verb dissociation following brain damage has been reported in numerous neuropsychological case studies. According to the results of the present study, the phenomenon of noun-verb dissociation in patients with damage to the frontal and temporal lobes is not the rule but the exception.

Keywords: dissociation, noun, verb, speech disorders, neuropsychological assessment

ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОРИЕНТАЦИОННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА⁹

Герасименко Н.Ю. *, Славущая А.В., Михайлова Е.С.

nger@mail.ru

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН

Аннотация. У молодых здоровых испытуемых анализировали ориентационную чувствительность зрительной системы в поведенческих экспериментах. В 1 и 3 экспериментах испытуемые определяли точный угол наклона линий. Во 2 эксперименте испытуемые должны были определить близость тестовых линий к горизонтали, вертикали или к 45 градусам. Базовые ориентации определяются точнее и быстрее по сравнению с промежуточными. Ошибочные оценки наклонных линий связаны с эффектами «нормализации наклона» и проявлялись в смещении ответа в сторону базовых осей. Преобладание информации об одной из кардинальных осей определяет направление этого эффекта. Женщины совершают больше ошибок в тестах точной оценки ориентации. Предположительно гендерные различия связаны с особенностями мозговой организации внутренней референтной системы отсчета.

Ключевые слова: человек, зрение, ориентационная чувствительность, анизотропия, гендерные различия

Выделение линий базовых и промежуточных ориентаций является одним из первых основных этапов анализа формы объекта в зрительной системе человека и животных (Hubel, Wiesel, 1962; Шевелев, 1999). Вопрос о механизмах ориентационной чувствительности зрения человека остается во многом открытым.

В работе исследовалась ориентационная чувствительность здоровых молодых людей. Решался вопрос, как влияет пол испытуемого и характер выполняемой задачи на параметры ориентационной чувствительности.

Мы использовали несколько зрительных задач, в которых испытуемые проводили оценку ориентации отрезков линий. В первом эксперименте на большой группе испытуемых (70 мужчин, 64 женщины) было проведено тестирование с использованием теста Бентона (Benton et al., 1978). Испытуемый должен был точно определить ориентацию тестовых отрезков линий (расположенных вверху), «выбрав» ее из набора эталонных ориентаций («веера» внизу) (рис. 1А). Данный эксперимент проводили при нормальной освещенности.

Дисперсионный анализ количества ошибок с учетом внутригруппового фактора Ориентация (12 уровней) и межгруппового Пол (2 уровня),

⁹Работа поддержана Грантами РФФИ № 14-04-00706 и РГНФ № 15-36-01349.

выявил значимый эффект Ориентации ($F(11,1452) = 62.455$; $p < .0001$) и взаимодействие Ориентация \times Пол ($F(11,1452) = 8.384$; $p < .0001$). При выполнении задания мужчины делали значительно меньше ошибок, чем женщины: в мужской группе — 6.2 ± 0.7 , в женской — 10.8 ± 0.7 ($p < .0005$). На рис. 1Б представлены данные по количеству ошибок. Видно, что число ошибок возрастает при отдалении от кардинальных осей. Наиболее «трудными» для определения ориентации были линии с номерами 3, 4, 5, 9, 10, 11, соответствующие 30, 45 и 60 град. отклонения от вертикали. Причем при их идентификации женщины совершали больше ошибок по сравнению с мужчинами ($0.0005 < p < .05$). При ошибках испытуемые значимо чаще идентифицировали эти линии как расположенные ближе к горизонтали. В целом по группе количество ошибочных ответов больше в сторону горизонтали — 5.55 ± 0.37 — и меньше в сторону вертикали — 0.44 ± 0.08 ($p < .0005$). Для этого эффекта не выявлено значимых различий между мужчинами и женщинами.

На основании результатов теста Бентона были отобраны испытуемые для участия в дальнейших экспериментах. Для этого был проведен анализ количества ошибок при определении «трудных» ориентаций. На рис. 1В видно, что у женщин график распределения числа ошибок подчиняется закону нормального распределения ($p = 0.32$, критерий Шапиро-Уилка), они совершают от 0 до 18 ошибок (8.1 ± 0.6). Мужчины совершают при определении этих ориентаций от 0 до 14 ошибок (3.9 ± 0.4), но распределение их данных отличается от нормального ($p < .00001$, критерий Шапиро-Уилка). В группе мужчин методом кластерного анализа (метод k-means) были выделены две подгруппы. Мужчины первой подгруппы (49 человек) характеризовались высокой точностью определения угла наклона линий и совершали от 0 до 4 ошибок (1.5 ± 0.2). Испытуемые второй подгруппы (21 человек) хуже определяли угол наклона, допуская больше 5 ошибок (7.0 ± 0.4).

Для участия в дальнейших экспериментах отбирались типичные представители мужской и женской групп. 20 мужчин были выбраны из более многочисленной первой подгруппы. У них среднее число ошибок при определении трудных ориентаций 1.8 ± 0.2 . 21 женщина, принявшая участие в экспериментах, выбиралась из средней части распределения результатов женской группы (от 3 до 12 ошибок). Среднее число ошибок 9.1 ± 0.7 .

Во втором и третьем экспериментах испытуемым на экране монитора с помощью программы E-Prime 2.0 (Psychology Software Tools, Inc., США) предъявляли в случайном порядке стимулы-решетки из черных линий на сером фоне. С помощью выносной клавиатуры Serial Response Box регистрировали правильность и время реакции (BP) ответа. Эксперименты проводили в затемненном помещении.

Во втором эксперименте испытуемым предъявляли линии с наклоном на 9, 18, 27, 36, 54, 63, 72 и 81 град. от вертикали по часовой стрелке (в первой части) или против часовой стрелки (во второй части). Испытуемый должен был определить близость наклонных линий к горизонтали, вертикали или к 45 град. и нажать соответствующую клавишу выносной клавиатуры.

При дисперсионном анализе точности с учетом факторов Ориентация (9 уровней), Направление наклона (направо или налево) и Пол выявлен значимый эффект Ориентации: $F(7,273) = 45.611$; $p < .0001$ и взаимодействие Ориентация \times Направление наклона: $F(7,273) = 4.308$; $p < .007$. Аналогичный анализ для ВР выявил достоверный эффект только для фактора Ориентация: $F(7,147) = 45.611$; $p < .0001$. Более «трудными» ориентациями по критерию точности и ВР являются линии 27 и 72 град. при обоих вариантах наклона линий. При ошибочных ответах испытуемые определяют линию 27 град. как расположенную ближе к вертикали, а близкую к горизонтали линию 72 град. как расположенную ближе к 45 град. В этом тесте для точности и ВР правильных ответов не выявлено значимых различий между мужчинами и женщинами.

В третьем эксперименте в качестве стимулов использовали 4 решетки с горизонтальными (0 град.), вертикальными (90 град.) линиями и наклонными 45 град. и 135 град. Задачей испытуемого было определить точную ориентацию предъявляемой линии и нажать соответствующую клавишу.

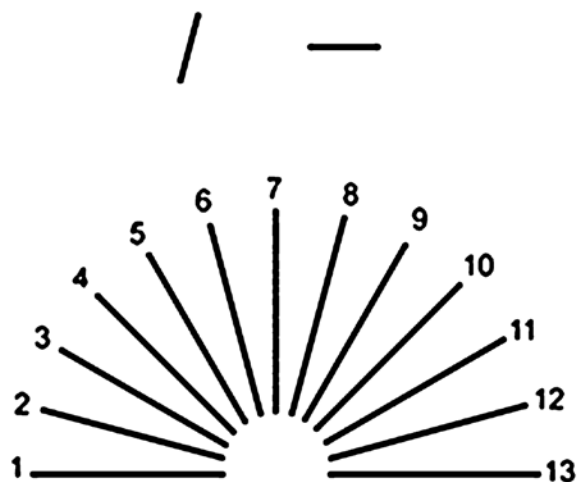


Рисунок 1А. А — пример бланкового задания (тест Бентона). Цифрами от 1 до 13 обозначены линии эталонного «веера». Два коротких отрезка над «веером» — тестовые линии, ориентацию которых определяли испытуемые

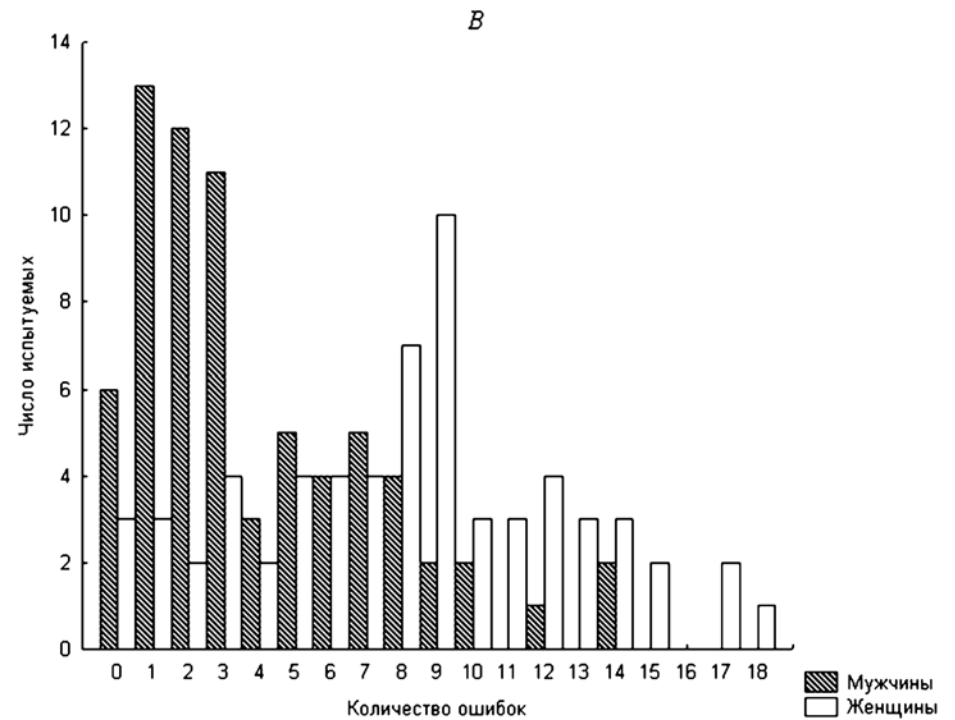
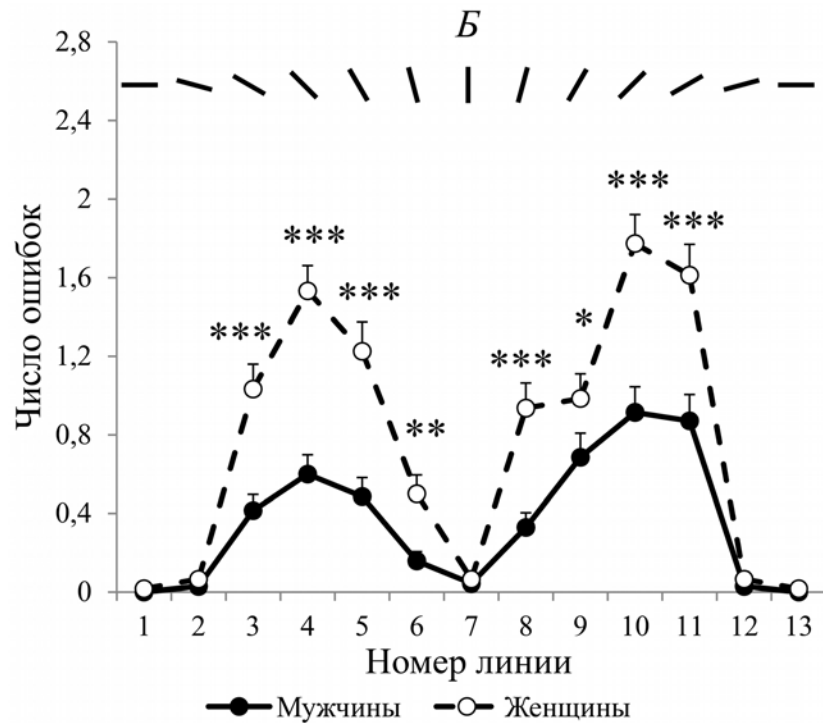


Рисунок 1Б,В. Характеристики определения угла наклона линий в тесте Бентона в группах мужчин и женщин. **Б** — среднее по группам мужчин и женщин число ошибочных определений угла наклона тестовых линий. Цифрами от 1 до 13 обозначены номера линий эталонного «веера». Приведены средние по группе значения ошибочных ответов и ошибка среднего. Достоверность различий между группами: * $p < .05$; ** $p < .01$, *** $p < .001$ (тест Манна–Уитни). **В** – распределение числа ошибок при определении «трудных» ориентаций в группах мужчин и женщин.

Показана большая точность ($p < .05$) и меньшее ВР ($p < .0005$) при определении горизонтальной и вертикальной ориентаций по сравнению с наклонными. Проведен дисперсионный анализ ANOVA RM с учетом факторов Кардинальные/Наклонные ориентации и Пол. Для точности выявлен достоверный эффект фактора Кардинальные/Наклонные ориентации: $F(1,38) = 14.675$; $p < .0001$ и взаимодействие Кардинальные/Наклонные ориентации \times Пол: $F(1,38) = 5.164$; $p = .029$. Аналогичный анализ ВР выявил значимый эффект только для фактора Кардинальные/Наклонные ориентации: $F(1,38) = 109.68$; $p < .0001$. Точность определения базовых и наклонных ориентаций значимо отличается только в группе женщин: 45 град. и 135 град. определяются хуже, чем базовые ($.005 < p < .05$). Для этих наклонных ориентаций есть гендерные различия ($p < .01$ для 45 град. и $p = .1$ для 135 град.). И у мужчин, и у женщин ВР выше для наклонных ориентаций ($p < .0005$) по сравнению с базовыми.

Относительно механизма определения наклонных ориентаций в настоящее время нет единого мнения. Существует точка зрения, что наклонные ориентации оцениваются в координатах внутренней мультимодальной референтной системы отсчета (“*multimodal reference frame*”), которая интегрирует информацию от вестибулярных, тактильных и проприорецепторов, а также периферическую зрительную информацию (Luyat et al., 2005). Референтная система является пластичной и хорошо адаптируется к внешним условиям. Наши эксперименты показали, что наличие периферической зрительной информации влияет на характер ошибок испытуемых. При выполнении теста Бентона испытуемые находились в помещении с нормальной освещенностью и видели окружающие их горизонталь и вертикали. В этих условиях преобладали ошибки в сторону горизонтали. Напротив, в эксперименте 2 испытуемые находились в затемненной камере, поэтому влияние зрительной информации на работу внутренней референтной системы было минимизировано, а вклад вестибулярных сигналов был больше. В этих условиях преобладали ошибочные ответы в сторону вертикали.

Таким образом, показано, что у здоровых молодых испытуемых базовые ориентации (горизонталь и вертикаль) определяются точнее и быстрее по сравнению с промежуточными, независимо от способа оценки, что указывает на существование у человека устойчивой системы детекторов базовых ориентаций. Ошибочные оценки наклонных линий связаны с эффектами «нормализации наклона» и проявляются в смещении ошибочно определенной ориентации в сторону базовых осей в зависимости от условий тестирования. Преобладание информации об одной из кардинальных осей определяет направление этого эффекта. Женщины совершают больше ошибок в тестах точной оценки ориентации, что указывает на дефицит у них метрических способностей. Но они

демонстрируют сходную с мужчинами результативность в задаче определения близости тестовой линии к горизонтали, вертикали или 45 град. Предположительно гендерные различия эффекта промежуточных ориентаций связаны с особенностями мозговой организации внутренней референтной системы отсчета у мужчин и женщин.

Литература

- Шевелев И.А.* Какие характеристики изображения выделяются нейронами первичной зрительной коры кошки? // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 1999. Т. 85. № 6. P. 767–780.
- Benton A.L., Varney N.R., Hamsher K.D.* Visuospatial judgment: A clinical test // Archives of Neurology. 1978. Vol. 35. No. 6. P. 364–367.
- Hubel D.H., Wiesel T.N.* Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex // The Journal of Physiology. 1962. Vol. 160. No. 1. P. 106–154.
- Luyat M., Mobarek S., Leconte C., Gentaz E.* The plasticity of gravitational reference frame and the subjective vertical: peripheral visual information affects the oblique effect // Neuroscience Letters. 2005. Vol. 385. No. 3. P. 215–219.

Behavioral characteristics of human orientation sensitivity

Gerasimenko N.Yu. *, Slatutskaya A.V., Mikhailova E.S.

nger@mail.ru

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS,
Moscow, Russia

Abstract. Orientation sensitivity of the human visual system was investigated in three experiments. In the first and third experiments, participants were asked to identify line orientation. In the second experiment, participants were asked to estimate the proximity of oblique lines to the vertical, horizontal and 45° axis. It was shown that the cardinal orientations were defined more accurately and faster than the oblique ones. Error type depended on experimental conditions. Women performed worse than men only in those tasks which required precise line identification. The oblique effect was more pronounced in women, presumably due to gender differences in brain organization of the internal reference frame.

Keywords: human, vision, orientation sensitivity, anisotropy, gender difference

УГАСАЕТ ЛИ ЭФФЕКТ ДЕЗИНФОРМАЦИИ СО ВРЕМЕНЕМ: ИССЛЕДОВАНИЕ НА МАТЕРИАЛЕ ЗАДАЧИ ВЫБОРА¹⁰

Гершкович В.А., Ямщикова П.А. *

iamshchinina@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный университет

Аннотация. Изучалась длительность последствий влияния эффекта дезинформации на воспроизведение собственного выбора. Испытуемые выбирали из двух альтернатив и далее обосновывали совершенный выбор. Однако для обоснования предъявлялись как выбранные, так и невыбранные альтернативы (дезинформация), о чем испытуемым не сообщалось. Затем испытуемых просили повторить исходный выбор через 3 или 7 дней. Было получено общее снижение влияния обоснований как выбранных альтернатив (снижение точности при повторе своего выбора), так и невыбранных (увеличение точности) от 3 к 7 дням. Однако было показано более быстрое угасание действия обоснований, данных невыбранным альтернативам, в сравнении с выбранными. Полученный результат свидетельствует о дополнительном процессе, не связанном с забыванием обоснованного материала.

Ключевые слова: ложные воспоминания, эффект дезинформации

На данный момент не существует единого мнения о причинах возникновения ложных воспоминаний. Для изучения механизмов их возникновения широко используется парадигма дезинформации, которая позволяет оценить степень влияния ложной или неточной информации на интерпретацию исходно предъявленных событий. Эффект дезинформации может объясняться тем, что исходное воспоминание перезаписывается, иными словами, заменяется на информацию, полученную следом, то есть ложная информация встраивается в исходное воспоминание (Loftus, 2003). В то же время при предъявлении дезинформации репрезентация исходных событий, возможно, не исчезает, но затрудняется доступ к ней (Lane, Zaragoza, 2007). Целью данного исследования было выяснение того, встраивается ли дезинформация в схему интерпретации событий или она повышает доступность репрезентации, усиленной вербализацией дезинформации? Возможным способом разрешения данного вопроса может быть оценка угасания эффекта дезинформации с течением времени на материале задачи выбора из двух альтернатив. Так, если дезинформация полностью встраивается в исходное воспоминание, получаемый эффект должен быть устойчив и не

¹⁰Исследование поддержано НИР из средств СПбГУ № 8.38.287.2014.

должен зависеть от момента опознания или воспроизведения исходной информации. В то же время, если воспоминание о дезинформации угасает, в таком случае доступность репрезентации с ложной информацией должна снижаться, что может привести к повышению эффективности при вспоминании исходно предъявленного материала, в том числе за счет воспоминания исходных критериев оценки альтернатив.

Испытуемые. В исследовании приняло участие 67 испытуемых, в возрасте от 20 до 28 лет ($M = 24$), студенты и выпускники различных университетов города Санкт-Петербург.

Метод

В качестве стимульного материала использовались фотографии лиц людей различного пола, возраста, расы, взятые из открытых источников в сети Интернет. Экспериментальная парадигма представляла собой модифицированную парадигму дезинформации и включала три этапа. На первом этапе проходила процедура выбора из двух альтернатив. Каждому испытуемому было предъявлено на выбор 20 пар фотографий с просьбой оценить, кому из людей, представленных на фото, испытуемые доверяют больше. На втором этапе испытуемых просили дать обоснования совершенному выбору. Однако для обоснования предъявлялись и невыбранные альтернативы (дезинформация), о чем испытуемым не сообщалось. Каждому испытуемому была предъявлена половина ранее совершенных выборов для обоснования, в то время как оставшаяся часть была заменена подменами. Последствие дезинформации оценивалось на третьем этапе исследования с помощью задачи повтора исходного выбора. Испытуемых просили вспомнить ту фотографию в каждой из предъявленных пар, которую они исходно выбрали. Для проверки длительности последствия эффекта временной промежутки между этапом обоснования и повторным выбором варьировались и мог составлять 3 или 7 дней. Были также набраны две контрольные группы, в данных группах отсутствовал второй этап исследования (задание обоснования). Испытуемые в одной из контрольных групп выполняли задание повтора выбора через 3 дня после этапа исходного выбора, в другой группе повтор выбора совершался через 7 дней.

Результаты

Варьировались две переменные: НП1 — интервал между обоснованием выбора и воспоминанием о сделанном выборе; НП2 — обоснование. Для оценки длительности последствия эффекта использовался фактор Группы (2 градации: повтор выбора через 3 или 7 дней) и Пробы (3 градации: обоснование подмены, обоснование собственного выбора, отсутствие обоснования (в это условие вошли данные двух контрольных

групп)). В качестве зависимой переменной выступал процент повторов испытуемыми собственного выбора в третьей серии эксперимента.

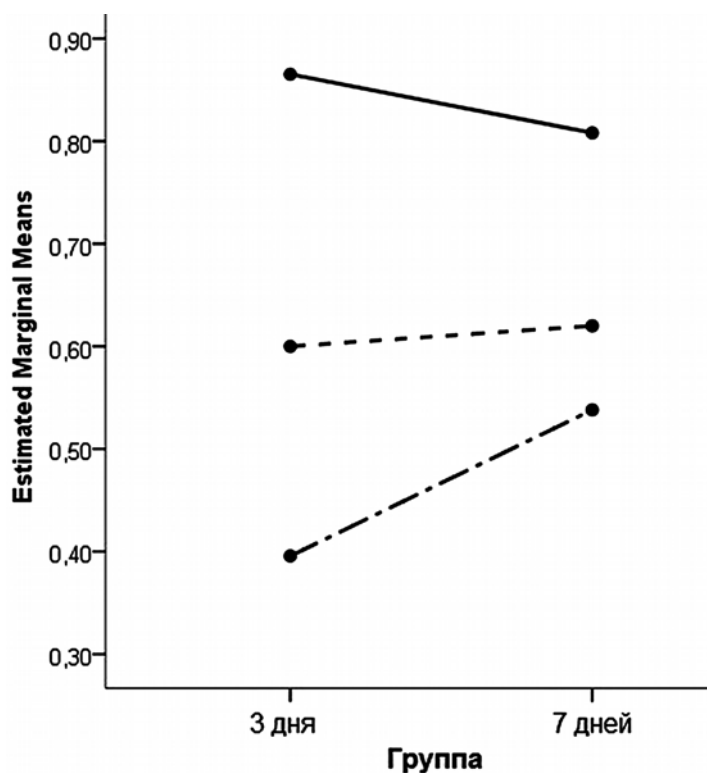


Рисунок 1. Влияние фактора Группа (с опросом через 3 дня и через 7 дней) на повтор исходного выбора на третьем этапе эксперимента в отсутствие обоснования (штриховая линия), после обоснования собственного выбора (сплошная линия), после обоснования подмены (штрих-пунктирная линия).

В среднем испытуемые в обеих контрольных группах повторили свой выбор с эффективностью около 60% (рис. 1). В экспериментальных группах был получен эффект последствия обоснования: в группе с опросом через 3 дня обоснование собственного выбора привело к повышению эффективности (86% повторений своего выбора). В то же время обоснование подмены привело к падению эффективности (39% повторений своего исходного выбора). То есть в среднем последствие обоснования в группе через 3 дня привело к изменению в эффективности примерно на 24%, в сравнении с контрольной группой с опросом через 3 дня (полученные различия статистически значимы: $F(2,54) = 28.1$, $p < .001$). Однако в экспериментальной группе с опросом через 7 дней эффект последствия обоснования проявился не так явно: прирост процента повторов после обоснования собственного выбора составил 80%, в сравнении с контрольной группой с опросом через 7 дней ($F(1,30) = 10.6$, $p = .003$) и 54% после обоснования подмены (статистически не отличается от контрольной группы с опросом через 7 дней

($p = .356$). Данный результат говорит о том, что последствие обоснования подмены, возможно, угасает быстрее, чем последствие обоснования собственного выбора, в сравнении с контрольной группой (с опросом через 7 дней).

Действительно, разница в проценте повторов собственного выбора после его обоснования между экспериментальными группами 3 и 7 дней составляет всего 6% и, по-видимому, связана с забыванием (эффект группы статистически не значим ($p = .2$)). Однако эффект группы проявляется на уровне тенденции в пробах, полученных после обоснования подтасовки: испытуемые в группе с опросом через 7 дней повторяют свой собственный выбор на 14% чаще, чем в группе с опросом через 3 дня ($F(1,43) = 2.9, p = .09$). Вероятно, разница между группами проявилась бы с большей силой при еще более отложенном опросе. Полученный результат также может свидетельствовать о более стремительном снижении влияния вербализации на оценку испытуемых после обоснования подмены.

В анализ также были включены данные ранее проведенного исследования (Гершкович, Савиных, 2013), с использованием идентичного стимульного материала и инструкций. Испытуемых в этом исследовании просили вспомнить их исходный выбор сразу же после этапа обоснования альтернатив. Была получена та же тенденция к угасанию эффекта вербализации (рис. 2). Однако после обоснования подмены прирост составил в среднем 18% между опросами (сразу после обоснования, через 3 и 7 дней после него), в то время как после обоснования собственного выбора увеличение составило 6% (получено статистически значимое взаимодействие факторов Проба и Группа ($F(2,148) = 15.36, p < .001, \eta_p^2 = .18$)).

Для того чтобы выяснить, угасает ли эффект вербализации после обоснования подмены быстрее, чем после обоснования собственного выбора, был проведен анализ β -коэффициентов. Данный анализ позволяет сравнить скорости изменения кривых, отражающих процент повтора исходных выборов после обоснования подмены и после обоснования собственных выборов. Было обнаружено, что после обоснования подмены с каждым переходом на новый уровень фактора Группа (1, 3, 7 дней) процент повторения исходного выбора в среднем увеличивается на 0.352 ($B = -0.352, t = -5.719, CI\ 0.95 = (-0.474 \text{ — } -0.23)$), $\eta_p^2 = .2$). Полученный коэффициент больше, чем соответствующий β -коэффициент в случае обоснования собственного выбора ($B = 0.122, t = 1.982, CI\ 0.95 = (0 \text{ — } 0.244)$), $\eta_p^2 = .03$). То есть скорость изменения кривой, отражающей условие обоснования подмены, выше. Можно сказать, что в данном условии эффект вербализации угасает быстрее, чем после обоснования собственного выбора.

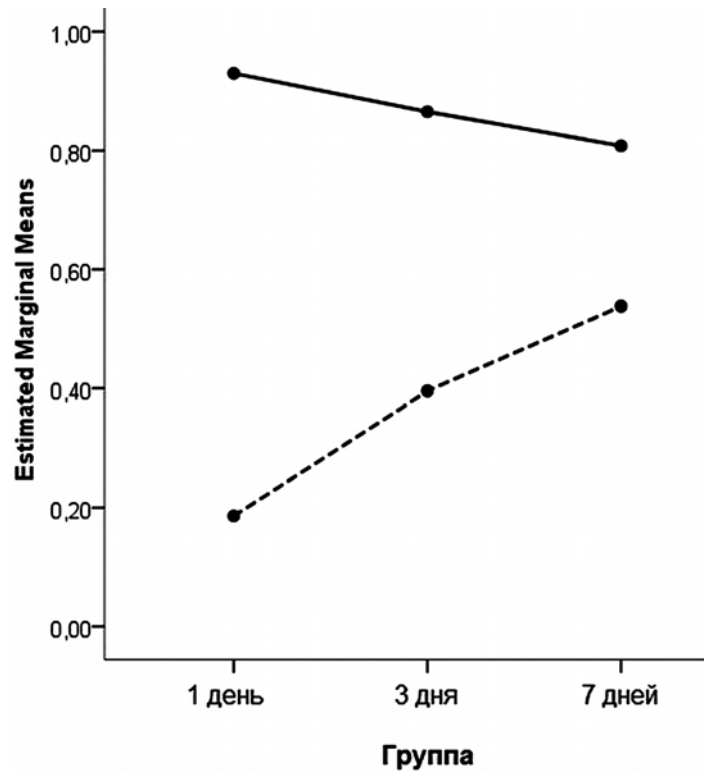


Рисунок 2. Влияние фактора Группа (с опросом в тот же день, через 3 дня и через 7 дней) на повтор исходного выбора на третьем этапе эксперимента после обоснования собственного выбора (сплошная линия), после обоснования подмены (штриховая линия).

Заключение

В настоящем исследовании в задаче выбора было получено последствие обоснования дезинформации. При предъявлении исходных альтернатив спустя время есть тенденция к угасанию последствия. По-видимому, одновременное предъявление альтернатив позволяет вернуться к исходным критериям оценки, тем причинам, которые определяли выбор первоначально. Более интенсивное угасание последствия дезинформации может свидетельствовать о дополнительном процессе, не связанном с забыванием обоснованного материала. Тем не менее на данный момент остается неясным, связан ли полученный результат с возвращением к исходным критериям или же со снятием проблемы мониторинга источника исходных воспоминаний в связи с более быстрым угасанием памяти об источнике дезинформации (Frost et al., 2002).

Литература

- Гершкович В., Савиных Ю.* Воздействие дезинформации на формирование ложных воспоминаний о совершенном выборе при эмоциональной и рациональной оценке исходных альтернатив // Когнитивная наука в Москве: новые исследования М.: БукиВеди, 2013. С. 84–88.
- Frost P., Ingraham M., Wilson B.* Why misinformation is more likely to be recognised over time: A source monitoring account // *Memory*. 2002. Vol. 10. No. 3. P. 179–185.
- Lane S.M., Zaragoza M.S.* A little elaboration goes a long way: The role of generation in eyewitness suggestibility // *Memory & Cognition*. 2007. Vol. 35. No. 6. P. 1255–1266.
- Loftus E.F.* Make-believe memories. // *American Psychologist*. 2003. Vol. 58. No. 11. P. 867–873.

Decline of misinformation effect over time: study with a forced-choice task

Gershkovich V.A., Iamshchinina P. A. *

iamshchinina@gmail.com

Saint Petersburg State University

Abstract. The influence of misinformation over time was studied. Participants were engaged in a forced-choice task and asked to justify their choices. For the justification procedure, both the selected and unselected alternatives (misinformation) were presented without informing participants about the misinformation. Participants repeated their choices three or seven days later. The justification after-effect was observed to decline for both the selected (accuracy decrease) and unselected (accuracy increase) alternatives over time. A more rapid decline of the justification after-effect was found for unselected alternatives compared to selected ones. This result indicates an additional process, which cannot be explained only by a forgetting of the justified alternatives.

Keywords: false memories, misinformation effect

ПРОЯВЛЕНИЕ СЕНСОМОТОРНОГО НАВЫКА В УСЛОВИЯХ «СОРЕВНОВАТЕЛЬНОГО СТРЕССА»¹¹

Гершкович В.А., Урих Д.К *

Dinaurich22@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный университет

Аннотация. Причины появления ошибок при сформированном навыке до конца не раскрыты; их связывают с изменением механизмов когнитивного контроля. В работе изучалась динамика результативности выполнения сенсомоторной задачи при переживании давления в соревновании. Изменение механизмов когнитивного контроля связывалось с повышенной важностью задачи. Основным экспериментом была игра в виртуальный гольф и создание ситуации соревнования для моделирования эмоционального стресса. Также проводились сопутствующие тесты: определение уровня притязаний по методике Шварцландера и определение стрессоустойчивости по методике «РПЭС». Результаты показывают значимую разницу в динамике результативности в соревновании у испытуемых с различным уровнем притязаний, ухудшение результативности во второй половине соревнований у испытуемых с низкой стрессоустойчивостью и увеличение ошибки недолета в соревновании у всех испытуемых.

Ключевые слова: когнитивный контроль, сенсомоторная задача, уровень притязаний, соревновательный стресс, эксплицитный контроль

Цель работы — изучение процесса деавтоматизации сенсомоторного навыка в ситуации соревновательного давления. В разных ситуациях стресса зачастую наблюдается временное ухудшение сформированного и автоматизированного моторного навыка; например, в спортивной психологии этот феномен получил название “*choking under pressure*”. Причины, по которым это происходит, пока неясны. одна из теорий (Beilock, Carr, 2011) предполагает, что деавтоматизация навыка происходит вследствие изменения механизмов работы когнитивного контроля. Это изменение может происходить в силу важности стрессовой ситуации и переживания собственного успеха или неудачи. В данной работе нас интересовало, какое влияние окажут различные ситуации «стрессового давления» на сформированный в рамках тренировки навык. Так, давление может оказывать сама ситуация соревнования, в которой важно желание достичь выигрыша; а также сам результат – выигрыш или проигрыш может повлиять на дальнейшую эффективность деятельности. Изучалась динамика сенсомоторного навыка в ситуации очного соревнования в диаде с информированием о результатах соперника, а также

¹¹Исследование поддержано НИР СПбГУ № 8.38.287.2014

последствия информирования о выигрыше/проигрыше в соревновании на дальнейшую динамику навыка. Согласно гипотезе ухудшения результата вследствие усиления важности ситуации, более выраженное снижение должно наблюдаться у испытуемых, для которых соревновательная ситуация более важна (Ruiz, Hanin, 2014), а эмоциональное переживание более выражено (Cavanaugh et al., 2011). Таким образом, можно было бы ожидать увидеть ухудшение у испытуемых с более высоким уровнем притязаний и низкой стрессоустойчивостью.

Дизайн эксперимента

В качестве основной экспериментальной задачи использовалась компьютерная игра в виртуальный гольф (с помощью специально написанной программы). Задача игрока — попасть шариком в лунку. Управление дальностью полета шарика осуществлялось через нажатие и удержание клавиши пробел. Дальность полета шарика зависела от времени удержания игроком клавиши, при этом на экране отсутствовала шкала отсчета. Испытуемые должны были научиться управлять дальностью полета шарика благодаря формированию навыка оценки временных интервалов.

Размер шарика составлял 0.6 условного метра, размер лунки — 1.5. В игре использовалось три лунки, то есть испытуемому нужно было научиться рассчитывать три разных временных интервала (2 с., 4 с. и 5.9 с.). Программа округляла ошибку удержания клавиши в меньшую сторону до значения, кратного 0.1 с.

В исследовании варьировалось две независимых переменных: НП 1 (интраиндивидуальная) — соревновательная ситуация (три градации: тренировка, соревнование с демонстрацией результатов соперника, соревнование без демонстрации результатов соперника); НП 2 — сообщение о результатах очного соревнования (выигрыш/проигрыш) (межгрупповая переменная). Дополнительно регистрировались личностные переменные: уровень притязаний (использовалась методика моторной пробы Шварцландера) (Бороздина, 1993) и стрессоустойчивость (методика «РПЭС») (Зотов, 2011).

Паре участников говорилось о том, что они будут соревноваться друг с другом, и победитель получит приз. Сначала им предлагалось пройти тренировку (144 удара), чтобы сформировать некий уровень мастерства, потом проходило само соревнование (120 ударов), в ходе которого на экране демонстрировался счет и были видны удары соперника. По результатам соревнования предьявлялось сообщение о проигрыше или выигрыше и начиналась заключительная часть — финал: участникам говорилось, что это тоже соревнование с напарником, но счета на экране видно не было (120 ударов). Попадание и промах в игре сопровождалось

звуками аплодисментов или неодобрительного гула. На самом деле люди на этапе соревнования играли не друг с другом, а с компьютером (ботом); использовалось две схемы игры бота: в одном случае виртуальный соперник попадал в 50% случаев, а в другом — в 78%. Мы ожидали, что испытуемые будут выигрывать у одного бота и проигрывать другому, что позволило бы нам контролировать переменную выигрыш/проигрыш в соревновании. В реальности около 30% испытуемых проиграли слабому боту или выиграли у сильного. Группа выигравших в соревновании попала в цель значимо чаще уже на момент окончания тренировки. Поэтому наша переменная выигрыш/проигрыш оказалась квазиэкспериментальной, и при изучении результативности попаданий мы не можем говорить о чистом эффекте от сообщения о выигрыше/проигрыше, но наблюдаем взаимодействие факторов (см. ниже).

Выборка. В исследовании приняло участие 33 испытуемых в возрасте от 22 до 36 лет. Для представляемых здесь результатов в статистический анализ вошло 29 человек, 4 не вошли в анализ, так как 2 из них сыграли вничью, а 2 не смогли продемонстрировать научение к концу тренировки. Из этих 29 человек выиграло 12, проиграло 17. 17 человек по методике Шварцландера продемонстрировало умеренный уровень притязаний (УП), 12 — низкий, корреляций между этими параметрами обнаружено не было.

Результаты

Чтобы проанализировать динамику научения, мы разбили все этапы на небольшие отрезки по 24 удара и анализировали результативность как процент попаданий из этих 24 ударов.

Все 29 испытуемых показали значимое улучшение результативности от первого к последнему отрезку тренировки (ANOVA с повторными измерениями, 6 градаций, $F(5,125) = 16,099$ $p < .001$) с замедлением научения к последним двум этапам, что позволяет говорить о том, что в последней трети тренировки научение миновало когнитивную фазу. В дальнейшем результативность испытуемого во время последней трети тренировки принималась за точку отсчета.

Уже на этом этапе наблюдаются отличия испытуемых по их эффективности, причем эта эффективность оказывается связанной с будущим результатом соревнований в диаде. Этот межгрупповой эффект сохраняется на протяжении всего дальнейшего соревнования, но несмотря на это, в соревновании наблюдаются значимые эффекты от уровня притязаний (УП) и взаимодействия факторов УП и результат в соревновании, хотя на этапе тренировки и финала таких эффектов нет: ANOVA с повторными измерениями для последней трети тренировки, всех

соревнований и первого отрезка финала показывает значимый эффект от УП (7 градаций, $F(6,162) = 2.968, p = .009$), см. рис 1.

Таким образом, именно в стрессовой соревновательной ситуации (этап № 2) группа с более высоким УП оказалась значимо хуже группы с низким УП, при этом, начиная с середины соревнований (см. рис. 1, град. 4), различия резко возрастают. Вероятно, обнаруженное увеличение различий связано с возрастанием стрессового давления, обусловленного близостью итогового результата диадного соревнования.

Отметим, что межгрупповой фактор (сообщение о выигрыше / проигрыше) не оказал статистически значимого влияния на изменение навыка.

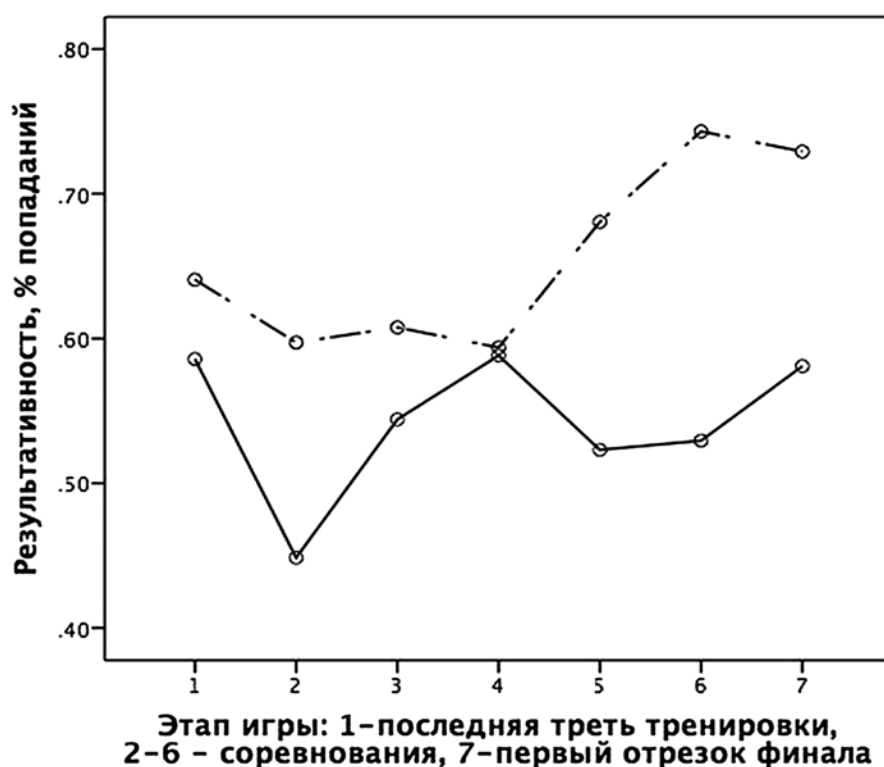


Рисунок 1. Результативность испытуемых с различным УП во время последней трети тренировки (1), соревнований (2–6) и первого отрезка финала (7). Сплошная линия — умеренный УП, курсивная — низкий УП

Для более подробного изучения динамики навыка собственно в процессе соревнования в диаде мы использовали данные о демонстрируемом игроку счете. Все удары были поделены на категории «я выигрываю» или «я проигрываю» в зависимости от того, какой счет испытуемый видел перед ударом. Предполагалось, что ситуация «я проигрываю» как более стрессовая окажет больший негативный эффект на результативность. Действительно, при проведении Univariate ANOVA в ситуации «я проигрываю» в соревновании обнаруживается значимый

эффект от УП ($F(1,22) = 5.806, p = .025$). В ситуации «я выигрываю» схождения не происходит.

С помощью методики М.В. Зотова испытуемых удалось разделить на две группы — более и менее устойчивых к стрессу. При проведении ANOVA с повторными измерениями для второй половины соревновательного этапа и перехода к финалу (после сообщения о выигрыше/проигрыше) наблюдается значимое различие между эффективностью испытуемых с разными уровнями стрессоустойчивости (4 градации, $F(3,75) = 3.704, p = .015$), при этом взаимодействия с фактором УП нет.

Кроме того, величина ошибки недолета именно в соревновании оказывается значимо выше для всех испытуемых, чем в финале и тренировке, что позволяет говорить о сформированном соревновательном давлении.

Выводы

Смоделированная ситуация очного соревнования в диаде действительно позволила вызвать эффект «соревновательного стресса». Это проявилось в ухудшении эффективности испытуемых с более высоким уровнем притязаний. На наш взгляд, подобный результат является аргументом в пользу гипотезы о деавтоматизации навыка как следствия гиперконтроля. Считая задачу чрезвычайно важной, испытуемые стремятся выполнить ее максимально правильно, что в результате приводит к страху совершить ошибку и преувеличенному контролю правильности выполнения действия. Дополнительным аргументом в пользу этого предположения является обнаруженный эффект ухудшения точности для испытуемых с более высоким уровнем притязаний в ситуации проигрывания (то есть негативного счета на экране).

Литература

- Бороздина Л.В.* Исследование уровня притязаний. М.: МГУ, 1993.
- Зотов М.* Механизмы регуляции когнитивной деятельности при воздействии стрессогенных факторов (в норме и патологии): дис. ... док. пс. наук. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет, 2011.
- Beilock S.L., Carr T.H.* On the fragility of skilled performance: What governs choking under pressure? // *Journal of experimental psychology: General*. 2001. Vol. 130. No. 4. P. 701–725. doi: 1100.111037//0096-3445.130.4.701
- Cavanagh J.F., Frank M.J., Allen J.J.* Social stress reactivity alters reward and punishment learning // *Social cognitive and affective neuroscience*. 2011. Vol. 6. No. 3. P. 311–320. doi: 10.1093/scan/nsq041

Ruiz M.C., Hanin Y.L. Interactive effects of emotions on performance: an exploratory study in elite skeet shooters // Revista de psicología del deporte 2014. C. 0275–284.

Dynamics of Sensorimotor Learning in a Competitive Pressure Situation

Gershkovich V.A., Urikh D.K. *

Dinaurich22@gmail.com

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Abstract. The causes of errors occurring during the execution of an acquired skill are not fully clear; they are thought to be connected to changes in cognitive control mechanisms. This study explores the dynamics of sensorimotor learning under competitive pressure. Changes in cognitive control are interpreted in relation to the heightened importance of the task. The study involved a golf-like game which models a competitive situation. The Schwarzlander test for aspiration level and “RPES” test for stress tolerance were used. Our results show a significant difference in performance dynamics during competition for participants with different aspiration levels, a decrease in performance during the second part of the competition for participants with low stress tolerance, and an increase in undershoot errors during competition for all participants.

Keywords: cognitive control, sensorimotor task, level of aspiration, explicit monitoring theory, competitive stress

УЗНАВАНИЕ И НАЗЫВАНИЕ ЧАСТЕЙ ТЕЛА У ДЕТЕЙ 7–8 ЛЕТ В НОРМЕ И С НАРУШЕНИЯМИ РАЗВИТИЯ

Горина И.С. *, Степанова О.Б., Рожкова С.С.

i.s.gor@mail.ru

МГУ им М.В. Ломоносова, МГППУ

Аннотация. Целью работы является исследование схемы тела у детей с нарушениями развития. В эксперименте приняли участие 42 ребенка 7–8 лет, обучающихся по программе общеобразовательной школы: 22 здоровых ребенка и 20 — с «расстройством аутистического спектра». Представлены результаты исследования узнавания и названия частей тела с применением модифицированной методики Бентона. Оценивалась возможность правильной локализации прикосновений к определенной части тела при опоре на зрительный и кинестетический анализаторы, правильной идентификации соответствующей части тела и определения стороны прикосновения. Показано, что дети с РАС испытывают выраженные трудности в заданиях на локализацию и перенос прикосновений, особенно при опоре на кинестетический анализатор и в ситуациях взаимодействия с другим человеком.

Ключевые слова: схема тела, дети с расстройствами аутистического спектра (РАС)

Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что пространственные представления лежат в основе формирования практически всех когнитивных функций. Пространственная сфера имеет сложную, многоуровневую структуру, и каждый уровень имеет свою специфику развития. Так, D. Rains (2002) выделяет три уровня протекания пространственных процессов: 1) пространство тела, 2) эгоцентрическое пространство, 3) аллоцентрическое пространство. Развитие первого уровня связано с таким понятием, как «схема тела», и является базовым для формирования всех пространственных процессов. «Схема тела» — это модель тела, отражающая его структурную организацию и выполняющая такие функции, как формирование знаний о теле как о едином целом, определение границ тела, распознавание отдельных звеньев тела, восприятие расположения, длин и последовательностей звеньев, а также их диапазонов подвижности и степеней свободы (Гурфинкель, Левик, 1999). Несмотря на то, что предпосылки для развития схемы тела имеют, по-видимому, наследственную форму (Буклина, 2008), ее значимая часть постепенно формируется под воздействием сенсорной информации и при взаимодействии различных анализаторных систем (тактильной, кинестетической, зрительной, вестибулярной) на протяжении длительного периода онтогенеза с наибольшей активностью в возрасте

3–4 года. Несформированность базового уровня пространственных представлений у детей влияет на уровень их интеллектуального развития, что проявляется наиболее ярко в учебной деятельности, при освоении навыков письма, чтения, счета и т.д.

Целью нашей работы было исследование право-левой ориентировки на уровне схемы тела. В качестве основной в исследовании использовалась методика, которую мы назвали «Схема тела и определение право-левой стороны у человека». Данная методика создавалась нами при опоре на известный комплекс методик А. Бентона (1994), использующихся в клинических исследованиях. Нами была разработана схема обследования, которая включала 2 части — предварительную и основную — и состояла из 4 этапов: предварительная часть (1 — узнавание частей тела, 2 — называние частей тела); основная часть (3 — узнавание правой-левой стороны, 4 — называние правой-левой стороны). В данном сообщении мы представим результаты 1 и 2 этапов предварительной части исследования.

Исследование проводилось на базе школы ГБОУ СОШ №1455 и Центра психолого-медико-социального сопровождения детей и подростков МГППУ.

В эксперименте приняли участие 42 ребенка в возрасте 7–8 лет, обучающихся в первом классе по программе общеобразовательной школы. В контрольную группу вошли 22 здоровых ребенка (далее группа «норма»). Для обследования были отобраны первоклассники 7–8 лет, с учетом следующих критериев: отсутствие хронических соматических заболеваний, выраженных эмоционально-личностных проблем и трудностей освоения школьных навыков, отсутствие жалоб на поведение ребенка у педагогов. В выборке здоровых детей все дети были праворукие.

Таблица 1

	Мальчики	Девочки	Всего
Норма 7–8 лет	14	8	22
РАС 7–8 лет	20	0	20
Итого	34	8	42

В экспериментальную группу вошли 20 детей с «расстройством аутистического спектра» (далее группа «РАС») в возрасте 7–8 лет, обучающиеся в первом классе по программе общеобразовательной школы, в классах малой наполняемости. В данной выборке преобладали дети с нозологическим диагнозом «F84.1 — атипичный аутизм; F84.02 — детский аутизм вследствие других причин». В выборке детей с

«расстройством аутистического спектра» все дети были праворукие. Общие данные представлены в табл. 1.

Опишем подробнее каждый из этапов предварительной части методики.

1 этап — узнавание частей тела

А. Ребенка просят показать (молча) точку, до которой дотронулся экспериментатор. Экспериментатор дотрагивается до разных частей тела, фиксируя точность локализации прикосновений, а также правильно ли ребенок показывает сторону, до которой экспериментатор дотронулся. Варианты заданий: экспериментатор дотрагивается до ребенка, ребенок показывает точку на своем теле, ребенок выполняет задание сначала с открытыми глазами, затем с закрытыми; экспериментатор дотрагивается до ребенка, ребенок показывает соответствующую точку на теле экспериментатора; экспериментатор дотрагивается до своей части тела, а ребенок должен дотронуться до той же точки на своем теле.

Б. Исследование проводится с использованием картинки человека (изображение ребенка спереди и сзади), нарисованного в полный рост: экспериментатор дотрагивается до части тела ребенка, а ребенок должен показать ее на картинке; экспериментатор показывает на картинке, ребенок должен показать точку на своем теле.

2 этап — называние частей тела

А. Повторяется схема п. 1, но теперь ребенок только называет часть тела (ничего не показывая), мы просим называть как можно точнее (смотрим дифференцированность словаря).

Б. Экспериментатор называет часть тела, ребенок должен показать её на своем теле, на теле экспериментатора, на картинке.

Таким образом, на **первом** этапе нашей работы мы оценивали возможность правильной локализации прикосновений к определенной части тела при опоре на зрительный и кинестетический анализаторы, определение стороны прикосновения, возможность правильной идентификации соответствующей части тела.

Результаты исследования показали, что здоровые дети успешно справляются со всеми заданиями на локализацию прикосновений, правильно определяют часть тела, до которой дотронулись и соответствующую сторону тела, и достаточно точно определяют локализацию точки, до которой дотронулись, допуская минимальное число ошибок в каждом задании (не больше трех ошибок).

В то же время дети с РАС испытывают значительные трудности при определении как точки локализации на соответствующей части тела, так и стороны тела. Максимальные трудности дети с РАС испытывают в задании на локализацию прикосновений при опоре на кинестетический

анализатор (что согласуется с исследованиями, проведенными на детях с искаженным вариантом развития (Зверева, 1998; Исаев, 2011)). Также значительные затруднения вызывают задания, связанные с переносом точки локализации с одного человека на другого. При этом при переносе точки прикосновения с другого человека на себя отмечается наибольшее количество ошибок «зеркальности». Различия между группами достоверны ($p < .001$; по t -критерию Стьюдента, ст. своб. = 18).

На **втором** этапе оценивалась правильность называния соответствующих частей тела. В целом все дети, как здоровые, так и с РАС, достаточно успешно называли крупные части тела, такие как голова, туловище, рука, нога. В то же время выявились трудности и ошибки при назывании более мелких частей тела: дети обеих групп чаще всего используют обобщенное название вместо названия конкретной части. Так, например, затылок, висок и темя называют «голова», предплечье, запястье, кисть — «рука», бедро, голень, ступню — «нога» и т.п. При этом нужно отметить, что здоровые дети, как правило, дают неточные названия (например, называют запястье кистью), в то время как дети с РАС либо не дифференцируют часть тела и дают обобщенное название (например, называют запястье рукой), либо дают ответ «не знаю». Интересно, что наибольшие затруднения в обеих группах вызвало задание на называние и нахождение частей головы и дистальных отделов конечностей. В целом, хотя дети обеих групп совершают похожие ошибки, тем не менее группы различаются по количеству ошибок: дети с РАС делают достоверно большее количество ошибок, чем здоровые дети.

Так как у нас было два типа задания, которые различались характером ответа («моторные» ответы — ребенок, молча, показывает; вербальный ответ — ребенок называет, ничего не делая), мы проанализировали, есть ли разница между результатами данных заданий. В целом мы не выявили значимых различий между моторным и вербальным ответом у здоровых детей, но можно отметить, что детям с РАС было легче назвать, чем показать, соответствующие части тела.

Таким образом, результаты предварительной части эксперимента показывают следующее. У детей экспериментальной группы в возрасте 7–8 лет формирование схемы тела не завершено. Дети с РАС значительно отстают от нормативно развивающихся детей по ряду параметров; они испытывают выраженные трудности в заданиях на локализацию и перенос прикосновений, особенно при опоре на кинестетический анализатор и в ситуациях взаимодействия с другим человеком. У детей обеих групп (но в большей степени экспериментальной) не сформирован словарь обозначений частей тела, дети испытывают затруднения при дифференциации конечностей тела, особенно их дистальных отделов.

Литература

- Буклина С. Псевдополиимелия и формирование нарушений схемы тела // Журн. неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова. 2008. № 1.
- Гурфинкель В., Левик Ю.С. Мышечная рецепция и обобщенное описание положения тела // Физиология человека. 1999. Т. 25. № 1. Р. 87–97.
- Зверева Н. Комплексное изучение тактильной сферы здоровых и больных шизофренией детей // I Международная конференция памяти А.Р. Лурия. Сборник докладов / Под ред. Е.Д. Хомской, Т.В. Ахутиной. 1998. С. 358–365.
- Исаев М. Экспериментальные методики патопсихологии и опыт их применения. Материалы Всерос. науч.-практ. конференции // «Экспериментальные методики патопсихологии и опыт их применения». Материалы Всерос. науч.-практ. конференции М.: 2011. С. 75–77.
- Benton A.L. Contributions to neuropsychological assessment: A clinical manual. Oxford University Press, 1994.
- Rains G. Principles of human neuropsychology. N.Y.: McGraw-Hill, 2002.

Recognizing and Naming Body Parts in Children With Normal and Disturbed Development

Gorina I.S. * (1,2), Stepanova O.B. (1), Rozhkova S.S. (2)

i.s.gor@mail.ru

1 – Lomonosov Moscow State University, 2 – Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia

Abstract. The effect of developmental disturbances on body part perceptions was studied on 42 school children aged 7 and 8 years old (22 without disturbances; 20 with ASD). The recognition and naming of body parts was studied using a modification of Benton's method. The correct localization of touches to a certain body part was estimated based on visual and kinesthetic analyzers, identification of the corresponding body part, and determination of the side of touching. Children with ASD experienced difficulties in the tasks involving the localization and transfer of touches, especially when based on kinesthetic analyzers and upon the interaction with another person.

Keywords: scheme of body, children with autism spectrum disorders

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАТОРА И ДИЗАЙНА ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЗАМЕР ИЛЛЮЗИИ «РЕЗИНОВОЙ РУКИ»¹²

Горюнова И.Е. *, Кулиева А.К., Кувалдина М.Б.

irina.goruynova@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный университет

Аннотация. Данная работа посвящена проверке гипотезы о том, что на оценку иллюзии «резиновой руки» влияет фокус внимания, перемещающийся между настоящей и искусственной рукой испытуемого. Было проведено 3 эксперимента, модификации классического эксперимента с резиновой рукой. Выявлено, что фокус внимания не оказывает решающего влияния на замер иллюзии. Разница между внутригрупповым и межгрупповым планами обнаружена на статистически незначимом уровне. Однако, показано, что иллюзия «резиновой руки» может быть чувствительна к влиянию экспериментатора. Отдельное внимание уделяется доказательству несостоятельности единичного замера проприоцептивного смещения как объективного способа замера иллюзии.

Ключевые слова: иллюзия «резиновой руки», проприоцептивное смещение, когнитивный контроль, влияние экспериментатора

Иллюзия «резиновой руки» — феномен, порождающий нарушение работы мультисенсорной интеграции, то есть сопоставления информации из разных сенсорных источников, возникающее в процессе построения схемы тела и управления движениями (Кажі, 2001). Предпосылкой к открытию этого феномена по праву можно считать эксперименты, проведенные индийским профессором Рамачандраном. Он искал способ избавить людей от фантомных болей, возникающих после ампутации конечностей (Ramachandran, Hirstein, 1998). А о самой иллюзии «резиновой руки» миру стало известно после выхода статьи Ботвиника и Коэна, в которой они описали проведенный ими эксперимент (Botvinick, Cohen, 1998).

Испытуемому предлагалось сесть за стол и положить руки на него. Левую руку прятали под столом, а на ее месте размещали резиновую руку. Экспериментатор максимально синхронно поглаживал кисточками резиновую и настоящую левую руку испытуемого. Уже после 30 минут стимуляции испытуемые «ощущали», как кисточка касается резиновой руки. Также до и после эксперимента предлагалось оценить закрытыми глазами расстояние до левой руки (настоящей). Оказалось, что при воз-

¹²Исследование поддержано НИР «Закономерности работы сознания в процессах познания». No 8.38.287.2014.

никновении иллюзии происходит заметное смещение в сторону резиновой руки (приблизительно 8.6 см). Именно эта ошибка в оценке расстояния (проприорецептивное смещение) считается объективным замером иллюзии (чем сильнее срабатывает иллюзия, тем большее будет смещение в сторону резиновой руки).

Ранее было показано, что на оценку иллюзии, возможно, влияет фокус внимания, который перемещается между резиновой и настоящей рукой (Кувалдина, Бахтина, 2013). Мы провели исследование для проверки этого утверждения (реплицировали эксперименты Е.А. Бахтиной), для чего использовали зрительную и тактильную стимуляцию (привлечение внимания испытуемого к разным местам) (Горюнова, Кулиева, 2015).

Были проведены три эксперимента (модификация оригинального исследования). Два из них (эксперименты 1 и 3) были проведены по межгрупповому плану, а один (эксперимент 2) — по внутригрупповому. Условие 1 — испытуемому предлагалось сесть за стол, положить руки на его поверхность (левая скрыта ширмой) и в течение 10 минут описывать изображения на карточках, расположенных на месте, где в классическом эксперименте лежит резиновая рука (предполагается смещение вправо, уменьшение оценки). Условие 2 — в течение того же времени, в том же положении, испытуемый с закрытыми глазами должен был описывать предметы, которые ему вкладывались в левую руку (предполагается смещение налево, увеличение оценки). Условие 3 (контрольное) — репликация классического эксперимента с резиновой рукой (предполагается смещение вправо, уменьшение оценки). В эксперименте 2 был применен внутригрупповой план, в котором три вида стимуляции (аналогичные трем условиям предыдущих экспериментов) были поочередно применены к каждому испытуемому. До и после эксперимента испытуемых просили оценить расстояние от стены, к которой прилегает парта, до среднего пальца левой руки. Эксперименты 1 и 3 различались количеством замеров, которые производил испытуемый до и после стимуляции (по 1 замеру до и после в эксперименте 1, по 3 замера до и после в эксперименте 3). В эксперименте 2 также осуществлялось по 3 замера до и после. Согласно нашей гипотезе, оценка испытуемым расстояния до своей левой руки будет смещаться в сторону того места, куда было привлечено его внимание. Всего в экспериментах приняли участие 56 человек (21 молодой человек и 35 девушек) в возрасте от 18 до 22 лет: в эксперименте 1 участвовало 30 человек, в эксперименте 2 — 9 человек, в эксперименте 3 — 17 человек.

По результатам проведенных экспериментов можно сказать, что гипотеза не подтвердилась: фокус внимания не оказал решающего воздействия на замер иллюзии. Но полученные данные позволяют сделать выводы относительно влияния экспериментатора и дизайна

исследования на замер иллюзии и в очередной раз поднять вопрос об адекватности использования проприоцептивного смещения в качестве объективного способа замера иллюзии «резиновой руки».

Если сравнить данные, полученные Е.А. Бахтиной, с результатами эксперимента 1 (межгрупповой план с тремя различными условиями и одним замером), то можно зафиксировать явные отличия. В группах с концентрацией на зрительной модальности мы получили смещение в сторону реальной левой руки испытуемого ($m = -1.25$ см), а в эксперименте Е.А. Бахтиной смещение оценки испытуемых происходит в сторону резиновой руки ($m = 3.05$ см). В контрольных группах данные совпадают: смещение в сторону искусственной руки в эксперименте Е.А. Бахтиной $m = 8.41$ см, а в нашем $m = 8.75$ см. Что касается групп с концентрацией на тактильной чувствительности, то мы зафиксировали смещение в сторону реальной левой руки испытуемого ($m = 4$ см), а Е.А. Бахтина — в противоположную сторону ($m = -1.55$ см). Так как методы, инструменты и дизайн исследования были одни и те же, можно предположить, что иллюзия «резиновой руки» достаточно чувствительна к влиянию экспериментатора.

При сравнении эксперимента 1 и эксперимента 3, проведенных по межгрупповому плану, но отличающихся количеством замеров, мы наблюдаем все ту же тенденцию (в условии 1 — смещение в сторону реальной руки, а в условии 2 — в сторону резиновой руки). Однако при концентрации внимания на тактильной чувствительности в эксперименте 1 смещение ($m = 4$ см) больше, чем в эксперименте 3 ($m = 1.8$ см). Аналогично и с данными контрольной группы: эксперимент 1 ($m = 8.75$ см), эксперимент 3 ($m = 2.07$). Также показано, что количество замеров оказывает некоторое влияние (ANOVA, $F(1) = 3.430$, $p < .1$).

Если же сравнить данные эксперимента 3 (межгрупповой план с тремя замерами) и эксперимента 2 (внутригрупповой план с тремя замерами), то прослеживается четкая тенденция: в группах с контролем внимания на зрительной модальности смещение все так же происходит в сторону реальной левой руки ($m = -0.73$ см; $m = -0.7$ см), а при концентрации на тактильной чувствительности происходит смещение в противоположную сторону, в сторону резиновой руки ($m = 1.8$ см; $m = 1.3$ см). Что касается контрольных групп, то смещение также происходит в сторону резиновой руки ($m = 2.07$ см; $m = 3.33$ см). Стоит отметить, что значимости между внутригрупповым и межгрупповым планами обнаружено не было (ANOVA, $F(1) = 0.022$, $p > .1$). А стандартное отклонение (эксперимент 3 [зрение — 2.02 см; осязание — 1.68 см; контроль — 1.81 см]; эксперимент 2 [зрение — 2.07 см; осязание — 1.78 см; контроль — 2.09 см]) включают в себя 38% полученных дельт. Что является аргументом в пользу того, что единичный замер не может дать точных результатов.

В итоге можно сделать вывод о том, что экспериментальный план не играет особой роли, один замер проприоцептивного смещения не является объективным показателем иллюзии, а сама иллюзия, возможно, достаточно чувствительна к влиянию экспериментатора.

Литература

Горюнова И., Кулиева А. Влияние контроля внимания на измерение иллюзии «резиновой руки» // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2015» / Отв. ред. А.И. Андреев, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. [Электронный ресурс] — Когнитивная психология. М.: МАКС Пресс, 2015.

Кувалдина М., Бахтина Е. Мультисенсорная интеграция в рамках иллюзии «резиновой руки» // Материалы научной конференции Ананьевские чтения – 2013. Психология в здравоохранении. СПб.: Скифия-принт, 2013. С. 120–121.

Botvinick M., Cohen J. Rubber hands “feel” touch that eyes see // Nature. 1998. Vol. 391. No. 6669. P. 756–756.

Kaji R. Basal ganglia as a sensory gating devise for motor control // Journal of Medical Investigation. 2001. Vol. 48. No. 3/4. P. 142–146.

Ramachadran W.H., Hirstein W. The perception of phantom limbs // Brain. 1998. Vol. 121. P. 1603–1630.

The influence of observer-expectancy bias and research design on the measurement of rubber hand illusion

Goryunova I.E. *, Kulieva A.K., Kuvaldina M.B.

irina.goruynova@gmail.com

Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Abstract. This work aimed to verify the hypothesis of attention focus influence on the rubber hand illusion. We conducted three experiments, which are modifications of the classical rubber hand experiment. It was shown that the focus of attention does not have a crucial influence on the measurement of illusion. No difference between intra and inter-group experimental designs was detected. However, it was shown that the illusion of a rubber hand can be sensitive to the observer-expectancy bias. Inadequacy of the single measurement of proprioceptive drift as an objective rubber-hand illusion test has been shown.

Keywords: rubber hand illusion, proprioceptive drift, cognitive control, observer-expectancy bias

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТОНАЛЬНОЙ МОДУЛЯЦИИ НА ПАРАМЕТРЫ ЭЭГ В КОНТЕКСТЕ ИСКУССТВЕННЫХ ГАРМОНИЧЕСКИХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ И ФРАГМЕНТОВ РЕАЛЬНЫХ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ¹³

Громов К.Н. *, Радченко Г.С.

kerod@inbox.ru

Нижегородский государственный университет им. Лобачевского,
Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В данной работе исследуется влияние 3 ступеней переориентации в тональном пространстве (доминанта, субдоминанта, секста) на характеристики ЭЭГ при прослушивании гармонических последовательностей и отрывков музыкальных произведений. 15 испытуемым предлагалось прослушать 2 серии стимулов: 24 гармонических последовательности и 24 отрывка из музыкальных произведений. Каждая серия включала в себя 3 тональные дистанции: субдоминанта, доминанта и малая секста, по 8 стимулов каждая. Было показано, что тональная модуляция в гармонических последовательностях и в отрывках музыкальных произведений приводит к достоверному приросту мощности в альфа диапазоне и снижению в бета-1 диапазоне. Прослушивание отрывков музыкальных произведений приводит к меньшему снижению альфа ритма после прослушивания по сравнению с гармоническими последовательностями.

Ключевые слова: ЭЭГ, музыка, гармонические последовательности, фрагменты музыкальных произведений

Введение

Музыка все больше используется как средство терапии и коррекции состояний человека и реабилитации в различных областях психофизиологии, медицины и психологии (Федотчев, Радченко, 2013). В связи с этим актуально исследование влияния базовых элементов музыки на функциональное состояние человека. Знание того, как компоненты музыки воздействуют на человека, позволило бы очень точно подбирать необходимые композиции.

Восприятие музыки опирается на тональную систему отсчета, которую обычно называют гаммой (Deutsch, 2013). В пространстве музыкального мира доминирует диатоническая гамма, тона в которой отличаются по звуковысотности и по уровню притяжения к тональному центру — тонике (первой ноте гаммы). Переориентация диатонической

¹³Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ № 14-36-01024.

гаммы с одной тоники на другую — то есть переход из одной тональности в другую в пределах той же самой композиции — называется тональной модуляцией. Тональная модуляция является одним из главных структурных компонентов музыки и одним из ключевых средств выразительности в европейской музыкальной культуре (Deutsch, 2013). Как правило, расстояния между тональностями иллюстрируются квинтовым кругом (рис. 1).

Исследования эмоциональных реакций на прослушивание музыки показывают изменения общих физиологических показателей, таких как ритмы сердца и дыхания (Bernardi et al., 2006), уровень электропроводности кожи (Korsakova-Kreyn, Dowling, 2014) и гормональные изменения (Vanderark, Ely, 1993), что все вместе указывает на отклик автономной нервной системы.

Предыдущие исследования в этой области показали, что далеко не все ступени переориентации тонального пространства оказывают разное воздействие на характеристики ЭЭГ (Радченко и др., 2015). На основании этих данных нами были выбраны 3 ступени переориентации тонального пространства (субдоминанта, доминанта, секста) для сравнения воздействия гармонических последовательностей и отрывков реальных музыкальных произведений.

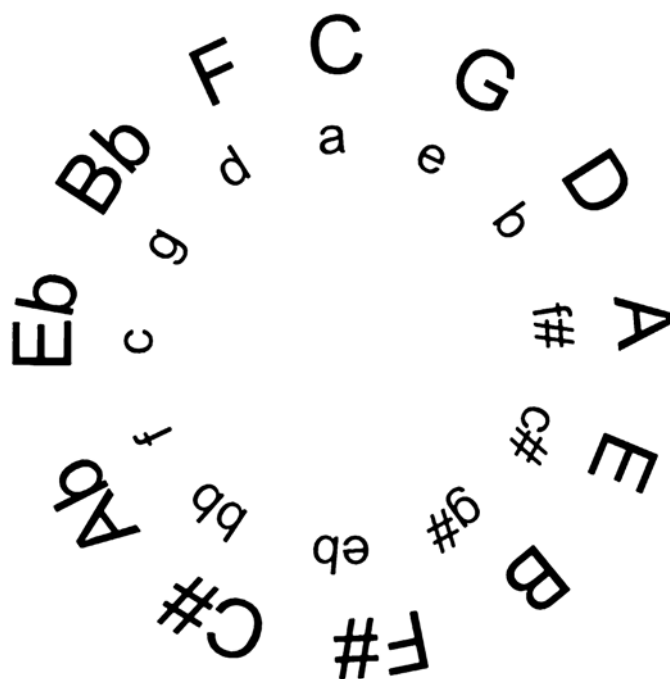


Рисунок 1. Квинтовый круг

Процедура эксперимента

В исследовании приняло участие 15 человек (5 мужчин и 10 женщин), в возрасте от 17 до 28 лет. Все участники эксперимента были правшами. Перед участием в эксперименте каждый испытуемый ознакомился и подписал форму добровольного информированного согласия на участие. Эксперимент был организован и проводился в соответствии с этическими нормами, установленными Хельсинской декларацией 1964 года.

Испытуемым предлагалось прослушать 2 серии стимулов: 24 гармонических последовательности и 24 отрывка из реальных музыкальных произведений. Каждая серия включала в себя 3 тональные дистанции: субдоминанта, доминанта и малая секста, по 8 стимулов каждая. Все произведения были в мажорном ладу. Глаза испытуемых во время эксперимента были закрыты.

Гармонические последовательности были специально написаны для этого эксперимента. Каждая музыкальная фраза состояла из 8 аккордов. Первые три-пять аккордов устанавливали начальную тональность, а следующие за ними переходные аккорды совершали модуляцию в заключительную тональность посредством обычной каденции доминанта-тоники. Музыкальные фразы были одинаковы по темпу, стилю, громкости, тембру и фактуре. Стилистическое единообразие предотвращало интеракцию между ладом и фактурой (Guhn et al., 2007). Каждая музыкальная фраза была по продолжительности 11 секунд и включала небольшое замедление в конце для более естественного звучания. Последний аккорд продолжался 3 секунды, чтобы подчеркнуть заключительную тональность.

Музыкальные отрывки были взяты из классических произведений Моцарта, Гайдна, Шуберта и Бетховена продолжительностью 10–15 секунд. Тональное расстояние определялось по количеству тонов, заменяемых в гамме начальной тональности во время перехода в заключительную тональность, и по взаимоотношениям начального и заключительного тонических трезвучий.

Запись электроэнцефалограммы осуществлялась при помощи электроэнцефалографа-анализатора ЭЭГА-21\26 «Энцефалан-131-03» компании Медиком-МТД (Таганрог, Россия). Схема монтажа отведений — «BaseMopolar», частота дискретизации — 250 Гц, использовались следующие параметры фильтрации исходного сигнала: частота среза фильтра верхних частот — 0.5 Гц, частота среза фильтра нижних частот — 70 Гц, режекторный фильтр на частоте сети — 50 Гц. Для спектрального анализа использовались данные ЭЭГ за 10 секунд до предъявления аудиофрагмента, 10 секунд во время предъявления аудиофрагмента и 10 секунд после предъявления аудиофрагмента. Анализ проводился в сле-

дующих частотных диапазонах: тета (4–8 Гц), альфа (8–13 Гц), бета-1 (13–21 Гц), бета-2 (21–35 Гц). Дельта диапазон (0.5–4 Гц) не анализировался из-за сильной зашумленности. Для статистической обработки использовались средние по всем отведениям относительные значения мощностей, вычисляемые по формуле:

$$P_{\text{отн}}(\Delta f) = \frac{P_{\text{abc}}(\Delta f)}{P_{\text{abc}}} * 100$$

Статистическая обработка велась при помощи программ Microsoft Excel 2010 и Statistica 10. Вычислялся Т-критерий Уилкоксона. После этого проводилась поправка на множественные сравнения с помощью метода Беньямини-Йекутили (Benjamini, Yekutieli, 2001).

Результаты и обсуждение

Прослушивание и гармонических последовательностей, и отрывков реальных музыкальных произведений увеличивало мощность в альфа ($p \leq .05$) и уменьшало в бета-2 ($p \leq .01$) диапазонах по сравнению с фоном до прослушивания, что согласуется с предыдущими исследованиями о влиянии музыки на характеристики ЭЭГ (Федотчев, Радченко, 2013; Guhn et al., 2007).

Различий при прослушивании искусственных гармонических последовательностей с переориентацией на субдоминанту, доминанту и сексту выявлено не было.

Прослушивание отрывков реальных музыкальных произведений с переориентацией тонального пространства на доминанту имело меньшее увеличение мощности альфа диапазона ($p \leq .01$) по сравнению с субдоминантой и секстой, а также большее увеличение мощности в бета-2 диапазоне ($p \leq .01$) по сравнению субдоминантой.

В обоих полушариях мозга переориентация тонального пространства на доминанту при прослушивании отрывков реальных музыкальных произведений достоверно различалась в тета, альфа и бета-1 диапазонах ($p \leq .01$) по сравнению с субдоминантой, а также в альфа и бета-1 ($p \leq .01$) диапазонах по сравнению с секстой. И в правом и в левом полушариях прослушивание с переориентацией на доминанту имело меньшую мощность в альфа диапазоне и большую в бета-1 по сравнению с субдоминантой и секстой.

Различий в характеристиках ЭЭГ между прослушиванием отрывков реальных произведений и искусственных последовательностей выявлено не было. Это может говорить о том, что тональная модуляция в искусственных последовательностях (где остальные параметры музыкального произведения сведены к минимуму) и в отрывках реальных произведе-

ний имеет одинаковое воздействия на характеристики ЭЭГ, что дает возможность предполагать, что модуляция тонального пространства является одним из существенных факторов влияния музыкальных произведений на человека.

В 10-секундном периоде после предъявления стимула между отрывками реальных музыкальных произведений и искусственными гармоническими последовательностями достоверные различия были получены в тета ($p \leq .01$) и альфа ($p \leq .01$) диапазонах во всех 3 ступенях тональной модуляции. Причем после прослушивания отрывков реальных произведений мощность в альфа диапазоне была выше, а в тета диапазоне ниже по сравнению с искусственными последовательностями. Таким образом, несмотря на то, что различий между искусственными последовательностями и отрывками реальных произведений при прослушивании не было, эффект, который оказали реальные произведения, держался дольше.

Выводы

Было показано, что тональная модуляция в искусственных гармонических последовательностях и в отрывках реальных музыкальных произведений оказывает одинаковый эффект на характеристики ЭЭГ, что дает возможность предполагать, что тональная модуляция является одним из ключевых факторов воздействия музыки.

Сравнение 10-секундного периода после прослушивания показало, что эффект увеличения мощности в альфа диапазоне в реальных музыкальных произведениях держится дольше, чем при прослушивании искусственных последовательностей. Исходя из этого, можно сделать вывод, что в реальных музыкальных произведениях по сравнению с искусственными последовательностями (где остальные параметры музыкального произведения сведены к минимуму) кроме тональной модуляции существуют дополнительные факторы, увеличивающие длительность оказываемого эффекта.

Литература

Радченко Г., Парин С., Полевая С., Корсакова-Крейн М., Федотчев А.

Влияние характеристик тональной модуляции музыкальных фрагментов на показатели ЭЭГ // XVII Всероссийская научно-техническая конференция «НЕЙРОИНФОРМАТИКА 2015»: Сборник научных трудов. В 3 частях. Ч. 1. М.: НИЯУ МИФИ, 2015.

Федотчев А.И., Радченко Г. Музыкальная терапия и «музыка мозга»: состояние, проблемы и перспективы исследований // Успехи физиологических наук. 2013. Т. 44. № 4. С. 35–50.

- Benjamini Y., Yekutieli D.* The control of the false discovery rate in multiple testing under dependency // *Annals of statistics*. 2001. P. 1165–1188.
- Bernardi L., Porta C., Sleight P.* Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence // *Heart*. 2006. Vol. 92. No. 4. P. 445–452.
- Deutsch D.* *Psychology of music*. Chapter 6. Elsevier, 2013.
- Guhn M., Hamm A., Zentner M.* Physiological and musico-acoustic correlates of the chill response // *Music Perception*. 2007. Vol. 24. No. 5. P. 473–484.
- Korsakova-Kreyn M., Dowling W.J.* Emotional processing in music: Study in affective responses to tonal modulation in controlled harmonic progressions and real music. // *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain*. 2014. Vol. 24. No. 1. P. 4–20.
- Vanderark S.D., Ely D.* Cortisol, biochemical, and galvanic skin responses to music stimuli of different preference values by college students in biology and music // *Perceptual and motor skills*. 1993. Vol. 77. No. 1. P. 227–234.

Influence of Tonal Modulation on EEG Characteristics in the Context of Listening to Harmonic Progressions and Musical Fragments

Gromov K.N. *, Radchenko G.S.

kerod@inbox.ru

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The presented EEG study examined the influence of different stage reorientation (dominant, subdominant, minor sixth) in tonal space on the brain's activity while listening harmonic progressions and short musical fragments. EEG measurements were recorded from 15 participants while they were listening to two series of stimuli: 24 harmonic progressions and 24 musical fragments. Each series included three tonal distances of eight stimuli. The study found that harmonic progressions and musical fragments with tonal modulation increase average power in alpha and decrease average power in beta 1 frequency bands. Listening to musical fragments compared with listening to harmonic progressions leads to a smaller decrease of average power in alpha frequency band after listening.

Keywords: EEG, music, tonal modulation, harmonic progressions, musical fragments

МЕХАНИЗМЫ КОНТРОЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННЫХ МОТОРНЫХ РЕПРЕЗЕНТАЦИЙ¹⁴

Дагаев Н.И. *

nikolaydagaev@gmail.com

НИУ ВШЭ, Москва

Аннотация. Идея аффордансов подразумевает, что действия напрямую управляются зрительной информацией. То есть простое восприятие знакомых предметов приводит к автоматической активации связанных моторных репрезентаций. Если подобная активация происходит автоматически, то какие механизмы предотвращают взаимодействие человека с любым увиденным предметом? Один возможный механизм — торможение с вовлечение исполнительских функций. В данном исследовании проверялось предположение о том, что исполнительские функции вносят вклад в торможение потенцированных действий. Применяв парадигму совместимости при одновременном выполнении задачи обратного счета, мы обнаружили инвертированный эффект ориентации объекта. В предварительной интерпретации высказывается предположение о роли механизмов самоингибирования.

Ключевые слова: восприятие, действие, аффорданс, торможение

Согласно теориям о связи между перцептивными процессами и действием (Goodale, Milner, 1992), простое восприятие знакомого объекта приводит к автоматической активации связанных с ним моторных репрезентаций. Для описания подобных перцептивно-моторных связей существует термин “affordance” («возможность»), обозначающий свойство объекта, связанное с некоторым потенциальным действием с этим объектом (Gibson, 1979). Так, в одной из работ (Tucker, Ellis, 1998), посвященных автоматической потенциации типичных действий с объектами, испытуемым предъявлялись фотографии различных бытовых предметов (чашка, молоток и т.п.), по поводу каждого из которых требовалось ответить на вопрос: он находится в правильном (типичном при использовании) положении или в перевернутом, нажимая правой или левой рукой на соответствующую кнопку. Был обнаружен так называемый эффект ориентации объекта: испытуемые быстрее давали ответ в случаях, когда кнопка ответа и ручка предмета находились с одной стороны (совместимые пробы), чем когда ручка указывала в противоположную кнопку ответа сторону (несовместимые пробы). Авторы объясняют эти результаты тем, что с каждым из демонстрируемых бытовых предметов

¹⁴Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 15-06-02233-а.

тесно связаны репрезентации типичных действий в их отношении. Эти репрезентации становятся активными при восприятии соответствующих объектов. Поскольку ориентация объекта — это важная для взаимодействия с ним особенность, то активирующаяся моторная репрезентация учитывает эту характеристику, и, как следствие, активируются комплементарные моторные области (например, если ручка повернута вправо, то происходит активация моторных областей, связанных с правой рукой). Таким образом, если такой моторный код соответствует в чем-то реальному действию, то это реальное действие будет выполнено быстрее.

Если подобная моторная активация происходит автоматически, то возникает вопрос, почему в повседневной жизни люди не выполняют все тесно ассоциированные с предметами действия. Иными словами, должен быть механизм торможения автоматически актуализирующихся действий. В соответствии с этим, известен так называемый синдром утилизационного поведения (Lhermitte, 1983): больные с поражением лобных долей непроизвольно выполняют действия с предметами в зоне досягаемости. По-видимому, такие пациенты утрачивают способность оттормаживать потенцируемые объектами действия вследствие нарушения контролирующих функций, тесно связанных с лобными долями мозга.

Если все устроено действительно так, и для торможения автоматически актуализирующихся моторных репрезентаций необходимы контролирующие функции, то более прямое подтверждение (в эксперименте со здоровыми испытуемыми) можно было бы получить с помощью воздействия на такие функции. А именно: нагружая контролирующие функции (функции «центрального исполнителя»; Baddeley, 1996), можно ожидать растормаживания типичных действий с объектами во время демонстрации этих объектов. Иными словами, в задаче, схожей с описанной выше (Tucker, Ellis, 1998), стоит ожидать увеличения эффекта ориентации.

Для проверки такого предположения можно использовать интерферирующую задачу, например, задачу обратного счета. Вероятно, что в экспериментальной процедуре, схожей с описанной, интерферирующая задача вызовет большее увеличение времени реакции в несовместимых пробах, нежели в совместимых, тем самым еще больше увеличив разницу между ними. Подобный паттерн результатов должен иметь место, поскольку будет происходить загрузка процессов, ответственных за оттормаживание несовместимой моторной реакции. Кроме того, вероятно также обнаружить растормаживание совместимых моторных реакций: снижения времени ответа в совместимых пробах в условии интерферирующей задачи. В любом случае, стоит ожидать увеличения эффекта ориентации (разницы во времени ответа на совместимые и несовместимые пробы) в условии наличия интерферирующей задачи.

Методика

Испытуемые. На данный момент в исследовании принял участие 21 испытуемый (5 мужского пола) в возрасте от 19 до 25 лет. В дальнейшем выборка будет дополнена.

Материал. Использовались фотографии бытовых предметов (всего 16). Каждый предмет появлялся четыре раза (всего 64 фотографии): в правильном или в перевернутом положении, повернутый ручную влево или вправо. Для интерферирующей задачи использовались звуковые файлы, в которых произносились числа (от 32 до 72). Длительность каждого файла – около одной секунды. Звуковые файлы были сгенерированы с помощью программы Govorka 2.2.2 (<http://www.vector-ski.ru/vecs/>).

Процедура. Контрольное условие повторяло экспериментальную процедуру, описанную выше (Tucker, Ellis, 1998).

В экспериментальном условии (с использованием интерферирующей задачи) от испытуемых требовалось параллельно с ответом на фотографию выполнять задачу обратного счета. В начале каждой пробы испытуемому через наушники сообщалось некоторое число, от которого он должен был отнимать по три каждый раз, когда он слышал звуковой сигнал (450 Гц, 200 мс). Интервал между сигналами составлял 1900 мс, количество сигналов варьировалось между пробами от двух до четырех. В конце пробы испытуемый с помощью клавиш-стрелок (влево и вправо) выбирал на шкале от 20 до 60 результат вычислений; на ответ давалось 4000 мс. Во время (100 мс после начала подачи сигнала) второго или третьего (равновероятно) звукового сигнала испытуемому предъявлялось изображение (на 2500 мс или до ответа), на которое нужно было дать ответ указательным пальцем левой или правой руки, используя клавишу F1 или END (какая из них отвечает за ответ «правильно», а какая за ответ «перевернут» – случайно варьировалось между испытуемыми). В конце пробы появлялась информация о том, как испытуемый выполнил оба задания в этой пробе; испытуемые начинали следующую пробу самостоятельно. Основная серия состояла из 64 проб, которым предшествовала тренировочная серия из 5 проб (не включаются в обработку данных).

Результаты

Хотя средняя успешность в условии с интерференцией (.90) ниже, чем в контрольном условии (.94), значимые различия в успешности выполнения основной задачи не были обнаружены ни по одному из факторов; значимое взаимодействие факторов также отсутствует, $F(1,19) < 1$.

В контрольном условии были получены ожидаемые результаты: среднее время реакции на совместимые пробы (665 мс, $SD = 45$ мс) было

ниже, чем среднее время реакции на несовместимые пробы (681 мс, $SD = 56$ мс), $F(1,9) = 10.482$, $p = .01$, $\eta^2_p = .54$.

Однако в условии с интерферирующей задачей среднее время реакции на совместимые пробы (975 мс, $SD = 165$ мс) было выше, чем среднее время реакции на несовместимые пробы (929 мс, $SD = 173$ мс), $F(1,10) = 5.615$, $p = .039$, $\eta^2_p = .36$. Было также обнаружено соответствующее значимое взаимодействие между факторами задачи и совместимости, $F(1,19) = 8.872$, $p = .008$, $\eta^2_p = .32$.

Этот паттерн результатов является прямой противоположностью ожидаемому: интерферирующая задача вызывает не усиление эффекта ориентации, а его инверсию.

Обсуждение

В соответствии с наиболее простой гипотезой о роли контролирующих процессов в торможении автоматически активирующихся действий с предметами, использование интерферирующей задачи для загрузки таких процессов должно увеличивать эффект ориентации, т.к. будет требоваться больше времени для оттормаживания несовместимой моторной репрезентации. Однако было получено противоположное: инверсия эффекта ориентации. Можно предположить два предварительных объяснения.

1) Чрезмерное торможение активированных действий: из-за невозможности точного контроля все нерелевантные репрезентации тормозятся максимально, поэтому, когда последующее реальное действие схоже с отторможенным, требуется больше времени для растормаживания соответствующих моторных планов.

2) Автоматическое «аварийное» торможение. Несложно заметить, что настоящий эффект имеет сходство с «негативным эффектом совместимости» (Eimer, Schlaghecken, 1998). Поэтому можно предположить, что за ним стоит тот же автоматический, неосознанный механизм торможения, который в норме не задействован ввиду мониторинга моторных репрезентаций контролирующими процессами.

Оба объяснения сходятся на том, что активируемая репрезентация тормозится, поэтому совместимое с ней действие выполняется дольше, так как требуется растормаживание. Однако объяснения расходятся в том, какой механизм обеспечивает такое торможение: связанный с исполнительными функциями или автономный и автоматический. Обоснованное объяснение полученного эффекта требует дальнейших исследований.

Литература

Baddeley A. Exploring the central executive // *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A.* 1996. Vol. 49. No. 1. P. 5–28.

- Eimer M., Schlaghecken F.* Effects of masked stimuli on motor activation: behavioral and electrophysiological evidence. // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1998. Vol. 24. No. 6. P. 1737.
- Gibson J.J.* The ecological approach to visual perception. Boston, MA: Houghton Mifflin Company, 1979.
- Goodale M.A., Milner A.D.* Separate visual pathways for perception and action // *Trends in neurosciences*. 1992. Vol. 15. No. 1. P. 20–25.
- Lhermitte F.* “Utilization behaviour” and its relation to lesions of the frontal lobes // *Brain*. 1983. Vol. 106. No. 2. P. 237–255.
- Tucker M., Ellis R.* On the relations between seen objects and components of potential actions. // *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*. 1998. Vol. 24. No. 3. P. 830–846. doi: 10.1016/j.jsams.2013.02.007

Mechanisms of Control over Automatically Activated Motor Representations

Dagaev N.I. *

nikolaydagaev@gmail.com

National Research University “Higher School of Economics”,
Moscow, Russia

Abstract. According to the notion of affordances, actions are directly guided by vision. The mere perception of familiar objects leads to an automatic activation of related motor representations. If such activations are indeed automatic, what mechanisms prevent humans from acting on every object they encounter? One possible mechanism is an inhibition provided by executive functions. The present study aimed to test whether executive functions contribute to the inhibitory control of actions potentiated by objects. In the compatibility paradigm with a simultaneous backward-counting task, an inversion of the classical object orientation effect was obtained. The preliminary interpretation indicates a role of self-inhibition.

Keywords: perception, action, affordance, inhibition

ФМРТ-ИССЛЕДОВАНИЕ НАЗЫВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ ПРИ АФАЗИИ¹⁵

Драгой О.В. * (1), Власова Р.М. (1,2), Козинцева Е.Г. (3),
Малютина С.А. (4), Акинина Ю.С. (1), Петрушевский А.Г. (3),
Федина О.Н. (3), Гутырчик Е.Ф. (5), Иванова М.В. (1)

odragoy@hse.ru

1 – Национальный исследовательский университет «Высшая Школа Экономики», 2 – ФГБУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздрава, 3 – Центр патологии речи и нейрореабилитации, 4 – Университет Южной Каролины, США, 5 – Мюнхенский университет им. Людвига Максимилиана, Германия

Аннотация. В настоящей работе исследована мозговая организация названия действий и соотнесение этого процесса с локализацией мозгового поражения и продуктивностью названия у пациентов с афазией. Был проведен фМРТ эксперимент с участием 19 здоровых добровольцев и 6 человек с афазией. В экспериментальном условии испытуемые называли изображения действий одиночными глаголами; в контрольном условии – произносили псевдоглагол в ответ на искаженный рисунок. Наиболее грубый дефект наблюдался у пациентов с поражением в области нормативной активации в лобных отделах левого полушария, что подтверждает критическое вовлечение этих зон в употребление глаголов. Более высокая продуктивность названия у пациентов оказалась связана с генерализацией активации в левом полушарии.

Ключевые слова: название, глаголы, фМРТ, афазия

Введение

Задание на название по рисунку является самым распространенным и традиционно используемым для оценки сохранности речевой функции у пациентов с локальными поражениями головного мозга. При этом данное задание встречается в двух вариантах: название объектов по их изображениям и название действий по изображению ситуации. В ряде работ (например, Rofes et al., 2014) показано, что исследование номинативной речи на примере названия действий глаголами имеет большую диагностическую ценность, чем традиционно используемые методики на название объектов существительными. Это объясняется тем, что важной характеристикой глагола является наличие у него аргументной структуры. Аргументная структура отражает количество слов (аргументов), которые могут быть использованы в одном контексте с данным

¹⁵Исследование осуществлено при поддержке РФФИ (грант №13-06-00651).

глаголом, при этом каждый аргумент обладает своими семантическими ролями и синтаксическим способом их выражения. Таким образом, глагол является организатором грамматических связей в предложении; и порождение глагола вовлекает не только лексико-семантические, но и грамматические процессы. Поэтому в данном исследовании мы сконцентрировались на специфике мозговой организации процесса называния действия по рисунку глаголом и соотношением этого процесса с локализацией мозгового поражения и продуктивностью называния у пациентов с поражениями мозга.

Метод

В исследовании, выполненном с использованием метода функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ), приняли участие 19 здоровых добровольцев (средний возраст — 44 года, SD = 14 лет, среди них 5 мужчин); в группу пациентов с нарушениями речи вошли 6 человек с афазией сосудистого генеза (подробные данные представлены в табл. 1). В экспериментальном условии испытуемые называли черно-белые изображения действий вслух одиночными глаголами в форме 3 лица единственного числа: «бежит», «ест» и т.д. В контрольном условии предъявлялись те же изображения, но искаженные до неузнаваемости, при этом испытуемому необходимо было произнести псевдоглагол «кавает». Вне томографа пациенты проходили процедуру называния тех же рисунков действий вслух, это позволило провести качественный и количественный анализ допущенных ошибок и соотнести поведенческие данные, полученные вне томографа с анализом нейровизуализационных данных.

Исследование проводилось на томографе Magnetom AVANTO 1.5 T (Siemens, Германия) в Центре патологии речи и нейрореабилитации, г. Москва. Структурные T1-взвешенные изображения MPRAGE (параметры сканирования: TR 1900 мс, TE 3 мс, FA 15°, 176 сиггитальных срезов, FOV 250 мм, толщина среза 1 мм). Функциональные T2*-взвешенные изображения получены с помощью ЭП-последовательности (параметры сканирования: TR 3000 мс, TE 50 мс, FA 90°, 35 аксиальных среза, толщина среза 3 мм, зазор между срезами 0.75 мм, FOV 250 × 250 мм, матрица 64 × 64). В каждой сессии получено 203 измерения, из которых первые 23 являлись тренировочными и были изъяты из анализа. Анализ производился в среде SPM8.

Результаты

В группе здоровых добровольцев при назывании действий по рисункам вслух выявлены следующие кластеры активации (см. рис. 1): (1) в затылочных извилинах, средней височной извилине и веретеновидной извилине билатерально, в верхней теменной доле левого полушария с

Таблица 1. Демографические и клинические данные пациентов

Пациент	Возраст, пол	Диагноз	Объем поражения, мм ³	Локализация поражения	Продуктивность названия	Объем поражения в области нормативной активации, мм ³		
						Передняя часть островка/нижняя лобная извилина	Предцентральная извилина	Височно-теменно-затылочная извилина
S1	49, м	динамическая, эфферентная моторная	146406	В области левой лобной и височной долей	25%	1712	5840	0
S2	57, м	динамическая	92309	В области левой лобной и височной долей	36%	1080	6360	0
S3	60, ж	сенсорная, акустико-мнестическая	34120	В задней части островка, верхней и средней височных извилинах, нижней теменной дольке левого полушария	63%	0	0	0
S4	71, м	сенсорная	38627	В задней части островка, верхней и средней височных извилинах, нижней теменной дольке левого полушария	44%	0	0	3864
S5	49, м	эфферентная, афферентная моторная	8587	В задней части островка, верхней височной извилине, оперкулярной части нижней лобной извилины левого полушария	77%	0	0	0
S6	66, м	сенсорная, акустико-мнестическая	53434	В задней части островка, верхней и средней височных извилинах, нижней теменной дольке левого полушария	77%	0	0	1016

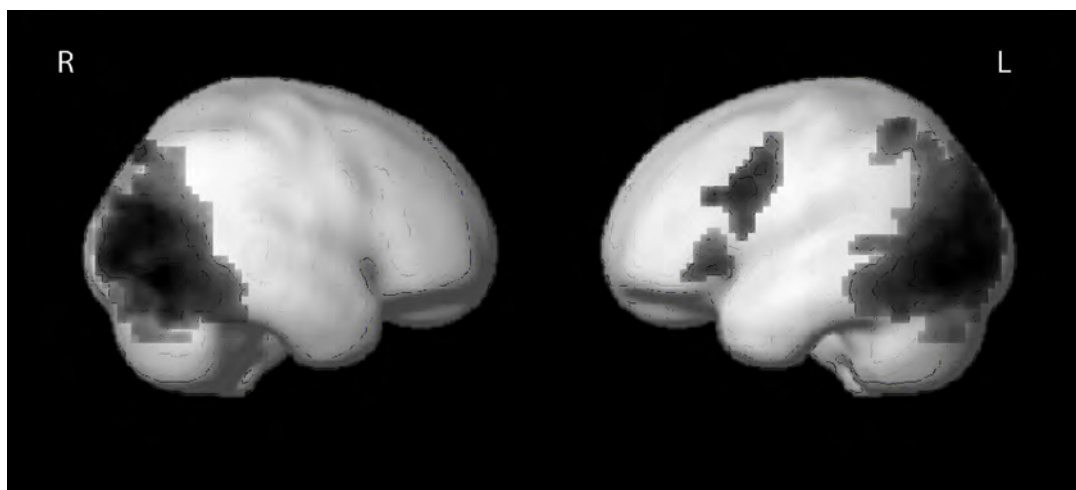


Рисунок 1. Нормативная активация, наложенная на шаблон SPM, $N = 19$, $p = .001$, FDR_{corr} на уровне кластера, $q = .05$.

максимальными пиками активации в левом полушарии $\{-33; -91; -2\}$ и в правом полушарии $\{48; -70; -11\}$; (2) в предцентральной извилине левого полушария $\{-42; 11; 28\}$; (3) передней части островковой доли и нижней лобной извилине $\{-36; 32; -8\}$.

Кластеры активации, полученные в группе здоровых добровольцев, были преобразованы в области интереса. Эти области интереса пересекались с маской поражения, созданной для каждого пациента на основе структурных изображений его мозга. На основе этого пересечения для каждого пациента был подсчитан объем поражения в области, связанной с выполнением задания называния действий в группе нормы, затем эти данные были сопоставлены с продуктивностью называния действий пациентами и паттерном активации, связанным с выполнением этого задания.

Для пациентов с локализацией поражения в нормативных областях активации в передней части островка и нижней лобной извилины оказалась характерна самая низкая продуктивность называния действий. У пациентов с поражением, либо не пересекающимся вообще с областью нормативной активации, либо пересекающимся только с височно-затылочным компонентом активации, наблюдалась средняя и высокая успешность называния действий. Информативными оказались паттерны активации, характерные для пациентов каждой подгруппы (см. рис. 2). У пациентов с самой низкой продуктивностью при назывании действий отсутствует активация в нижней лобной области, но сохраняется в височно-затылочной. У пациентов со средней успешностью называния действий присутствуют как лобные, так и височные компоненты активации. У пациентов с самой высокой продуктивностью наблюдается генерализованная активация в левом полушарии.

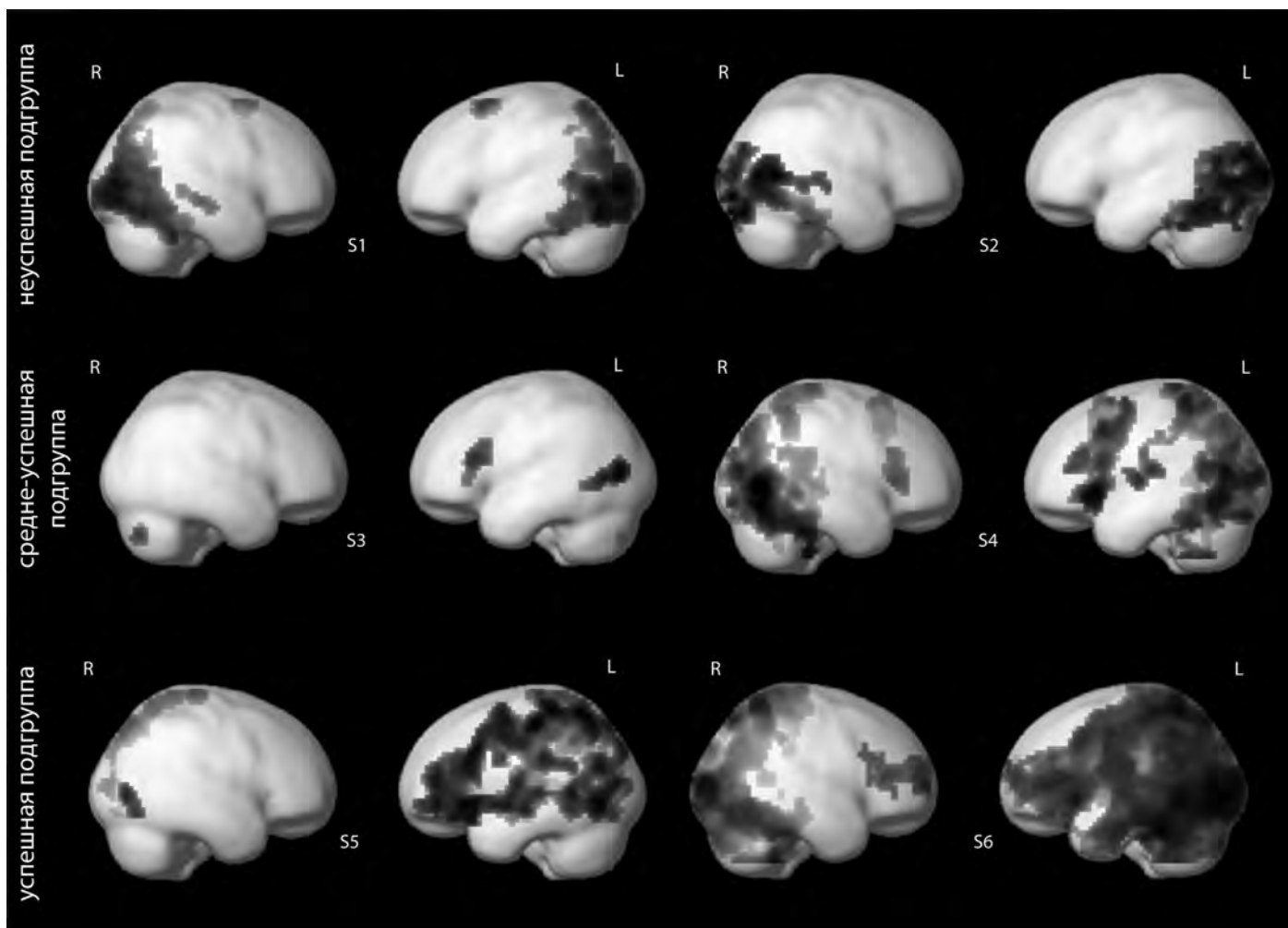


Рисунок 2. Активация, характерная для пациентов с разной успешностью называния, активация наложена на шаблон SPM, $p = .001$, FDR_{corr} на уровне кластера, $q = .05$

Выводы

Согласно полученным данным, называние действий по рисунку нарушается у всех представленных в исследовании пациентов. Но наиболее грубый дефект наблюдается у пациентов с поражением в области нормативной активации – переднего островка, нижней лобной извилины и предцентральной извилины. Эти данные соответствуют полученным ранее свидетельствам о критическом вовлечении левой лобной доли в употребление глаголов (Rofes, Miceli, 2014). При этом пациенты с низкой успешностью называния имеют и самые обширные по объему области поражения головного мозга. Более высокая продуктивность называния у пациентов также оказывается связана с генерализацией активации в левом полушарии головного мозга при назывании действий по рисунку.

Литература

Rofes A., Miceli G. Language Mapping with Verbs and Sentences in Awake Surgery: A Review // *Neuropsychology review*. 2014. Vol. 24. No. 2. P. 185–199.

fMRI Study of Action Naming in Aphasia

Dragoy O.V. * (1), Vlasova R.M. (1,2), Kozintseva E.G. (3), Malyutina S.A. (4), Akinina Yu.S. (1), Petrushevsky A.G. (3), Fedina O.N.(3), Gutyrchik E.F. (5), Ivanova M.V.(1)

odragoy@hse.ru

1 — National Research University Higher School of Economics, 2 — Federal Center of Treatment and Rehabilitation, 3 — Center for Speech Pathology and Neurorehabilitation, 4 — University of South Carolina, USA, 5 — Ludwig Maximilian University of Munich, Germany

Abstract. We investigated brain patterns in action naming and the relation to brain damage localization and naming scores in patients with aphasia. Nineteen healthy people and six individuals with aphasia participated in an fMRI experiment. They had to name a picture of an action with a single verb or to utter a pseudo-verb in response to a digitally distorted picture. Patients with damage to the left frontal areas, where normative activation was found in the healthy group, had the lowest naming scores. Higher naming scores in individuals with aphasia were found to be related to a generalized activation in the left hemisphere.

Keywords: naming, verbs, fMRI, aphasia

ВЛИЯНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ НА СКОРОСТЬ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ В ВИТАЛЬНОЙ СИТУАЦИИ У УЛИТКИ¹⁶

Дьяконова В.Е. *, Коршунова Т. ., Воронцов Д.Д.

dyakonova.varvara@gmail.com

Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН

Аннотация. Наблюдениями последних лет установлено, что у млекопитающих животных, включая человека, физическая нагрузка благоприятствует выполнению ряда когнитивных функций. Мы предполагаем, что эффекты двигательной активности на когнитивные возможности мозга сформировались рано в эволюции. В этой работе мы представляем результаты, которые показывают, что предварительная двигательная активность модулирует поведение беспозвоночного животного, улитки *Lymnaea stagnalis*, в витальной ситуации, требующей принятия решения. Результаты, полученные в настоящей работе, показывают, что предварительная двигательная нагрузка влияет на поведение моллюска *Lymnaea stagnalis*, находящегося в витальной ситуации, требующей принятия решения.

Ключевые слова: принятие решения, физическая активность, поведенческий выбор, моторные программы

Наблюдениями последних лет установлено, что у млекопитающих животных, включая человека, физическая нагрузка благоприятствует выполнению ряда когнитивных функций (Chang et al., 2013; Lee et al., 2013; Salmon, 2001). Одним из наиболее хорошо доказанных эффектов двигательной активности у человека является снижение симптомов депрессии, в том числе облегчение принятия решения и выбора поведения (Whitton et al., 2015). Согласно нашей рабочей гипотезе, эти эффекты сформировались рано в эволюции и имеют консервативную нейрохимическую основу. Ранее мы нашли, что некоторые активирующие поведенческие эффекты усиленной локомоции действительно наблюдаются у представителей двух основных подгрупп первичноротых животных *Lophotrochozoa* и *Ecdysozoa*, сверчка и улитки, и что, так же как и у высших животных, в этих эффектах задействованы серотонинергические механизмы (Дьяконова и др., 2013). Целью настоящей работы было проверить предположение, что предшествующая двигательная нагрузка может ускорять принятие решения у беспозвоночных. Задачей исследования было найти адекватную поведенческую модель для оценки скорости принятия решения прудовиком — пресноводным моллюском, удобным для анализа клеточных механизмов поведения.

¹⁶Поддержано грантами РФФИ 14-04-00537, 14-04-00875.

Мы исследовали поведение прудовика на стеклянной поверхности в градиенте освещения. Попадание на сушу является необычной ситуацией для данного вида, однако не исключено в природе и предполагает наличие поведенческих механизмов для возвращения в естественную среду. Ситуация содержит потенциальную угрозу выживания улитки — она может высохнуть, не найдя воды. Исходя из этого, мы рассчитывали на повышенную активацию когнитивных способностей животного для принятия решения о правильном направлении движения для возвращения в водную среду.

Пилотная серия экспериментов на лабораторной линии прудовиков ($n = 17$) показала, что поведение на стеклянной поверхности, как правило, включает две хорошо различающиеся фазы (рис. 1): 1 — медленное вращение или локомоция по кругу, соизмеримому с размером животного, со сменой направления или без; 2 — интенсивная локомоция в выбранном направлении. Такое четкое двухфазное поведение наблюдалось у 12 из 17 улиток. У 3 улиток первая фаза была ограничена одним поворотом в сторону выбранного направления движения, у 5 во второй фазе присутствовал дополнительный разворот. Подавляющее большинство улиток (15) выбрало движение на свет, 2 выбрали противоположное направление. Выбор направления на свет совпадает с наличием небольшого фототаксиса у этого вида (Ваколюк, Жуков, 2000), а также, предположительно, может иметь адаптивный смысл в данной ситуации, поскольку водоем, как правило, отражает свет. Предполагается, что первая фаза соответствует поиску правильного решения в условиях, угрожающих выживанию животного, а вторая фаза является следствием уже сделанного выбора.

В последующей серии опытов анализировали влияние предварительной двигательной нагрузки на поведение улитки на сухом стекле. Прудовики были разделены на две группы, условия содержания которых были выровнены по освещенности и температуре. Улитки экспериментальной группы ($n = 48$) в течение 2 часов ползали по влажному дну прямоугольной емкости (25×50 см), в которую было добавлено 150 мл воды. Низкий уровень воды (около 1 мм) вынуждал животных проявлять интенсивную (мышечную) локомоцию. Улитки контрольной группы ($n = 65$) подобной двигательной нагрузке не подвергались, они в течение того же срока находились в заполненном водой стеклянном цилиндре (диаметр дна 6 см, уровень воды 9.3 см). Поведение улиток регистрировали на видеокамеру. По истечении двух часов каждую улитку тестировали в закрытой арене, стеклянное дно которой (40×60 см) было сухим, а одна из коротких полупрозрачных стен была освещена снаружи. На дне арены выделяли виртуальную центральную зону диаметром 9 см, в центр которой помещали улитку левой стороной к освещенной стене.

Каждый опыт длился 15 мин. Поведение улитки регистрировали видеокамерой, расположенной под прозрачным дном камеры. Учитывали латентный период первого поворота, общее число поворотов, скорость локомоции и время, за которое улитка достигала условно очерченной квадратной границы на расстоянии 22 см от центра. Если улитка в течение периода тестирования так и не достигала этой границы, для сравнительного анализа время достижения признавали равным 15 минутам. Эксперименты проводили с двойным слепым контролем. Для статистической оценки данных применяли критерий Манна-Уитни.

Улитки после двигательной нагрузки достоверно раньше контрольных «начинали действовать» ($p = .001$, рис. 2А), меньше вращались ($p = .045$, рис. 2Б), быстрее двигались ($p = .028$, не иллюстрируем), быстрее доползали до условной границы ($p = .005$, рис. 2В). При этом преимущественный выбор направления локомоции во второй фазе у них не изменился по сравнению с пилотной серией: 75% экспериментальных и 77% контрольных животных выбрали движение в сторону большей освещенности.

Полученные результаты показывают, что двигательная нагрузка может облегчать или ускорять принятие решения у беспозвоночных. Этот эффект очевидно нельзя объяснить одним только увеличением скорости локомоции, поскольку наблюдалось достоверное уменьшение числа поворотов, свидетельствующее об изменении общего паттерна поведения. На данном этапе работы мы не можем исключить иных интерпретаций полученных результатов, а именно — влияния двигательной нагрузки на способность улитки запоминать или извлекать из памяти события, предшествовавшие тестированию. Нельзя также исключить влияние общего стресса и новизны обстановки на исследованное поведение, которое в условиях стимуляции двигательной активности могло быть сильнее, чем в контрольной новой среде. Однако эти факторы трудно отделимы от повышенной моторной нагрузки как в естественных, так и в экспериментальных условиях.

Мы предполагаем, что адаптивный смысл влияния двигательной активности на скорость принятия решения исходно мог заключаться в необходимости быстрее реагировать на изменения во внешней среде при большей скорости движения, поскольку эти изменения наступают быстрее. Целесообразность сохранения следа активации когнитивных функций после завершения интенсивной локомоции может объясняться тем, что интенсивная локомоция часто приводит к попаданию в новую среду, представляющую большую когнитивную нагрузку для животного, чем среда знакомая. Кроме того, остаточные эффекты активации метаболизма при движении могли обеспечить энергетическую базу для

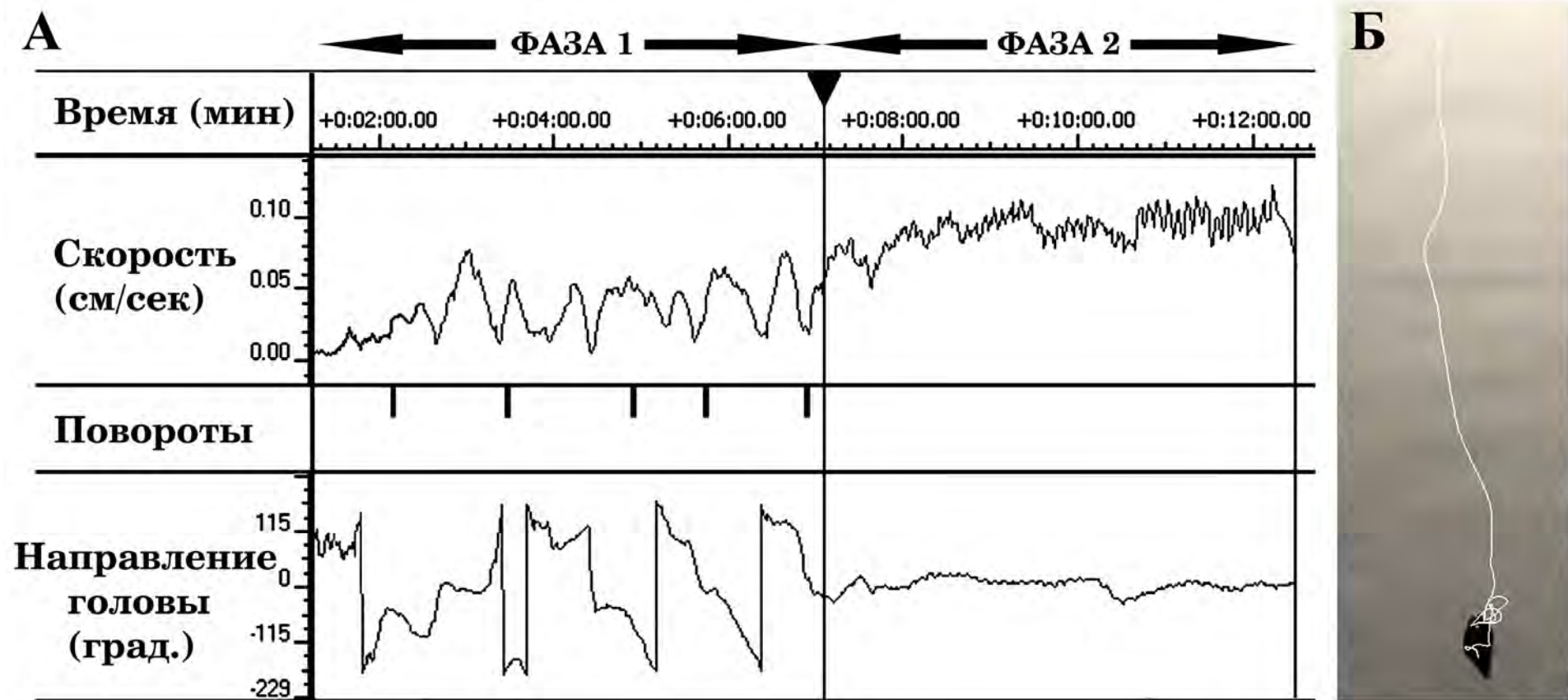


Рисунок 1. Поведение улитки на стеклянной поверхности в градиенте освещения. А. Графическое отображение. Б. Трек



Рисунок 2. Сравнение результатов тестирования улиток экспериментальной группы (n = 48) и контрольной группы (n = 65). А. Латентный период первого поворота. Б. Число вращений. В. Время достижения условной границы. * p < .05, ** p < .01, *** p < .001.

активации нервной системы. При этом мы рассматриваем механизм принятия решения в широком смысле, включающем в качестве одной из возможных реализаций конкуренцию за общие эффекторы между генераторами локомоторной и ориентировочной программ.

В целом полученные данные согласуются с нашей рабочей гипотезой о том, что эффекты влияния двигательной активно-

сти на когнитивные функции, в частности на способность принимать решения, сформировались рано в эволюции и были затем поддержаны и усилены естественным отбором. Найденная поведенческая модель будет использоваться для фармакологического и молекулярно-биологического анализа механизмов принятия решения и влияния двигательной нагрузки.

Литература

- Ваколюк И., Жуков В. Изучение фоторецепции *Lymnaea stagnalis* по проявлениям фототаксиса // Журнал эволюционной биохимии и физиологии. 2000. Т. 36. № 5. С. 419–423.
- Дьяконова В., Крушинский А., Щербакова Т. Эволюционные и нейрохимические предпосылки влияния двигательной активности на когнитивные функции // Материалы Конференции «Когнитивная наука в Москве: новые исследования» Москва: БукиВеди, 2013. С. 113–117.
- Chang Y.-K., Tsai C.-L., Huang C.-C., Wang C.-C., Chu I.-H. Effects of acute resistance exercise on cognition in late middle-aged adults: General or specific cognitive improvement? // Journal of Science and Medicine in Sport. 2014. Vol. 17. No. 1. P. 51–55.
- Lee M.C., Inoue K., Okamoto M., Liu Y.F., Matsui T., Yook J.S., Soya H. Voluntary resistance running induces increased hippocampal neurogenesis in rats comparable to load-free running // Neuroscience Letters. 2013. Vol. 537. P. 6–10. doi: 10.1016/j.neulet.2013.01.005
- Salmon P. Effects of physical exercise on anxiety, depression, and sensitivity to stress: a unifying theory // Clinical psychology review. 2001. Vol. 21. No. 1. P. 33–61.
- Whitton A.E., Treadway M.T., Pizzagalli D.A. Reward processing dysfunction in major depression, bipolar disorder and schizophrenia // Current opinion in psychiatry. 2015. Vol. 28. No. 1. P. 7–12. doi: 10.1097/YCO.0000000000000122

Effect of Previous Motor Activity on Decision-Making in Vital Situations in Snails

Dyakonova V.E.*, Korshunova T.A., Vorontsov D.D.

dyakonova.varvara@gmail.com

Koltzov Institute of Developmental Biology RAS

Abstract. The benefits of physical exercise for brain function have been demonstrated in mammals, including humans. We suppose that these effects of physical activity on cognitive functions have been formed early in evolution. This work reports that a preceding physical load modulates the behavior of an invertebrate animal, the pond snail *Lymnaea stagnalis*, in a vital situation that requires decision-making.

Keywords: decision-making, physical activity, behavioral choice, motor program

ДВИЖЕНИЯ ГЛАЗ ПРИ ЧТЕНИИ ПРЕДЛОЖЕНИЙ С ЛОКАЛЬНОЙ И ГЛОБАЛЬНОЙ СИНТАКСИЧЕСКОЙ НЕОДНОЗНАЧНОСТЬЮ¹⁷

Жондо А.С. * (1), Анисимов В.Н. * (1), Федорова О.В. (2),
Латанов А. В. (1)

kiseleva.anna.msu@gmail.com, victor_anisimov@neurobiology.ru

1 – Кафедра высшей нервной деятельности, 2 – Кафедра теоретической и прикладной лингвистики, МГУ им. М.В. Ломоносова

Аннотация. Трудности в интерпретации синтаксически неоднозначных предложений вызывают замедление чтения по сравнению с чтением предложений без неоднозначности. Мы изучили параметры движений глаз при чтении предложений с локальной и глобальной синтаксической неоднозначностью, а также без неоднозначности. После каждого предложения предъявлялся вопрос о соответствии придаточного предложения женского рода одному из двух существительных, между которыми существовала неоднозначность. Мы выявили, что синтаксическая неоднозначность приводит к замедлению чтения, что связано с увеличением длительности и количества фиксаций, частоты регрессий и уменьшением амплитуд саккад. Причем предложения с локальной неоднозначностью представляют собой большую трудность, чем предложения с глобальной, а выбор разных существительных в обоих типах неоднозначности приводит к изменению параметров движений глаз.

Ключевые слова: движения глаз, трекинг взора, чтение, локальная синтаксическая неоднозначность, глобальная синтаксическая неоднозначность

Введение

Трудности в интерпретации структурно неоднозначных предложений вызывают замедление чтения по сравнению с чтением предложений без неоднозначности (Frazier, Rayner, 1982; Clifton, Staub, 2011). Ранее нами было показано, что предложения с глобальной синтаксической неоднозначностью (с неопределенностью придаточного предложения женского рода, например, *Преступник застрелил служанку актрисы, которая стояла на балконе*) испытуемые читают медленнее, чем контрольные предложения без неоднозначности (Анисимов и др., 2014). Замедление чтения неоднозначных предложений обусловлено большим числом регрессивных саккад, совершаемых внутри фрагмента, содержащего трудности для интерпретации предложения, что приводит к дополни-

¹⁷Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-04-05745).

тельным фиксациям. Кроме того, длительность фиксаций при чтении неоднозначных предложений оказалась больше, чем при чтении контрольных предложений (без неоднозначности).

На примере английского языка было показано, что время чтения предложений с глобальной синтаксической неоднозначностью меньше времени чтения предложений с локальной неоднозначностью (Traxler et al., 1998) и даже не отличается от времени чтения предложений без неоднозначности. На основании таких данных авторы высказывают мнение о том, что глобальная синтаксическая неоднозначность не вызывает трудностей при анализе структуры предложения, поскольку интерпретация предложений скорее предопределена и не является результатом конкурентного выбора из двух альтернатив. Мы выполнили подобное исследование с использованием предложений, сходных по структуре с лингвистическим материалом из этой работы.

Методика

В экспериментах участвовал 31 испытуемый в возрасте 18–24 лет. В экспериментах испытуемые читали по 12 предложений с локальной неоднозначностью с ранним (Лр) и поздним (Лп) закрытием, 12 предложений, содержащих глобальную синтаксическую неоднозначность с неопределенностью определительного придаточного предложения (Г), 12 структурно аналогичных контрольных предложений (К) без неоднозначности, а также 10 коротких предложений-филлеров, предъявляемых в начале эксперимента. Предложения с неоднозначностью и К предъявляли в псевдослучайном порядке. После прочтения предложений испытуемым предъявляли слайд с вопросом о соответствии придаточного предложения одному из дополнений с вариантами ответов, располагаемых слева и справа. Для контрольных предложений, содержащих только одно дополнение, слайды с вопросами были дополнены вторым вариантом ответа. Испытуемых инструктировали выбирать по результатам собственной оценки один из двух вариантов ответа путем нажатия левой или правой кнопки мыши. Предложения предъявляли на мониторе в одну строку (максимальная длина 83 символа), угол охвата монитора составлял 47 угл. град., размер букв около 0.6 угл. град. Движения глаз регистрировали с частотой 250 Гц с использованием оригинального трека на базе быстрой цифровой камеры FV300 (НПО «Астек»). Для управления экспериментом и обработки данных использовали оригинальное программное обеспечение (Visual Stimulator v.5.4).

Результаты

По модели двухфакторного дисперсионного анализа (MANOVA) мы выявили высоко достоверное влияние фактора «испытуемый»

($F(130,1349) = 26.04, p < .0001$) и фактора «предложение» (с уровнями Лр, Лп, Г и К) ($F(23,1349) = 10.79, p < .0001$) на общее время чтения. Оказалось, что время чтения всех предложений с неоднозначностью высоко достоверно больше времени чтения К (табл. 1) с уровнями значимости $p < .002, p < .0001$ и $p < .002$, соответственно, для Лр, Лп и Г. Такие различия обусловлены достоверными различиями всех параметров движений глаз (табл. 1).

Таблица 1. Средние значения параметров движений глаз при чтении Лр, Лп, Г и К, усредненные по всем испытуемым

Тип предложения	Время чтения, мс	Количество фиксаций	Длительность фиксаций, мс	Частота регрессий
Лр	5729±94 (365)	17.4±0.3 (365)	228±1 (4384)	2.5±0.1 (365)
Лп	5907±105 (304)	18.4±0.3 (305)	228±2 (3796)	2.6±0.1 (305)
Г	5706±88 (346)	17.7±0.3 (346)	229±1 (4425)	2.2±0.1 (346)
К	5334±79 (369)	16.9±0.2 (369)	222±2 (3135)	1.8±0.1 (369)

Разброс представлен ошибкой средней, в скобках — объем выборки. Время чтения, количество фиксаций и частота регрессий нормированы на 100 символов, поскольку предложения варьировали по длине.

Мы не выявили различий между временем чтения предложений с неоднозначностью; влияние фактора «предложение» (с уровнями Лр, Лп, Г) ($F(22,981) = 1.89, p < .152$) на общее время чтения оказалось недостоверным, хотя по количеству фиксаций и частоте регрессий чтение Лп достоверно отличалось от чтения Лр и Г соответственно. Тем не менее отмечается тенденция увеличения времени чтения, а также количества фиксаций и регрессий для Лп по сравнению с Лр и Г.

Мы проанализировали также время чтения Г с выбором раннего (Гр) и позднего (Гп) закрытия. Как и в нашей недавней работе (Анисимов и др., 2014), выполненной на таком же материале, предпочтение раннего закрытия в среднем по всем испытуемым составляло 0.67. Мы не выявили достоверного влияния фактора «закрытие» на время чтения Гр и Гп ($F(21,313) = 0.229, p < .632$), и усредненные значения времени чтения

(нормированные на 100 символов) этих предложений не различались (5658 ± 102 против 5804 ± 168 мс, $t = -0.74$, $p < .458$, $df = 196$).

Заключение

Наши результаты соответствуют результатам подобного исследования, выполненного на материале английского языка (Traxler et al., 1998). По-видимому, при чтении Г у испытуемых не возникает дополнительных трудностей при анализе структуры предложений по сравнению с чтением Лр и Лп. Поскольку намечается тенденция к увеличению времени чтения Лп, скорее чтение Лп вызывает больше трудностей в интерпретации, о чем свидетельствует значительная доля ошибки (в среднем по всем испытуемым .2), когда испытуемые выбирают раннее закрытие. На основании наших данных можно предположить, что в русском языке разрешение глобальной синтаксической неоднозначности, так же как и в английском языке, не вызывает специфических трудностей синтаксического анализа, и интерпретация предложений в значительной степени предопределена.

Литература

- Анисимов В., Федорова О., Латанов А.* Параметры движений глаз при чтении предложений с синтаксической неоднозначностью в русском языке // Физиология человека. 2014. Т. 40. № 4. С. 57–68.
- Clifton C., Staub A.* Parallelism and competition in syntactic ambiguity resolution // Language and Linguistics Compass. 2008. Vol. 2. No. 2. P. 234–250.
- Frazier L., Rayner K.* Making and correcting errors during sentence comprehension: Eye movements in the analysis of structurally ambiguous sentences // Cognitive psychology. 1982. Vol. 14. No. 2. P. 178–210.
- Traxler M.J., Pickering M.J., Clifton C.* Adjunct attachment is not a form of lexical ambiguity resolution // Journal of Memory and Language. 1998. Vol. 39. No. 4. P. 558–592.

Eye Movements in Local and Global Syntactic Ambiguity in Reading

Jondot A.S. * (1), Anisimov V.N. * (1), Fedorova O.V. (2), Latanov A.V. (1)

kiseleva.anna.msu@gmail.com, victor_anisimov@neurobiology.ru

1 — Department of High Nervous Activity, 2 — Department of theoretical and applied linguistics, Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. Difficulties in the interpretation of syntactically ambiguous sentences cause slower reading than reading sentences without ambiguity. We studied eye movements during the reading of sentences with local and global syntactic ambiguity, and without ambiguity. After each sentence, we presented a question of compliance of one of the two nouns, between which there was ambiguity, with a feminine clause. We found that syntactic ambiguity leads to slower reading, which is associated with increased duration and number of fixations, higher frequency of regression and a reduction in the amplitudes of saccades. Moreover, sentences with local ambiguities are more difficult than sentences with global ambiguities, and the choice of different nouns in both types of ambiguities leads to changes in the parameters of eye movements.

Keywords: eye movements, eye-tracking, reading, local syntactic disambiguity, global syntactic disambiguity

ЧЕМ ПРАВЫЕ СЛОВА ЛУЧШЕ ЛЕВЫХ — ИСТОРИЯ ОБУЧЕНИЯ СМЫСЛУ СЛОВА ВОПЛОЩЕНА В МЕХАНИЗМАХ ОБРАБОТКИ ЕГО СЕМАНТИКИ¹⁸

Жукова А.А. * (1), Николаева А.Ю. (1), Кравченко А.Н. (2), Прокофьев А.О. (1), Чернышев Б.В. (2), Строганова Т.А. (1)

vot.v.chem.sol@gmail.com

1 – МГППУ, 2 – ВШЭ, Москва, Россия

Аннотация. В настоящее время большую популярность в изучении мозговых механизмов когнитивных процессов набирает теория, получившая название «телесно-воплощенное познание» (*embodied cognition*). Согласно этой теории, телесный опыт, полученный в процессе обучения новым словам, напрямую отражается в процессах, связанных с восприятием этих слов после обучения. Результаты исследования показали, что обучение словам, обозначающим движения правой половины тела, по сравнению со словами, обозначающими движения левой половины тела, способствует более интенсивной активации семантических нейронных сетей мозга при восприятии смысла этих слов после обучения. Также обучение «правым» словам происходит быстрее и эффективнее, чем обучение «левым» словам. Полученные результаты подтверждают гипотезу, выдвинутую на основании теории «телесно воплощенного познания».

Ключевые слова: телесно-воплощенное познание, обучение словам движения, мозговая пластичность, МЭГ, обучение речи

Введение

В настоящее время все бóльшую популярность в изучении мозговых механизмов когнитивных процессов набирает теория, получившая название телесно воплощенного познания (*embodied cognition*), согласно которой любые, даже такие сложные функции мозга как речь, опираются на работу сенсомоторных систем, участвующих в кодировании информации о моторном и сенсорном опыте тела. Большинство современных исследований в этой области свидетельствуют в пользу того, что зоны мозга, отвечающие, например, за программирование и осуществление двигательных актов, куда более важны для нормального функционирования речи, чем считалось ранее. Однако механизмы такого взаимодействия до сих пор остаются темой горячей дискуссии. Существуют по крайней мере три гипотезы об участии различных областей моторной коры в извлечении смысла слова. (1) Согласно одной из них,

¹⁸Работа выполнена на уникальной научной установке «МЭГцентр» МГППУ, финансируемой Министерством образования и науки РФ, уникальный идентификатор RFMEF161914X0006

для извлечения смысла слова необходима активация моторных зон, которая, однако, связывается с механизмами скрытой артикуляции (Fadiga et al., 2002). (2) Согласно альтернативной гипотезе, активация сенсорных/моторных зон при восприятии объектов/совершении действий воспроизводится в процессе извлечения семантики слов, обозначающих эти объекты/действия (Jirak et al., 2010). (3) Еще одна точка зрения (Marangolo et al., 2010) утверждает, что активация моторных зон левого полушария при предъявлении речевых стимулов отражает неспецифическую активацию латерализованных нейронных ансамблей, не имеющую значения для обработки семантики какого-либо конкретного слова (Hanlon et al., 1990). Цель нашего эксперимента — выяснить, влияют ли действия, осуществляемые левыми или правыми конечностями в процессе обучения незнакомым псевдо-словам, на асимметрию активации мозга в ответ на прослушивание этих же слов после того, как они обрели смысл. В этом эксперименте задача испытуемого — обучиться новым словам, обозначающим движения левой/правой кистью или левой/правой стопой методом проб и ошибок, совершая в ответ на каждое предъявление слова одно из четырех возможных движений. О правильности совершенного действия испытуемого информировал сигнал обратной связи. Таким образом, бессмысленные слова приобретали значение «левых» или «правых» движений. Если гипотеза о связи движений с кодированием семантики слова верна, то история обучения «левым» и «правым» словам должна воплотиться в различной латерализации «семантического ответа» мозга при их предъявлении после обучения.

Методы

Выборку составили 28 здоровых праворуких испытуемых в возрасте 20–33 лет. В ходе эксперимента восемь псевдослов предъявлялись испытуемым акустически. Первый слог мог быть одним из четырех типов: хич-, хив-, хис-, хиш-. Четыре стимула имели окончание –а (хива, хиса, хича, хиша), четыре имели окончание –у (хиву, хису, хичу, хишу). Точка опознания (момент времени от начала стимула, когда стимул становился однозначным) для каждого стимула соответствовала началу последней фонемы и наступала в 410 мс от начала предъявления стимула. Четыре стимула в процессе обучения приобретали значения слов, обозначающих движение, четыре оставались псевдословами и служили дистракторами. Четыре экспериментальных серии проводили в строгой последовательности: первое пассивное прослушивание, обучающая серия, закрепляющая серия, второе пассивное прослушивание. Порядок предъявления стимулов — случайный во всех сериях. В первой и последней пассивных сериях испытуемые пассивно прослушивали звуковые стимулы. Внимание испытуемых было отвлечено просмотром немого кино.

Во второй (обучающей) серии испытуемый методом проб и ошибок обучался совершать одно из 4 движений (левой или правой ногой или рукой) на 4 из 8 стимулов. При предъявлении остальных 4 стимулов-дистракторов он должен был оставаться неподвижным. Сигнал положительной обратной связи подавался или в тех случаях, когда движение совпадало с означаемым это движение стимулом, или при отсутствии какого-либо движения на стимул-дистрактор. За другими движениями в ответ на стимул следовал сигнал отрицательной обратной связи. Серию останавливали по достижении испытуемым критерия обученности: 5 «ответов» для каждого из 8 стимулов. Третий блок (закрепляющий обучение) полностью повторял второй блок, но длился фиксированное время. Регистрацию МЭГ проводили с помощью 306-канальной системы МЭГ «VectorView» (Elekta Oy, Финляндия). Анализировали изменения МЭГ-сигнала, вызванные предъявлением каждой категории стимулов в двух пассивных сериях: до обучения (далее — p1) и после обучения (далее — p2). Данные МЭГ были разбиты на эпохи (–500:1500 мс относительно точки опознания) и усреднены для каждого из 8 стимулов в каждой из 2 пассивных серий. Для оценки общего эффекта активации «семантической» сети в левом и правом полушариях использовали простой показатель общей мощности ответа на сенсорах — RMS, аналог глобальной мощности поля в ЭЭГ. Для анализа скорости и эффективности обучения «левым» и «правым» словам измеряли отношение правильных ответов к общему числу предъявленных стимулов каждой категории в обучающей серии (далее — a1) и закрепляющей серии (далее — a2) по отдельности.

Результаты исследования

Мы предполагали, что обучение смыслу псевдослов, происходящее между первой и второй пассивными сессиями, должно отразиться на изменении активации семантической сети левого полушария. Поэтому анализ был направлен на сравнение ответа мозга на предъявление акустически идентичных слов в первой и второй пассивных сессиях. Однако различия между сессиями не исчерпывались изменениями осмысленности акустического стимула. Более мощным ожидаемым эффектом был эффект подавления ответа мозга при повторении тех же стимулов (Grill-Spector et al., 2006), который мог замаскировать семантический эффект. Для контроля эффекта повторения сравнения проводили в парах слово-дистрактор, ожидая, что эффект повторения, но не семантический эффект, будет одинаков для этих пар. Статистические сравнения в RMS для слов и дистракторов проводили для каждой миллисекунды постстимульного интервала, для коррекции множественных сравнений использовали пермутации с определением максимального размера временного кла-

стера, возникающего с вероятностью $p < .05$. Результаты анализа показали, что ответы мозга на слова и дистракторы, не различаясь в первой пассивной сессии, стали отличаться во второй. По времени возникновения различий между словами и дистракторами было выявлено два временных интервала: первый «левополушарный» интервал появлялся в окне 230–280 мс от точки опознания, второй — в окне 465–515 мс был характерен для обоих полушарий с выраженным левополушарным преобладанием. В обоих интервалах только что выученные слова вызывали больший ответ, чем дистракторы. Пространственно-временные характеристики полученных интервалов говорят в пользу того, что они соответствуют семантическому компоненту N400, который отражает интенсивность мозговых процессов, связанных с извлечением семантической информации из вербальных стимулов (Kutas, Federmeier, 2000) и преобладающих в левом полушарии (Halgren et al., 2002). Таким образом, вновь выученные слова были восприняты мозгом именно как вербальный стимул с определенной семантикой, тогда как нагрузка на семантические процессы для дистракторов была значимо меньшей. Для ответа на основной вопрос, будут ли различаться после обучения «левые» и «правые» слова в каждом из выявленных интервалов, был проведен дисперсионный анализ с факторами Сессия (первая и вторая пассивные сессии), Полушарие (левое и правое), Тип стимула (слова и дистракторы), Сторона тела («левые» и «правые» слова). Взаимодействие факторов «сессия»×«тип стимула»×«сторона тела» ($F(1,28) = 4.34$; $p = .04$), отражающее гипотетический эффект истории обучения «левым» и «правым» словам, оказалось значимым для второго временного интервала. В нем «правые» слова вызывала значимо большую левополушарную семантическую активацию, чем «левые» слова. Мы предположили, что движения правой части тела во время обучения «правым» словам каким-то образом способствовали более интенсивной и эффективной активации семантических нейронных сетей мозга. Если это так, то мозг должен обучаться «правым» словам быстрее и эффективнее, чем «левым». Чтобы проверить это предположение, мы оценили скорость обучения «левым» и «правым» словам в первой активной сессии и надежность обучения во второй, используя несколько показателей обучения (доля правильных ответов — *hit rate*; число проб, потребовавшихся для достижения критерия обучения в первой активной сессии; доля правильных ответов во второй активной сессии). Действительно, анализ показал, что испытуемые достоверно быстрее выучивали «правые» слова, чем «левые», и запоминали их прочнее. Более того, число предъявлений, требовавшееся для обучения «правым» словам, достоверно коррелировало с активацией левого полушария, которую эти слова вызывали при их пассивном прослушивании во второй сессии

(Spearman's $R = -0.39$; $p < .01$). Для «левых» слов значимые корреляции отсутствовали.

Заключение

Основной результат исследования показывает, что ассоциация нового, прежде незнакомого слова с движениями правой половины тела способствует более интенсивной и эффективной активации семантических нейронных сетей мозга, чем ассоциация нового слова с движениями левой половины тела. Более того, при таком необычном для взрослого человека способе запоминания смысла слов, мозг быстрее обучается «правым» словам, чем «левым», и запоминает «правые» слова надежнее, чем «левые». Полученные результаты прямо подтверждают предсказание, сделанное на основании гипотезы «телесно воплощенного познания».

Литература

- Fadiga L., Craighero L., Buccino G., Rizzolatti G.* Speech listening specifically modulates the excitability of tongue muscles: a TMS study // *European Journal of Neuroscience*. 2002. Vol. 15. No. 2. P. 399–402.
- Grill-Spector K., Henson R., Martin A.* Repetition and the brain: neural models of stimulus-specific effects // *Trends in cognitive sciences*. 2006. Vol. 10. No. 1. P. 14–23.
- Halgren E., Dhond R.P., Christensen N., Van Petten C., Marinkovic K., Lewine J.D., Dale A.M.* N400-like magnetoencephalography responses modulated by semantic context, word frequency, and lexical class in sentences // *Neuroimage*. 2002. Vol. 17. No. 3. P. 1101–1116.
- Hanlon R.E., Brown J.W., Gerstman L.J.* Enhancement of naming in nonfluent aphasia through gesture // *Brain and Language*. 1990. Vol. 38. No. 2. P. 298–314.
- Jirak D., Menz M.M., Buccino G., Borghi A.M., Binkofski F.* Grasping language-- A short story on embodiment // *Consciousness and Cognition*. 2010. Vol. 19. No. 3. P. 711–720.
- Kutas M., Federmeier K.D.* Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension // *Trends in Cognitive Sciences*. 2000. Vol. 4. No. 12. P. 463–470.
- Marangolo P., Bonifazi S., Tomaiuolo F., Craighero L., Coccia M., Altoè G., Provinciali L., Cantagallo A.* Improving language without words: first evidence from aphasia // *Neuropsychologia*. 2010. Vol. 48. No. 13. P. 3824–3833.

Why Right Words are Better than Left Words: How Learning Experience is Embodied in the Mechanisms of a Word's Semantic Processing

Zhukova A.A. * (1), Nikolaeva A.Y. (1), Kravchenko A.N. (2),
Prokofiev A.O. (1), Chernyshev B.V. (2), Stroganova T.A. (1)

vot.v.chem.sol@gmail.com

1 — MSUPE (Moscow State University of Psychology and Education),

2 — HSE (Higher School of Economics), Moscow, Russia

Abstract. The embodied cognition theory holds that cognitive processes are rooted in the body's interactions with the world. This prediction has never been tested directly. We designed a reward-learning task, which tested a participant's ability to acquire the meaning of four pseudowords designating the self-generated movements of left and right extremities. The results showed that 1) the "right words" associated with right hand/leg movements were learned faster than "left words", and 2) newly learned "right words" as compared to "left words" produced higher activation of left-hemispheric semantic networks. Thus, body experience during the acquisition of a new word's meaning appears to be imprinted into the semantic retrieval process.

Keywords: embodied cognition, novel action words learning, cortical plasticity, MEG, speech learning

ВОСПРИЯТИЕ СУБЪЕКТИВНЫХ (ИЛЛЮЗОРНЫХ) КОНТУРОВ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

Захаров И.М. *

iliazaharov@gmail.com

Психологический факультет МГУ им. Ломоносова

Аннотация. Возникновение феномена иллюзорных контуров (ИК) объясняют с помощью двух основных механизмов: восходящего потока переработки информации и роли зон V1/V2 зрительной коры и нисходящего потока, в котором ключевая роль отводится латеральному окципитальному комплексу. Мы разработали специальный тип стимулов таким образом, чтобы квадрат формировался не из прямых линий, а из синусоидальных отрезков. Генерация ИК такого рода маловероятна на уровне V1/V2. Мы провели ССП-эксперимент (14 испытуемых), в котором сравнивали амплитуду компонента N170 в ответ на 3 типа стимулов, генерирующих ИК. В качестве контроля использовались стимулы, в которых элементы, формирующие ИК, были повернуты. Мы обнаружили классический ССП эффект иллюзии (увеличение амплитуды N170 на целевой стимул по сравнению с контрольным) для всех типов стимулов. Мы предполагаем, что все 3 типа стимулов связаны со сходными процессами нисходящей обработки информации, которые приводят к возникновению ИК.

Ключевые слова: квадрат Канисы, иллюзорные контуры, компонент N170 ССП, нисходящая и восходящая обработка информации

Изучение зрительных иллюзий часто позволяет глубже понять принципы нормальной работы зрительной системы. Феномен субъективных контуров (СК) — это один из типов иллюзий, исследование которого вносит вклад в психологию восприятия, благодаря возможности анализа этого феномена с различных концептуальных позиций. Среди них можно выделить дихотомии теорий непосредственного и опосредованного восприятия, восходящих и нисходящих процессов восприятия, а также механизмов анализа локальных и глобальных характеристик стимула в зрительной системе (Меньшикова, 2012).

Классическим примером СК является квадрат Канисы (рис. 1), который представляет собой четыре круга с таким образом вырезанными секторами, что возникает образ наложенного на них квадрата белого цвета. При этом отсутствующие с физической точки зрения контуры белого квадрата на белом же фоне кажутся отчетливо различимыми. Круги с вырезанными секторами также получили название «пэкмены» (*packmen*) в честь сходства с персонажем компьютерной игры.

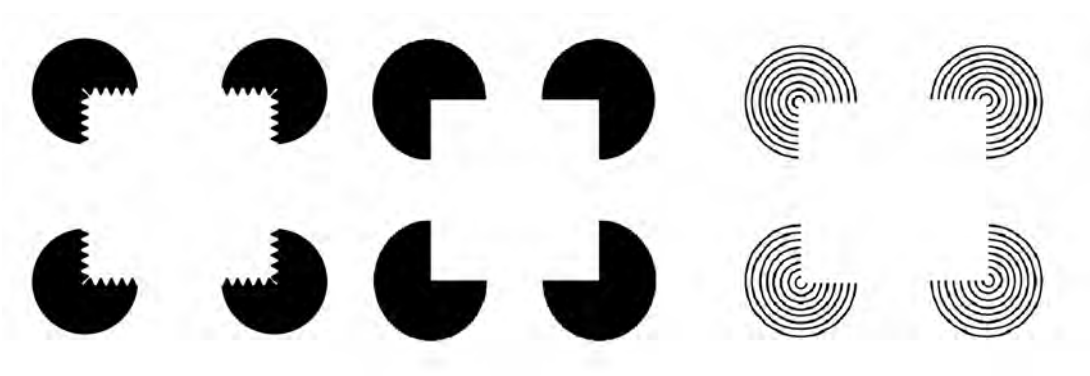


Рисунок 1. Различные типы стимулов, генерирующих СК и соответствующие им контрольные стимулы. Слева направо: классический квадрат Канизы, квадрат Канизы с синусоидальными контурами, кольца Варина

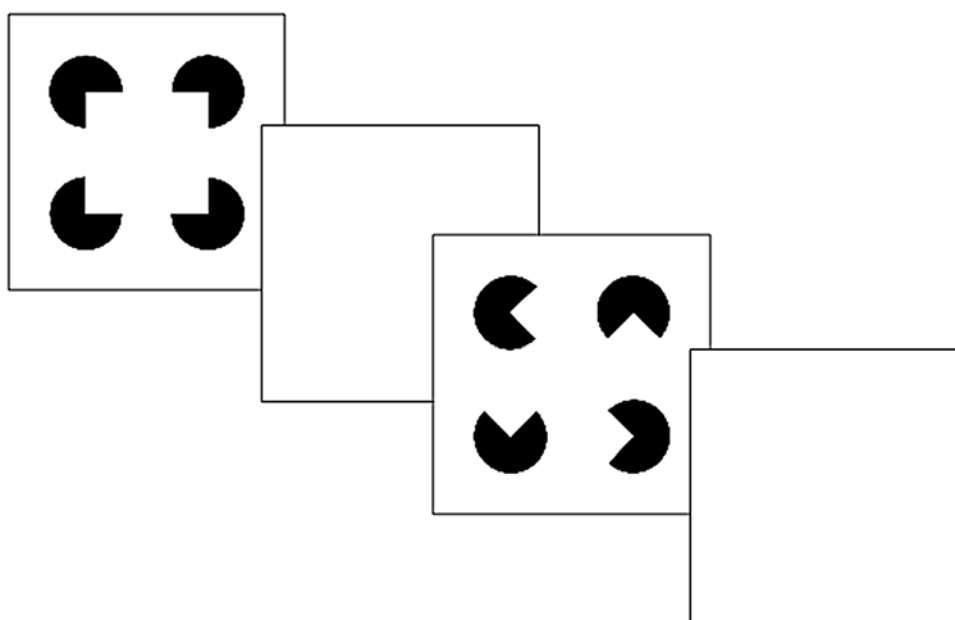


Рисунок 2. Порядок предъявления стимулов

Существуют два основных нейрофизиологических объяснения иллюзии субъективного контура. Первое связывает СК с особенностями определения контуров объектов в первичной зрительной коре. Наличие активации в областях V1 и V2 первичной зрительной коры в ответ на предъявление СК было показано в многочисленных работах с регистрацией активности отдельных нейронов и работы *end-stopped* нейронов первичной зрительной коры (Peterhans, von der Heydt, 1989), а также фМРТ-исследованиях (Ffytche, Zeki, 1996; Hirsch et al., 1995). С предположением о роли первичной зрительной коры в восприятии СК также согласуются данные о модуляции ответа нейронов при предъявлении стимулов вне классических рецептивных полей (Alexander, Wright, 2006).

Таким образом, предполагается, что формирование ИК связано с восходящими (*feedforward*) процессами обработки информации.

Согласно второму объяснению, наличие иллюзии СК отражает работу более высокоуровневых механизмов, нисходящих (*feedback*) процессов. В данном случае предполагается, что формирование СК первично связано с обработкой комплексной информации об объекте. В случае с фигурами Канизы набор пэкменов задает конфигурацию, которая определяет форму фигуры согласно законам перцептивной организации, сформулированным в гештальт-психологии. Информация о форме кодируется в латеральном окципитальном комплексе (*lateral occipital complex, LOC*), а затем с помощью петли обратной связи влияет на работу стриарной коры (V1, V2). Данные о ключевой роли LOC получены в работах разных исследовательских групп (Murray et al., 2002; Stanley, Rubin, 2003), однако результаты до сих пор остаются во многом дискуссионными (Seghier, Vuilleumier, 2006).

Однако мы предполагаем, что феномен СК может включать в себя ряд иллюзий, механизмы которых могут различаться. Так, при анализе активности отдельных нейронов на животных стимуляция может быть создана таким образом, чтобы действительно больше задействовать низкоуровневые механизмы генерации СК, тогда как в фМРТ-исследованиях на людях СК могут больше активировать более высокоуровневые механизмы.

Для исследования нами были созданы стимулы, индуцирующие появление СК с более чем одним изгибом. За основу был взят классический квадрат Канизы, измененный таким образом, чтобы квадрат формировался не из прямых линий, а из синусоидальных отрезков (рис. 2). Мы предполагаем, что этот тип СК должен в большей мере задействовать области коры, входящие в латеральный окципитальный комплекс. В качестве стимулов, больше связанных с низкоуровневыми механизмами и локальными вычислениями нейронов-детекторов первичной зрительной коры (*end-stopped* нейронов), мы использовали СК в виде колец Варина. В качестве контрольных стимулов мы использовали классический квадрат Канизы.

Для фиксации восприятия СК нами был выбран классический эффект иллюзии, регистрируемый с помощью связанных с событием потенциалов (ССП) при восприятии фигур Канизы. Эффект иллюзии заключается в увеличении амплитуды компонента N170 ССП при предъявлении СК по сравнению с контрольным стимулом (пэкмены, перевернутые таким образом, чтобы не образовывать квадрат (рис. 2)). В исследовании приняло участие 14 человек возрастом 17–28 лет (7 девушек) с нормальным или скорректированным зрением. Задачей испытуемых было пассивно смотреть на стимулы.

Наши результаты указывают на отсутствие различий между эффектом иллюзии при предъявлении квадрата Канизы с синусоидальными сторонами и классическим квадратом Канизы (рис. 3).

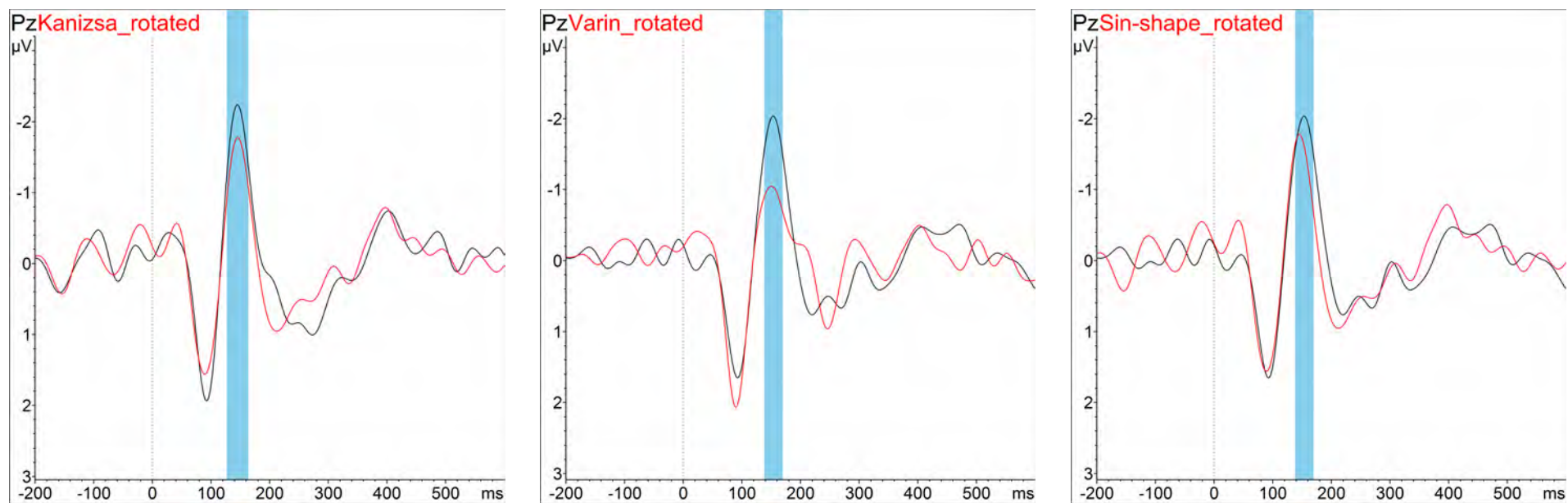


Рисунок 3. Усредненные ССП, верхняя линия — ССП на предъявление СК (классический квадрат Канизы, квадрат Канизы с синусоидальными контурами, кольца Варина), нижняя — контрольный стимул

Мы считаем, что это указывает на наличие общих механизмов при формировании классических СК и СК сложной формы. Как для классического, так и для синусоидального квадрата Канизы наблюдается увеличение амплитуды компо-

нента N170 по сравнению с контрольными стимулами. Характеристики ССП на предъявление колец Варина требуют дополнительного анализа.

Литература

- Alexander D., Wright J.* The maximum range and timing of excitatory contextual modulation in monkey primary visual cortex // *Visual neuroscience*. 2006. Vol. 23. No. 05. P. 721–728.
- Altschuler T.S., Molholm S., Russo N.N., Snyder A.C., Brandwein A.B., Blanco D., Foxe J.J.* Early electrophysiological indices of illusory contour processing within the lateral occipital complex are virtually impervious to manipulations of illusion strength // *Neuroimage*. 2012. Vol. 59. No. 4. P. 4074–4085.
- Ffytche D., Zeki S.* Brain activity related to the perception of illusory contours // *Neuroimage*. 1996. Vol. 3. No. 2. P. 104–108.
- von der Heydt R., Peterhans E.* Mechanisms of contour perception in monkey visual cortex. I. Lines of pattern discontinuity // *The Journal of neuroscience*. 1989. Vol. 9. No. 5. P. 1731–1748.
- Hirsch J., DeLaPaz R.L., Relkin N.R., Victor J., Kim K., Li T., Borden P., Rubin N., Shapley R.* Illusory contours activate specific regions in human visual cortex: evidence from functional magnetic resonance imaging // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1995. Vol. 92. No. 14. P. 6469–6473.
- Keane B.P., Lu H., Papatomas T.V., Silverstein S.M., Kellman P.J.* Is interpolation cognitively encapsulated? Measuring the effects of belief on Kanizsa shape discrimination and illusory contour formation // *Cognition*. 2012. Vol. 123. No. 3. P. 404–418.
- Murray M.M., Herrmann C.S.* Illusory contours: a window onto the neurophysiology of constructing perception // *Trends in cognitive sciences*. 2013. Vol. 17. No. 9. P. 471–481.
- Seghier M., Vuilleumier P.* Functional neuroimaging findings on the human perception of illusory contours // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2006. Vol. 30. No. 5. P. 595–612.
- Stanley D.A., Rubin N.* fMRI activation in response to illusory contours and salient regions in the human lateral occipital complex // *Neuron*. 2003. Vol. 37. No. 2. P. 323–331.

Perception of Complex-Shape Illusory Contours

Zakharov I.M. *

iliazaharov@gmail.com

Lomonosov Moscow State University, Department of Psychology,
Moscow, Russia

Abstract. There are two main theories that explain illusory contour (IC) perception. According to the first, IC occur via bottom-up processing in V1/V2. The second theory assigns the main role to top-down computation within the lateral occipital complex. We developed special sine-shaped Kanizsa squares that are unlikely to be generated within V1/V2. ERPs were recorded in 14 participants for three types of stimuli: classic Kanizsa squares, sine-shaped Kanizsa squares and Varin rings. For each type, the control stimuli consisted of rotated inducers that did not elicit IC perception. The classic illusory effect (increased N170 amplitude to IC vs. control) was found for all three types of stimuli. We suggest that all three types of stimuli share the same top-down processing mechanisms that elicit IC perception.

Keywords: ERP N170, Kanizsa square, illusory contours, top-down and bottom-up processing

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЧИ ДЕТЕЙ, УСПЕШНЫХ И НЕУСПЕШНЫХ В ШКОЛЕ, С ПОМОЩЬЮ ПРОБЫ НА АССОЦИАТИВНЫЕ РЯДЫ

Зубова Е.А. *, Ахутина Т.В.

Ekate_92@list.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломносова

Аннотация. В работе излагаются результаты выполнения речевых тестов учениками первых ($n = 56$) и вторых классов ($n = 32$) московских средних общеобразовательных школ. В рамках исследования проводилось полное нейропсихологическое обследование, в частности пробы на ассоциативные ряды и проба на составление рассказа по серии сюжетных картинок. Сопоставление показателей ассоциативных тестов и показателей составления рассказа выявило наличие прямой умеренной связи между ними в группе детей, успешных в обучении (особенно в первом классе). В группе детей, неуспешных в обучении, значимые корреляции практически отсутствовали. Этот факт свидетельствует о гибкости и подвижности связей между разными оценками речи, вследствие сложности речевой системы и ее динамичности в онтогенезе и актуалгенезе.

Ключевые слова: исследование речи детей, успешных и неуспешных в школе, с помощью пробы на ассоциативные ряды

Речь, одна из высших психических функций, является сложным психическим образованием. Она взаимосвязана с другими психическими функциями, что обуславливает значимость ее нормального развития, от особенностей ее динамики зависит уровень функционирования ребенка, успешность его обучения (Лурия, 1979). При нарушении функций речи процесс коммуникации осложнен.

В нейропсихологической диагностике речи используются несколько проб: проба на ассоциативные ряды, название, повторение, пересказ, составление рассказа по сюжетной картинке или их серии (Лурия, 1969). В практике детской нейропсихологии наиболее популярными тестами являются пробы на ассоциативные ряды и на составление рассказа по серии картинок (Ахутина и др., 2008). В скрининговой диагностике может быть использован один из этих тестов, однако соотношение их выполнения ранее не было предметом специального исследования.

Нейропсихологическое обследование часто проводится для оценки готовности к школе и для оценки состояния ВПФ у школьников первого–второго классов, чтобы выявить механизмы их трудностей обучения, поэтому анализ выполнения речевых тестов в этом возрасте весьма актуален. В связи с этим целью проводимой работы является выявление

особенностей выполнения учащимися первого и второго класса, успешными и неуспешными в обучении, пробы на ассоциативные ряды и сопоставление результатов этой пробы с данными пробы на составление рассказа.

В **выборку** вошли 56 учащихся первого класса в возрасте 6–7 лет, из них группа трудностей обучения — 19 человек — и контрольная группа — 37 детей. Во втором классе всего были обследованы 32 ребенка: 13 детей с трудностями обучения и 19 детей без них. Разделение детей на две группы: успешные и неуспешные в обучении (или с риском неуспешности обучения) было проведено на основании оценки учителей.

Методика

Все участники исследования прошли нейропсихологическое обследование, разработанное и апробированное в лаборатории нейропсихологии МГУ на основе нейропсихологической батареи проб А.Р. Лурия (Ахутина и др., 2008). Оно включало пробы «Ассоциативные ряды» и «Составление рассказа». В ассоциативную пробу входили три задания: свободный ассоциативный ряд, называние действий и называние растений. Детям предлагалось в течение минуты говорить любые слова или называть действия или называть растения. Проба «Составление рассказа» предполагала раскладывание серии из 4 картинок «Мусор» и рассказ содержания серии.

Результаты

По оценкам продуктивности выполнения 3 серий ассоциативного эксперимента дети с трудностями обучения (ТО) выполняли пробу менее успешно, чем дети контрольной группы. При этом и для детей группы нормы, и для детей с ТО наиболее простой оказалась серия на называние свободных ассоциативных рядов, а на называние растений наиболее сложной.

В субтесте на свободные ассоциативные ряды в первом классе дети группы нормы называли в среднем 26.7 слова, дети с ТО — 24.4 слова (различие субзначимо $p = .054$, здесь и далее — по критерию Манна-Уитни), в субтесте на называние действий — 14.6 слова и 12.9 слова соответственно (различия незначимы, $p = .138$). Наиболее значимые различия были получены для третьей серии: дети группы нормы называли в среднем 13.4 растения, а дети группы ТО — 11.1 ($p = .038$). Во втором классе значимость различий в третьей серии увеличилась ($p = .039$). Дети группы нормы называли 12.4 растения, а дети группы ТО — 9.1 растения. Кроме того, значимые различия обнаружились во второй серии: группа нормы называла 16.6 слова, а группа ТО — 11.9 ($p = .005$).

Качественный анализ выполнения пробы на свободные ассоциативные ряды показал, что в первом классе 83.8 % детей контрольной группы и 63.2 % детей с ТО ($\chi^2 = 3.725$, $p = .155$) прибегали к считыванию деталей обстановки, тогда как во втором классе практически все дети использовали этот прием вне зависимости от группы (93.8 % всех детей, $\chi^2 = 2.094$, $p = .718$). То есть наличие считывания деталей обстановки является характерным признаком для практически всех младших школьников.

Второй субтест (называние действий) выявил, что дети с трудностями обучения в первом классе называют в два раза больше словосочетаний (6.9) по сравнению с контрольной группой (3.3) ($p = .005$) и больше повторов (2.2 повтора в группе ТО против 1.6 повтора в контрольной группе, $p = .047$). Первоклассники с ТО в этой серии прибегали к специфической стратегии: они называли словосочетания, являющиеся полуповторами. Ее использование может быть связано с тем, что для детей с ТО на первом году обучения актуализация слов с опорой на синтагматические связи более доступна. Во втором классе дети группы ТО называли в среднем 2.8 словосочетаний, что может свидетельствовать о развитии способности детей актуализировать глаголы как самостоятельную грамматическую категорию.

Различия в продуктивности выполнения третьего субтеста, как уже было отмечено, оказываются наиболее значимыми. При этом дети с ТО в первом классе несколько чаще называют неадекватные заданию слова. Они возникают у 42.1 % детей, тогда как в группе нормы — у 32.4 %. Во втором классе их количество сокращается (21.9 % у обеих групп детей), что свидетельствует об улучшении контроля за выполнением задания. Остальные типы ошибок во втором классе в обеих группах отсутствуют.

Анализ динамики выполнения пробы по четырем пятнадцатисекундным интервалам в первом классе показал, что наибольшее отставание детей группы ТО от контрольной группы возникает на первом временном интервале. Эти данные позволяют сделать вывод, что дети с ТО испытывают затруднения при включении в задание. Во втором классе разрыв в продуктивности на первом временном интервале между группами становится минимальным для серии на свободные ассоциативные ряды, что свидетельствует об улучшении возможностей включения в это задание у группы ТО.

Поскольку при актуализации свободных ассоциативных рядов и в серии на название растений обычно образуются кластеры слов, близких по значению, были проанализированы способности детей к формированию кластеров и переключению между ними и отдельными словами. К одному кластеру были отнесены группы слов, идущие подряд и входящие в одну семантическую категорию, или ряды слов, начинающихся с одной буквы (подробнее о показателях кластеризации и переключаемо-

сти см. S. Begeer et al., 2003). В первом классе группа ТО формировала меньшее количество кластеров (5.7 в первой серии и 2.7 в третьей против 7.4 кластера и 3.6 кластера группы нормы соответственно). Дети с ТО чаще называли единичные слова. Что касается оценок длины кластера, в первом классе дети с ТО при назывании свободных ассоциаций формировали кластеры длиной около 3.4 слов, тогда как дети группы нормы — 2.8 ($p = .002$). Таким образом, дети группы ТО на первом году обучения, с одной стороны, называли большее количество единичных слов, а, с другой стороны, формировали более крупные кластеры, при этом коэффициент переключаемости в двух группах на статистическом уровне не различался. Во втором классе контрольная группа также формировала большее количество кластеров, и в них входило большее количество слов в обоих субтестах. При этом для первой серии статистических различий между группами выявлено не было, а в серии на называние растений дети с трудностями обучения продемонстрировали меньшую способность и к кластеризации, и к переключаемости ($p = .048$ и $p = .036$).

Результаты трех серий пробы на ассоциативные ряды были сопоставлены с результатами выполнения детьми пробы на составление рассказа по серии сюжетных картинок. Были подсчитаны коэффициенты корреляции Спирмена для показателей продуктивности пробы на ассоциативные ряды с количеством слов в рассказе детей, средней длиной предложений и смысловой полнотой.

В первом классе у контрольной группы количество слов в самостоятельном рассказе составляло 24.3 слова, длина предложений равнялась 6.9 слова, а во втором классе — 18.4 и 5.4 слова соответственно. Несмотря на сокращение длины рассказов во втором классе, смысловая полнота текстов (об ее измерении см. Ахутина и др., 2008, с. 39–40) увеличилась от 15.1 до 17.3 баллов. Взаимосвязаны оказались продуктивность первоклассников группы нормы в серии на называние действий с количеством слов в рассказе ($r = .335$, $p = .042$) и с длиной фразы ($r = .401$, $p = .014$). Продуктивность в серии на называние растений оказалась субзначимо связана с длиной рассказа ($r = .309$, $p = .063$) и со смысловой полнотой рассказа ($r = .316$, $p = .057$).

Во втором классе у контрольной группы обнаружена корреляция продуктивности в серии на свободные ассоциации и средней длиной фраз в рассказе ($r = .466$, $p = .044$).

У учеников с трудностями обучения первого класса рассказ в среднем состоял из 16.7 слова, средняя длина предложения — 6.1 слова. Во втором классе средняя длина рассказа составляла 17.6 слова, а длина фразы — 5.8 слова. При этом смысловая полнота от первого ко второму классу увеличилась от 11.8 до 14.6 баллов, не достигнув, однако,

уровня первоклассников группы нормы. При этом в группе ТО статистически значимых корреляций между данными ассоциативного теста и теста на составление рассказа обнаружено не было за исключением связи у второклассников с ТО между продуктивностью в серии на называние действий и смысловой полнотой рассказа ($r = .609$, $p = .027$).

Таким образом, если группа нормы (особенно первого класса) продемонстрировала наличие прямой умеренной связи между показателями ассоциативных тестов (то есть программирования и контроля речевой продукции) и показателями рассказа (преимущественно серийной организации речи), то в группе ТО значимых корреляций почти не было. Этот факт может быть связан с меньшей численностью группы ТО, но если он подтвердится и в дальнейших исследованиях, из него может следовать важный вывод для нейропсихологической диагностики: хотя можно ожидать связи между разными оценками речи, нельзя предполагать, что эти связи будут жесткими и устойчивыми. Наоборот, учитывая сложность речевой системы и ее динамичность в онтогенезе и актуалгенезе, нужно ожидать, что связи будут гибкими и динамичными.

Литература

- Ахутина Т.В., Полонская Н.Н., Пылаева Н.М., Максименко М.Ю. и др.* Нейропсихологическое обследование // Нейропсихологическая диагностика, обследование письма и чтения младших школьников / Под ред. Т.В. Ахутиной, О.Б. Иншаковой. М.: Сфера; В. Секачев, 2008. С. 4–64.
- Лурия А.Р.* Язык и сознание / Под ред. Е.Д. Хомской. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979.
- Лурия А.Р.* Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. М.: Изд-во МГУ, 1969.
- Begeer S., Wierda M., Scheeren A.M., Teunisse J.-P., Koot H.M., Geurts H.M.* Verbal fluency in children with autism spectrum disorders: Clustering and switching strategies // *Autism*. 2003. P. 1–5. doi: 10.1177/1362361313500381

Verbal Fluency and Story Creation in Primary School Children With and Without Scholastic Success

Zubova E.A. * , Akhutina T.V.

Ekate_92@list.ru

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. This study presents the results of speech tests in first graders ($n = 56$) and second graders ($n = 36$) in Moscow secondary schools. The research included neuropsychological examinations, especially the verbal fluency test and the task of creating a story using a series of narrative pictures. A comparison of the measures of verbal fluency and measures of story creation revealed the presence of a moderate direct connection between them in the group of children who were successful in schooling (especially in the first grade). Significant correlations were almost absent in the group of children who were unsuccessful in schooling. This finding shows the flexibility and mobility of connections between different assessments of speech, due to the complexity of the verbal system and its dynamism in ontogeny and actual genesis.

Keywords: neuropsychology, primary school children, speech, verbal fluency test

ЗНАЮ КАК: О РОЛИ НЕЙРОНОВ ХОЛИНЕРГИЧЕСКОЙ И ДОФАМИНЕРГИЧЕСКОЙ СТРУКТУР ГОЛОВНОГО МОЗГА В ДВИГАТЕЛЬНОМ НАУЧЕНИИ

Ивлиев Д.А., Ивлиева Н.Ю. *

nivlieva@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН

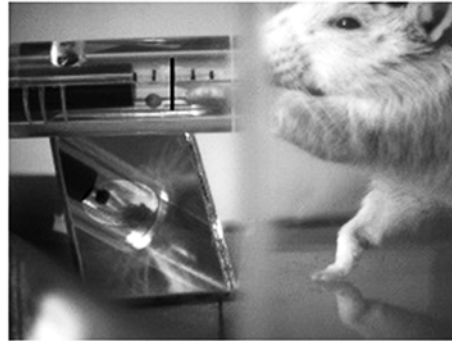
Аннотация. Важная роль центральных дофаминергической и ацетилхолинергической систем в процессах научения общепризнана, однако специфика их участия в механизмах научения остается неопределенной. Была зарегистрирована активность 52 и 55 нейронов вентральной области покрышки (VTA) и вентрального паллидума (VP), соответственно, в процессе выработки пищедобывательного навыка у крыс. 49 % нейронов VP и 73 % нейронов VTA проявили модуляцию активности в связи с инструментальным движением. Обнаружено преобладание тормозных ответов в VTA и фазных реакций в период завершающей стадии движения в VP.

Ключевые слова: дофамин, ацетилхолин, двигательное научение, нейрон, вентральный паллидум, вентральная область покрышки среднего мозга

Важная роль центральных дофаминергической и ацетилхолинергической систем в процессах научения общепризнана, однако, специфика их участия в механизмах научения остается неопределенной (Niv et al., 2013; Luchicchi et al., 2014). В подавляющем числе исследований дофаминергическим нейронам среднего мозга приписывается роль в детекции ошибки предсказания вознаграждения, а в отношении проецирующихся в кору холинергических нейронов обсуждается, главным образом, их участие в процессах внимания. Задачей данной работы стала регистрация экстраклеточной активности нейронов вентральной области покрышки среднего мозга (*ventral tegmental area, VTA*), являющейся дофаминергическим ядром мезокортиколимбической системы, и нейронов вентрального паллидума (*ventral pallidum, VP*), главного источника холинергических проекций в кору больших полушарий, в процессе обучения крысы выполнению пищедобывательного движения с последующим анализом приуроченности нейронной активности к различным фазам движения и сравнением активности исследованных структур.

Было установлено, что в ходе выработки пищедобывательного навыка 73 % нейронов VTA и 49 % нейронов VP проявили модуляцию активности во время эффективных пищедобывательных движений и/или после них.

Экстензия



Флексия

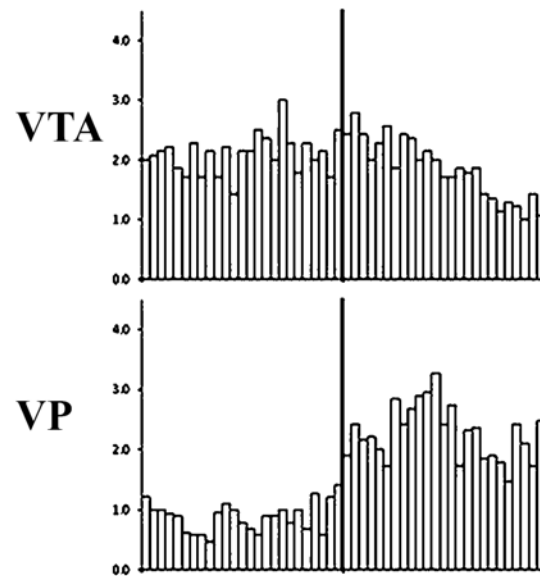


Рисунок 1. Перистимульные гистограммы нейронов, иллюстрирующие паттерны активности нейронов VTA и МЗ, проявивших модуляцию

В наибольшем количестве были представлены следующие паттерны активности нейронов из числа проявивших модуляцию: в VTA — снижение частоты импульсации в период движения и/или после движения (54 %), а в VP — фазное повышение активности в конце завершающего движения при том, что модуляция активности клеток с таким паттерном различалась в зависимости от успешности завершающего движения (64 %) (Ивлиев, Ивлиева, 2005). На рисунке 1 приведены в качестве примера названных паттернов перистимульные гистограммы двух нейронов: две верхние — из VTA, нижние — из VP; обе левые гистограммы выровнены (вертикальная линия в центре) по моменту анализируемого движения, соответствующего концу экстензии при просовывании лапы в трубку (это иллюстрирует фотография сверху); обе правые гистограммы — по моменту движения, соответствующему началу флексии, когда лапа с пищей начинает покидать трубку (этот момент также отражен на фотографии сверху), размер бина — 20 мс, по вертикальной оси — количество импульсов в бине.

Полученные результаты для VTA сложно интерпретировать с точки зрения ошибки в предсказании вознаграждения, так как доля дофаминергических нейронов в этой области высока и, соответственно, высока вероятность регистрации таких нейронов, а подавляющее число зарегистрированных реактивных нейронов тормозится в период после инициации движения, что в соответствии с представлениями об ошибке в предсказании вознаграждения интерпретируется как сигнал отсутствия ожидаемой награды (Niv et al., 2013). Но результаты согласуются с представлениями о роли дофаминовых нейронов в мотивационном и двигательном контроле, так как инициации движения соответствуют максимальные значения частоты импульсации нейронов с наиболее представленным паттерном и не противоречат нашей гипотезе об их возможном участии в механизмах инструментального научения, согласно которой один и тот же дофаминовый сигнал в стриатуме обеспечивает неспецифическую активацию двигательной системы для выполнения движения и организует процессы подкрепления (Ivlieva, Ivliev, 2014).

В отношении VP наши результаты могут свидетельствовать в пользу того, что помимо участия в тонических модуляторных процессах в коре, проекции из VP опосредуют дискретные поведенческие ответы (Sarter et al., 2014). А учитывая связи двух исследованных структур, можно предположить выраженное тормозное влияние на нейроны VTA со стороны клеток вентрального паллидума.

Литература

- Ивлиев Д., Ивлиева Н.* Модуляция нейронной активности в области базального переднего мозга крысы, связанная с эффективностью пищедобывательных движений // Журнал высшей нервной деятельности. 2005. Т. 55. № 5. С. 684–692.
- Ivlieva N.Y., Ivliev D.* Specific role of dopamine in striatum during instrumental learning. // Zhurnal vysshei nervnoi deiatelnosti imeni IP Pavlova. 2013. Vol. 64. No. 3. P. 251–254.
- Luchicchi A., Bloem B., Viaña J.N.M., Mansvelter H.D., Role L.W.* Illuminating the role of cholinergic signaling in circuits of attention and emotionally salient behaviors // Frontiers in synaptic neuroscience. 2014. Vol. 6. P. 24. doi: 10.3389/fnsyn.2014.00024
- Niv Y.* Neuroscience: Dopamine ramps up // Nature. 2013. Vol. 500. No. 7464. P. 533–535.
- Sarter M., Lustig C., Howe W.M., Gritton H., Berry A.S.* Deterministic functions of cortical acetylcholine // European Journal of Neuroscience. 2014. Vol. 39. No. 11. P. 1912–1920.

Know How: The Role of Central Cholinergic and Dopaminergic System Neurons in Motor Learning

Ivliev D.A. , Ivlieva N.Yu. *

nivlieva@mail.ru

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS,
Moscow, Russia

Abstract. The mesolimbic dopamine system and cholinergic ventral pallidum are believed to be key components in the learning process, although the precise nature of these systems remains unknown. Activity of 52 and 55 neurons in the ventral tegmental area (VTA) and ventral pallidum (VP), correspondingly, was studied in freely moving rats during food retrieval behavior. A total of 49 % and 73 % of the recorded neurons in the corresponding structures modulated their activity during instrumental movement. A significant predominance of inhibitory responses was demonstrated in VTA neurons. Phasic reaction of VP neurons during critical stages of movement was identified.

Keywords: dopamine, acetylcholine, motor learning, neuron, ventral pallidum, ventral tegmental area

фМРТ-ИССЛЕДОВАНИЕ ЧТЕНИЯ ПРЕДЛОЖЕНИЙ: ЭФФЕКТ КОНТРОЛЬНОГО УСЛОВИЯ¹⁹

Игнатъев Г.А. *, Власова Р.М., Акинина Ю.С., Завьялова В.В.,
Ушаков В.Л., Иванова М.В., Драгой О.В.

gaignatev@edu.hse.ru

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Аннотация. В настоящем исследовании было проведено сравнение контрольных условий в активирующей задаче для фМРТ — чтение предложений русского языка. Три различных контрольных условия было использовано: псевдослова, псевдослова с упрощенной структурой, слоги. Результаты исследования свидетельствуют о том, что активация в нижней лобной извилине при использовании трех имеющихся контрольных условий не является хорошо воспроизводимой. С другой стороны, контрольное условие со слогами является адекватным для идентификации речевых зон в височной доле, поскольку контраст с этим контрольным условием дает значимую и воспроизводимую активацию в этой области.

Ключевые слова: функциональная МРТ, чтение предложений, контрольное условие

Введение

Одна из задач, которая может стоять перед исследователями речи методом функциональной магнитно-резонансной томографии (фМРТ), — это локализация функциональных зон мозга, связанных с языком, а также оценка на основе этих зон латерализации речевой функции. При этом в подобных исследованиях используются очень разнообразные контрольные условия (или условия сравнения) — как по модальности, так и по содержанию (Fedorenko et al., 2010). В настоящем исследовании, с целью разработки оптимальной фМРТ-парадигмы для локализации функциональных речевых зон, выполнено сравнение трех различных контрольных условий для задания «чтение предложений русского языка». Подбор такого контрольного условия обеспечил бы оптимальный контраст для экспериментального задания (чтение предложений) и значимую активацию в основных речевых зонах: в нижней лобной и верхней/средней височной областях левого полушария.

Метод

¹⁹ Исследование поддержано грантом РФФИ 15-06-08516 а.

В исследовании приняло участие 14 здоровых носителей русского языка (средний возраст — 22 года, $SD = 6.2$; из них 12 женщин). Все испытуемые — правши, индекс руконости по Эдинбургскому опроснику от +68 до +100 (Oldfield, 1971). Исследование проводилось на томографе SIEMENS Verio 3T. 176 структурных T1-изображений мозга были получены с помощью последовательности MPRAGE (TR/TE/FA — 1900 мс / 2.21 мс / 9°), функциональные T2*-изображений были получены с помощью последовательности EP (TR/TE/FA — 2000 мс / 30 мс / 90°, размер матрицы 64*64, воксел 3x3x3 мм, 30 аксиальных срезов). Полученные данные обрабатывались с помощью SPM12 в среде Matlab R2012b.

Стимульный материал

В качестве экспериментального условия было использовано 120 предложений на русском языке. Все предложения имели следующую структуру: наречие времени + подлежащее, выраженное одушевленным существительным + сказуемое, выраженное переходным глаголом + прямое дополнение. Кроме того, треть предложений была распространена прилагательным при объекте («Недавно сосед чинил ветхие ставни»), треть — предложной именной группой («Сейчас модница шьет корсет в ателье») и треть — наречием при глаголе («Вчера электрик туго смотал кабель»). Частотность лексики (не считая наречий времени) от 0 до 138 вхождений на миллион (по данным словаря Ляшевской и Шарова (2009), частотность, равная 0, говорит об отсутствии слова в частотном словаре; объем выборки словаря — 92 млн словоупотреблений), средняя частотность лексики — 16; $SD = 19.1$. В качестве контрольного условия было составлено три варианта стимулов, с убывающей степенью сложности: списки псевдослов, списки упрощенных псевдослов, списки слогов.

Списки псевдослов были составлены по методу, аналогичному использованному в работе Федоренко и коллег (Fedorenko et al., 2010): за основу взяты предложения экспериментального условия, служебные части речи (предлоги) удалены; знаменательные слова приведены в начальную форму (именительный падеж или инфинитив). У оставшихся слов закреплены в неизменном виде флексии, а основы разбиты по слогам, слоги одинаковой структуры перемешаны между всеми предложениями. Пример: «Ганта вчетельно неровь слочасдип прогошить». Поскольку получившиеся в результате такой процедуры слова оказались сложными для прочтения и восприятия (из-за сочетаний звуков, не характерных для русского языка), для второго контрольного условия (упрощенные псевдослова) был использован другой принцип составления псевдослов: удалены служебные части речи, знаменательные слова приведены в начальную форму, у оставшихся слов закреплены флексии, а в основах

слов гласные закреплены на своих местах, что позволило сохранить количество слогов и фонотактическую структуру слов. Согласные в основах были заменены с учетом характерных для русской фонологии сочетаний согласный + гласный. Пример: «Крам левас алинерка чивить вабик». Наконец, третьим вариантом контрольного условия были списки из слогов. Для их составления из предложений экспериментального условия были выделены все сочетания согласный + гласный, из числа которых были удалены все слоги, совпадающие с существующими словами («да», «щи»). Оставшиеся слоги были наложены на структуру предложений языкового условия, так что в каждом предложении присутствовал один слог, и его длина соответствовала длинам слов (в символах) в данном предложении. Пример: «Рооо рооооо рооооооо рооо роооооо».

Процедура

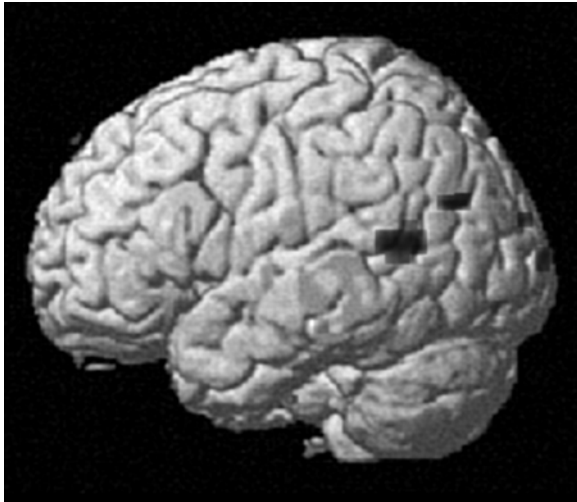
Эксперимент состоял из трех сессий блочного дизайна (по одной для каждого из контрольных условий). В каждой сессии было по 10 блоков экспериментального и контрольного условий и 10 блоков отдыха, во время которых предъявлялась последовательность небуквенных символов «++++ ++++++ +++ +++++». Блоки предъявлялись в псевдослучайном порядке. Каждый блок содержал 4 стимула и имел длительность в 12 ТР. Всего за каждую сессию было получено по 367 измерений, первые три измерения в анализ не включались. Стимулы предъявлялись целиком, в две строки. Длительность одного этапа непрерывного сканирования (одной сессии) составила 12 минут 14 секунд. Задачей испытуемого было прочитывать про себя предъявляемые на экране стимулы.

Результаты

Статистические карты активации для контраста чтения предложений с каждым из трех контрольных условий представлены на рис. 1.

Обсуждение результатов

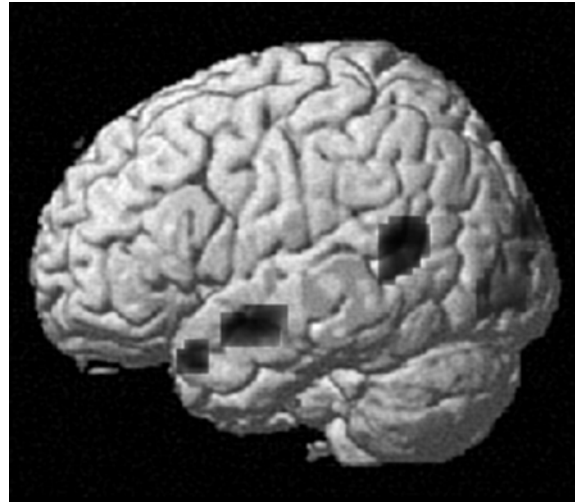
В групповом анализе активацию, значимую с поправкой на множественные сравнения на уровне кластера, удалось получить только на контрасте «чтение предложений vs. чтение слогов» ($FDR_{corr.}, q = .05$) в верхней и средней височной извилинах, и ни один из трех контрастов не дал значимой активации в нижней лобной извилине. Такой результат мог быть получен по нескольким причинам: 1) незначимая активация вследствие недостаточного количества человек для группового анализа; 2) отсутствие различий в активации вокселей этой области во время экспериментального и контрольного заданий; 3) сильная вариативность функциональных речевых зон среди испытуемых. Для ответа на вопрос,



**Чтение предложений vs.
чтение псевдослов**

В левом полушарии:

средняя височная извилина {-60; -52; 14}
верхняя височная извилина {-51; -58; 17}
средняя затылочная извилина {-12; -103; 5}
угловая извилина {-48; -76; 26}
верхняя затылочная извилина {-15; -97; 20}



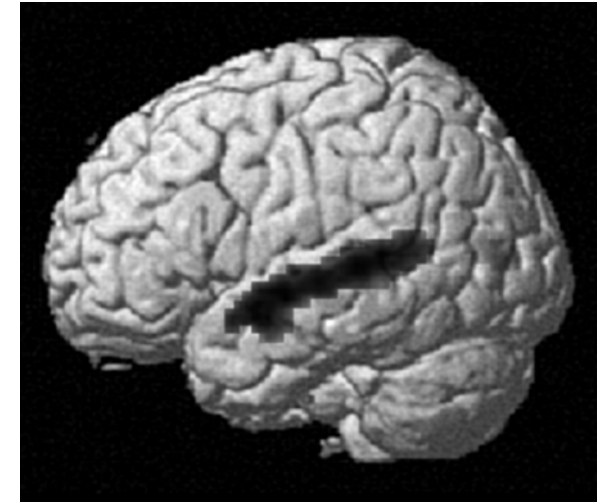
**Чтение предложений vs.
чтение упрощенных псевдослов**

В левом полушарии:

средняя височная извилина {-42; -55; 14}
средняя и верхняя височная извилины
{-60; -52; 14}, {-54; -7; 13}
височный полюс {-45; 17; -28}
шпорная борозда {-9; -91; -4}
верхняя затылочная извилина {-18; -97; 23}

В правом полушарии:

верхняя затылочная извилина {15; -91; 8}
средняя височная извилина {63; -55; 8}



**Чтение предложений vs.
чтение слогов**

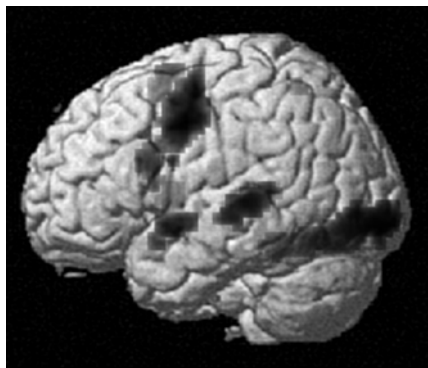
В левом полушарии:

средняя височная извилина {-60; -19; -1}
верхняя височная извилина {-54; -34; 2}
верхний височный полюс {-60; -49; 8}
шпорная борозда {0; -76; 11}

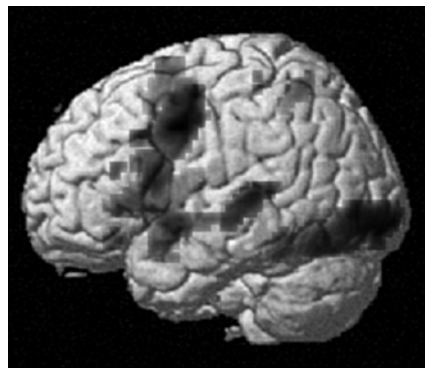
В правом полушарии:

верхняя височная извилина {12; -73; 14}
шпорная борозда {0; -76; 11}

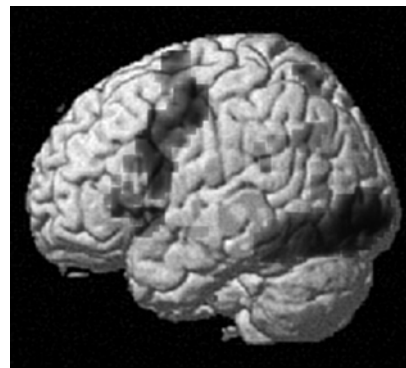
Рисунок 1. Групповые данные, левое полушарие, $n = 14$, $t = 3.11$, $p_{uncorr} < .001$



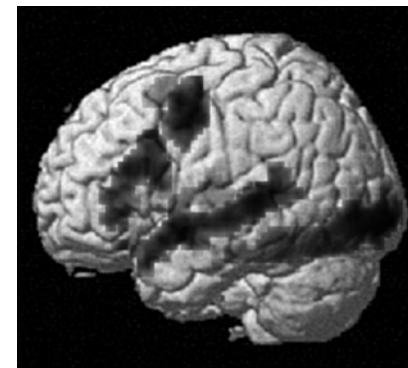
Чтение псевдослов vs.
период отдыха (+ + +)



Чтение упрощенных псевдослов vs.
период отдыха (+ + +)



Чтение слогов vs.
период отдыха (+ + +)



Чтение предложений vs.
период отдыха (+ + +)

Рисунок 2. Групповые данные, $n = 14$, $t = 3.11$, $p_{uncorr} < .001$

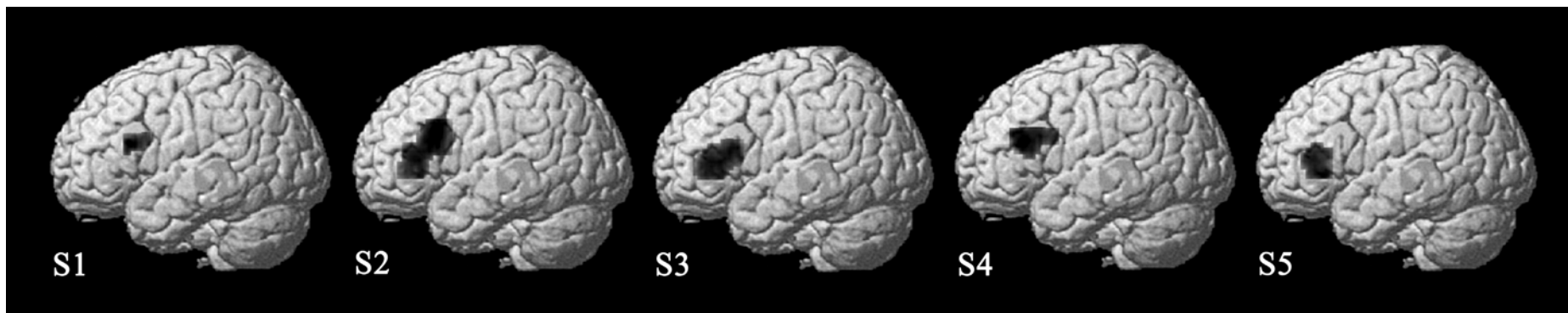


Рисунок 3. Индивидуальные данные активации в нижней лобной извилине для контраста чтение предложений vs. чтение слогов, $t = 3.11$, $p_{uncorr} < .001$

что стало причиной такого результата, были сделаны контрасты контрольного условия и периодов отдыха, а также экспериментального условия и периодов отдыха (рис. 2). Эти контрасты показали, что активация в верхней и средней височных извилинах характерна для чтения набора как псевдослов, так и слов предложений, но не возникает при чтении слогов. Данная область в левой височной доле, по данным литературы, связана с лексико-семантической обработкой (Price, 2012) и не должна активироваться при чтении псевдослов, не имеющих своего значения (Fedorenko et al., 2010). Тем не менее полученные данные указывают на наличие семантической обработки при чтении списка псевдослов. В то же время активация в нижней лобной извилине присутствует и в экспериментальном, и во всех трех контрольных условиях, что препятствует выделению активации в данной области в контрасте чтения предложений и контрольного условия.

С другой стороны, индивидуальные контрасты по каждому из испытуемых также не дали четкой и воспроизводимой от испытуемого к испытуемому активации в нижней лобной извилине: так, из 14 испытуемых только у пяти была получена активация в этой области (с чтением слогов в качестве контрольного условия). Вариативность ее репрезентации показана на рис. 3. Схожие данные о вариативности активации в нижней лобной извилине были получены в работе Федоренко и коллег (2010).

Для оценки необходимого количества испытуемых в выборке для дальнейших исследований был использован метод, реализованный в пакете fMRIPower (Mumford, Nicols, 2008). Этот метод на основе пилотажных данных оценивает необходимое количество испытуемых для достижения 80 % мощности статистического критерия в областях интереса. Подсчеты, сделанные на имеющихся данных с порогом $p < .001$, показали, что увеличение количества испытуемых в выборке не приводит к увеличению статистической мощности, что говорит о незначительности эффекта в лобной извилине.

Выводы

Поскольку активация в нижней лобной извилине при использовании трех имеющихся контрольных условий не является хорошо воспроизводимой (имелась лишь у четырех из 14 испытуемых с контрольным условием псевдослов; у шести из 14 — с упрощенными псевдословами; у пяти из 14 — со слогами), ни одно из этих условий не является идеальным для локализации языковых зон в лобной доле. С другой стороны, контрольное условие со слогами является адекватным для идентификации речевых зон в височной доле.

Литература

- Ляшевская О.Н., Шаров С.А. Частотный словарь современного русского языка (на материале Национального корпуса русского языка). М.: Азбуковник, 2009.
- Fedorenko E., Hsieh P.-J., Nieto-Castañón A., Whitfield-Gabrieli S., Kanwisher N. New method for fMRI investigations of language: defining ROIs functionally in individual subjects // *Journal of Neurophysiology*. 2010. Vol. 104. No. 2. P. 1177–1194.
- Mumford J.A., Nichols T.E. Power calculation for group fMRI studies accounting for arbitrary design and temporal autocorrelation // *Neuroimage*. 2008. Vol. 39. No. 1. P. 261–268.
- Oldfield R.C. The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory // *Neuropsychologia*. 1971. Vol. 9. No. 1. P. 97–113.
- Price C.J. A review and synthesis of the first 20 years of PET and fMRI studies of heard speech, spoken language and reading // *Neuroimage*. 2012. Vol. 62. No. 2. P. 816–847.

An fMRI Study of Sentence Reading: The Effect of Control Condition

**Ignatyev G.A. *, Vlasova R.M., Akinina Y.S., Zavyalova V.V.,
Ushakov V.L., Ivanova M.V., Dragoy O.V.**

gaignatev@edu.hse.ru

National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

Abstract. The present study aimed to compare different control conditions for the sentence-reading fMRI paradigm. Three types of control conditions were used: pseudowords, simplified pseudowords, and syllables. The results show that the use of every control condition failed to reveal reliably reproducible activation within the inferior frontal gyrus. On the other hand, the use of syllables as a control condition allowed the identification of posterior language regions within the temporal lobe, activation within this region being significant and reproducible.

Keywords: functional MRI, sentence reading, control condition

СЛЕПОТА ПО НЕВНИМАНИЮ В ЗАДАЧАХ ОБНАРУЖЕНИЯ И ОПОЗНАНИЯ СИГНАЛА²⁰

Исаев А.А. *, Кувалдина М.Б.

andybodalisaev@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный университет

Аннотация. В данном исследовании проверялось предположение Ранева о влиянии внимания на выбор консервативного критерия принятия решения (Rahnev, 2011). В первом и втором экспериментах мы использовали экспериментальную парадигму М. Койвисто и А. Ревонсуо (Koivisto et al., 2009). В третьем эксперименте была использована экспериментальная парадигма Ранева (Rahnev, 2011). В первом эксперименте был получен подтверждающий гипотезу результат, но без соблюдения некоторых дополнительных условий. Во втором эксперименте, несмотря на обнаруженные тенденции, соответствующие предположениям Д. Ранева и коллег, нам не удалось полностью реплицировать их результаты с использованием другой парадигмы. В третьем эксперименте удалось получить подтверждающие гипотезу результаты только в одном условии — 50 % порога обнаружения. Одним из возможных объяснений полученных результатов является феномен стохастического резонанса, смысл которого заключается в усилении сигнала под действием шума.

Ключевые слова: внимание, слепота по невниманию, ТОС, критерий принятия решения

Существует несколько вариантов объяснения того, каким образом внимание способно улучшать восприятие: это может быть улучшение непосредственно поступающего сигнала (Posner, 1980; Muller et al., 1998), улучшение чувствительности за счет подавления внешних шумов (Lu, Doshier, 1998; Lu et al., 2002) или игнорирование информации, которая находится за пределами внимания, например за счет изменения положения критерия принятия решения, которым пользуется человек (Shiu, Pashler, 1994, Cameron et al., 2004).

Важной проблемой психологии внимания является тот факт, что функции внимания неоднозначно влияют на качество восприятия и могут приводить к различным ошибкам, среди которых выделяются явления функциональной слепоты, например «слепота к изменению» (Rensink, 1997) и «слепота по невниманию» (Mack, Rock, 1998).

Возможное объяснение механизма, за счет которого возникают явления функциональной слепоты, заключается во влиянии внимания на выбор консервативного критерия принятия решения, приводящего как к

²⁰ Исследование поддержано НИР №8.38.287.2014 «Закономерности работы сознания в процессах познания».

ухудшению сигнала в зоне внимания, так и переоценке возможностей восприятия (Rahnev, 2011). В ситуации привлечения внимания человек сдвигает критерий принятия решения, делая его более консервативным. Это ведет к увеличению пропусков целевых объектов в зоне внимания.

Таким образом, используя в своем исследовании пороговые задачи, мы изучаем возможный механизм возникновения слепоты по невниманию. Используемые нами задачи не вызывают слепоту по невниманию. Но мы считаем, что они аналогичны ситуации, когда слепота по невниманию может возникнуть. Пытаясь проверить предположения Ранева, мы также предполагали, что выбор консервативного критерия принятия решения при переработке информации в зоне внимания может приводить к проявлениям слепоты по невниманию.

Всего было проведено три эксперимента²¹. Эксперимент 1: обнаружение сигнала в маске в условии уравниваемой чувствительности, выборка составила 8 человек. Эксперимент 2: обнаружение сигнала в маске в условиях разного распределения, выборка составила 17 человек (из них 11 женщин), студенты СПбГУ. Эксперимент 3: обнаружение сигнала в условиях равного контраста, выборка составила 23 человека (из них 14 женщин), студенты СПбГУ.

В первом и втором экспериментах мы использовали экспериментальную парадигму М. Койвисто и А. Ревонсуо (Koivisto et al., 2009), которая была адаптирована для изучения влияния внимания и маскировки изображения на показатели обнаружения сигнала. В качестве стимульного материала использовались латинские буквы, одна из которых являлась целевой. В каждой пробе буквы предъявлялись на равном расстоянии от точки фиксации, при этом буквы могли быть замаскированы или нет. В эксперименте использовалась подсказка, указывающая сторону, с которой необходимо искать цель. Задача испытуемого состояла в поиске целевой буквы с подсказанной стороны. Проводилось сравнение условий предъявления замаскированной цели с подсказанной стороной и не замаскированной цели с неподсказанной стороной.

Мы предположили, что в условии наличия маски и привлечения внимания и условии отсутствия маски и невнимания у испытуемого будут возникать одинаковые показатели чувствительности. Такое предположение основано на подсчетах Койвисто и Ревонсуо (Koivisto et al., 2009).

Также мы считали, что условие невнимания в наших экспериментах, в котором предъявляется целевой стимул, является аналогичным условию слепоты по невниманию. Процент пропусков сигнала в данном условии в первом эксперименте в маске составил 69.7 %.

²¹ Первый эксперимент проводила Полина Ямщикова.

Критерий принятия решения в зоне внимания в условиях маски был более консервативным ($c = 0.6$), по сравнению с условием опознания в зоне невнимания без маски ($c = -0.1$).

Во втором эксперименте фактор перенаправления внимания варьировался по блокам через распределение целей с подсказанной и неподсказанной стороны (от 1:1 до 5:1). Задача испытуемого состояла в поиске целевой буквы с подсказанной стороны. Подразумевалось, что при распределении 5:1 испытуемый в большей степени обращает внимание на цель с подсказкой. Таким образом мы попытались создать более сильное условие, в котором эффект будет больше. Анализ данных был аналогичен первому эксперименту.

Предполагалось, что по мере увеличения количества целей с подсказанной стороны будет наблюдаться повышение консервативности критерия. При подсчете значений критерия и показателей чувствительности использовались непараметрические аналоги классических индексов чувствительности и критерия (Donaldson, 1992; Pallier, 2002; Pastore et al., 2003; Macmillan, Creelman, 2005), при этом ответы «вижу» с подсказанной стороны рассматривались как правильные, а с неподсказанной стороны — в качестве ложных тревог.

Во втором эксперименте, в условии невнимания, в котором предъявляется целевой стимул, то есть предполагаемом условии слепоты по невниманию, процент пропусков сигнала составил 64.2 %.

Вероятность обнаружения цели в ситуации усиления внимания (распределение 5:1) ($HR = 0.20$) было ниже, чем в условии распределения 1:1 ($HR = 0.93$) ($\chi^2 = 106.3$, $df = 1$, $N = 354$, $p < .000$). Данный результат говорит об увеличении консервативности критерия в ситуации усиления привлечения внимания к объекту. Показатели критерия принятия решения в данных условиях: -0.79 (для распределения 1:1); 0.94 (для распределения 5:1). При этом положительные значения соответствуют более избирательной оценке стимульного материала. Нужно отметить, что эти данные не соответствуют результатам эксперимента № 1 в работе Д. Ранева, поскольку в наших данных нам не удалось получить одинаковые показатели чувствительности в двух условиях. Это говорит о том, что консервативность критерия может достигаться за счет плохой различимости стимула. Гипотеза подтвердилась, но лишь в случае сравнения различных распределений.

В третьем эксперименте испытуемым на экране компьютера на короткое время предъявлялась стрелка, направляющая внимание по одной из диагоналей. Стимулами являлись элементы Габора. Задача испытуемого состояла в том, чтобы обнаружить появление стимула. Перед процедурой производилось измерение порога восприятия с помощью метода «лестница». Контрастность решеток Габора в разных условиях имела разное

значение: 50 % порога восприятия, 67 %, 83 % и 100 %. Фактор перенаправления внимания варьировался по блокам через распределение целей с подсказанной и неподсказанной стороны (от 1:1 до 5:1).

В третьем эксперименте в условии невнимания, в котором предъявляется целевой стимул, то есть предполагаемом условии слепоты по невниманию, процент пропусков сигнала составил 60 %. Рост консервативности критерия в условии привлечения внимания к цели был получен только при 50-процентном пороге обнаружения, в ситуации равного распределения целей и нецелей — 1:1. В условии внимания значение критерия составило $c = 0.4$, в условии невнимания $c = 0.1$ ($F(7,154) = 6.72, p = .01$).

Таким образом, в первом эксперименте был получен подтверждающий гипотезу результат, но без соблюдения некоторых дополнительных условий. Во втором эксперименте, несмотря на обнаруженные тенденции, соответствующие предположениям Д. Ранева и коллег, нам не удалось полностью реплицировать их результаты с использованием другой парадигмы. В третьем эксперименте удалось получить подтверждающие гипотезу результаты только в одном условии — 50 % порога обнаружения.

Одним из возможных объяснений полученных результатов является феномен стохастического резонанса, смысл которого заключается в усилении периодического сигнала под действием белого шума определенной мощности (Moss, 2004). Возможно, в результате функционирования стохастического резонанса, улучшающего сигнал, уменьшается дисперсия сигнального распределения, оно сужается, и тем самым критерий принятия решения вынужден сдвигаться в сторону более консервативного. Таким образом, низкий контраст, ситуация высокого шума, приводит к увеличению консервативности критерия принятия решения.

Литература

- Cameron E.L., Tai J.C., Eckstein M.P., Carrasco M.* Signal detection theory applied to three visual search tasks' identification, yes/no detection and localization // *Spatial Vision*. 2004. Vol. 17. No. 4. P. 295–325.
- Donaldson W.* Measuring recognition memory // *Journal of Experimental Psychology: General*. 1992. Vol. 121. No. 3. P. 275–277. doi: 10.3758/BF03200940
- Koivisto M., Kainulainen P., Revonsuo A.* The relationship between awareness and attention: evidence from ERP responses // *Neuropsychologia*. 2009. Vol. 47. No. 13. P. 2891–2899.
- Lu Z.-L., Doshier B.A.* External noise distinguishes attention mechanisms // *Vision Research*. 1998. Vol. 38. No. 9. P. 1183–1198.

- Lu Z.-L., Lesmes L.A., Doshier B.A.* Spatial attention excludes external noise at the target location // *Journal of Vision*. 2002. Vol. 2. No. 4. P. 4.
- Müller M.M., Picton T.W., Valdes-Sosa P., Riera J., Teder-Sälejärvi W.A., Hillyard S.A.* Effects of spatial selective attention on the steady-state visual evoked potential in the 20–28 Hz range // *Cognitive Brain Research*. 1998. Vol. 6. No. 4. P. 249–261.
- Mack A., Rock I.* Inattentional blindness: Perception without attention // *Visual Attention*. 1998. Vol. 8. P. 55–76.
- Macmillan N.A., Creelman C.D.* *Detection theory: A user's guide*. Psychology press, 2004.
- Moss F., Ward L.M., Sannita W.G.* Stochastic resonance and sensory information processing: a tutorial and review of application // *Clinical Neurophysiology*. 2004. Vol. 115. No. 2. P. 267–281.
- Pallier C.* Computing discriminability and bias with the R software. 2002. doi: URL <http://www.pallier.org/ressources/aprime/aprime.pdf>
- Pastore R.E., Crawley E.J., Berens M.S., Skelly M.A.* 'Nonparametric' A'and other modern misconceptions about signal detection theory // *Psychonomic bulletin & Review*. 2003. Vol. 10. No. 3. P. 556–569.
- Posner M.I.* Orienting of attention // *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1980. Vol. 32. No. 1. P. 3–25. doi: 10.1080/00335558008248231
- Rahnev D., Maniscalco B., Graves T., Huang E., de Lange F.P., Lau H.* Attention induces conservative subjective biases in visual perception // *Nature Neuroscience*. 2011. Vol. 14. No. 12. P. 1513–1515.
- Rensink R.A., O'Regan J.K., Clark J.J.* To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes // *Psychological Science*. 1997. Vol. 8. No. 5. P. 368–373.
- Shiu L.-P., Pashler H.* Negligible effect of spatial precuing on identification of single digits // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1994. Vol. 20. No. 5. P. 1037–1054.

Inattention Blindness in the Tasks of Detection and Identification

Isaev A.A *., Kuvaldina M.B.

andybodalisaev@gmail.com

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Abstract. In this study, we tested an assumption about a decrease of the signal in an attended field, as well as the overestimation of the one's perception abilities (Rahnev et al., 2011). Three experiments were conducted. In Experiments 1 and 2, we used the experimental paradigm of Koivisto and Revonsuo (Koivisto et al., 2009). It was adopted to investigate the effect of attention and stimulus masking on decision making parameters. In Experiment 3, we used the original experimental paradigm of Rahnev (Rahnev et al., 2011). In Experiment 2, despite the observed trends, we could not verify the assumption. In Experiment 3, the hypothesis was confirmed under only one condition: the 50% detection threshold. One of the interpretations of the results is a stochastic resonance phenomenon. Inattention blindness could be the technical consequence of an observer's activity during the signal detection process.

Keywords: attention, inattentional blindness, signal detection theory

ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПЛИЦИТНОГО НАУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СИНТАКСИЧЕСКОГО ПРАЙМИНГА

Карнаухова А.Г. * (2), Спиридонов В.Ф. (1)

ekarnauhova@mail.ru

1 — РАНХиГС, 2 — РГГУ

Аннотация. Настоящее исследование направлено на психологическую проверку лингвистической теории глубинных падежей Ч. Филлмора, а именно — агенсных и неагенсных конструкций. Эксперимент был построен по аналогии с имплицитным научением, с использованием сублиминального и синтаксического прайминга. Эффективность экспериментального воздействия должна отразиться в успешности решения задач тестовой серии и в задании на свободную генерацию примеров. Как показали результаты, под влиянием сублиминального прайминга возросло количество неагенсных конструкций в свободной генерации испытуемых. В то же время структурный прайминг не привел к улучшению результатов в тестовой серии, а, скорее, способствовал осознанию заложенного правила. Полученные данные в целом подтверждают, что глубинные падежи имеют репрезентацию в когнитивной системе.

Ключевые слова: имплицитное научение, синтаксический прайминг, сублиминальный прайминг, глубинные падежи

Настоящее исследование направлено на эмпирическую проверку лингвистической теории глубинных падежей Ч. Филлмора (1981) психологическими методами. Эта теория предлагает метод описания структуры предложения как системы семантических валентностей: когда семантические роли, диктуемые значением вершинного глагола, исполняются именными составляющими. Например, глагол «дать» требует ролей (глубинных падежей) дающего, или агенса, а также адресата и объекта передачи.

Мы предприняли попытку воздействия на функционирование глубинных падежей. Согласно нашей гипотезе, они могут быть активированы с помощью сублиминального и/или осознаваемого прайминга в ходе специальных процедур, организованных по аналогии с имплицитным научением. Оба варианта воздействия были реализованы в рамках использованной экспериментальной методики. Под праймингом в данной работе понимается «результат непредвиденного воздействия в обыденной жизни или специального применения приема в эксперименте, *то есть* качественное (наличие/отсутствие) или количественное (скорость, точность) изменение параметров реакции (действия) человека в ответ на появление объекта, с которым он незадолго до этого встречался» (Фаликман, Койфман, 2005).

Наша гипотеза может получить подтверждение в том случае, если в ходе дифференциации или порождения высказываний в когнитивной системе человека имеет место реальное «срабатывание» глубинных падежей, что находит свое отражение в поверхностных грамматических явлениях. Для анализа мы выбрали два типа таких явлений: агенсные и неагенсные предложения. Первые — предложения, подлежащее в которых представляет собой агенс — одушевленного участника ситуации, ее намеренного инициатора, который контролирует ситуацию, непосредственно исполняет соответствующее действие и является «источником энергии» этого действия, по определению А.Е. Кибрика (Лингвистический энциклопедический словарь, 1990). Вторые включают в себя все иные варианты подлежащего (Новикова-Грунд, 2014). Например,

Джон открыл дверь. (a)

Этот ключ открыл дверь. (b)

Ветер открыл дверь. (c)

Дверь была открыта ключом. (d)

В приведенных примерах (a,b,c — Филлмор, 1981) только вариант (a) представляет собой агенсную конструкцию. Остальные являются различными вариантами неагенсных конструкций, одной из возможных форм среди которых является пассивный залог.

Итак, если в ходе экспериментального воздействия наши подсказки активируют соответствующие глубинные структуры (Pickering, Branigan, 1998), это должно, во-первых, отразиться в улучшении дифференциации предложений в тестовой серии и, во-вторых, изменить количественное соотношение агенсных и неагенсных конструкций в самостоятельно генерируемых испытуемыми примерах.

Методика и процедура

Исследование было организовано по аналогии с экспериментами по имплицитному научению и проводилось в индивидуальном порядке. Эксперимент состоял из трех частей — обучающей, тестовой и свободной генерации примеров.

Испытуемым на экране компьютера предлагалась инструкция, согласно которой они участвовали в эксперименте по проверке их интуитивного умения различать ложные и правдивые высказывания. Их просили как можно быстрее определять правдивость или ложность предъявляемых высказываний, нажимая соответствующие клавиши на клавиатуре («1» — правда, либо «0» — ложь), а после их ответа давалась обратная связь. Далее последовательно предъявлялся стимульный материал обучающей и тестовой серий. Обучающая серия включала 40 заданий с обратной связью после каждого ответа испытуемого. Тестовая

серия состояла из 20 заданий без обратной связи. Ее предваряла инструкция, в которой сообщалось, что далее обратной связи не будет.

Экспериментальные задания представляли собой набор предложений на русском языке, построенных по искусственно созданным правилам. Половина заданий обучающей и тестовой серий, игравшие роль «правдивых» сообщений, строилась следующим образом: они состояли из трех предложений в активном залоге, суммарное количество агенсных конструкций в которых как минимум вдвое превышало количество неагенсных конструкций. Пример:

Я заметил, как те двое людей скрылись за углом дома. Я сначала думал их догнать, но потом понял, что не узнаю их в толпе. В конце концов, я видел их только со спины и издалека (6 агенсных конструкций, 0 неагенсных конструкций).

Вторая половина заданий («ложные» сообщения) также состояла из трех предложений каждое. Причем второе предложение всегда было в пассивном залоге, а суммарное количество неагенсных конструкций превышало количество агенсных конструкций как минимум в два раза. Пример:

Здесь раньше не устраивали собраний, но теперь земельный вопрос стоял остро, и с публикой надо было договариваться. Я был позван помочь с организацией этого предприятия. Если мне не хватит на это двух дней, я свяжусь с вами (1 агенсная конструкция, 5 неагенсных конструкций).

Набор сообщений был одинаковым для всех экспериментальных групп.

В качестве сублиминального прайма использовались клаузы, содержавшие глаголы в пассивном залоге (например, «был позван»), уравненные по частотности по корпусу русского языка. Прайм предьявлялся в центре экрана на 30 мс. До и после прайма следовала «маска» длительностью 90 мс (нечитаемый набор букв). Пилотажная серия показала невозможность его прочтения при таком времени экспозиции. Перед правдивыми сообщениями предьявлялись только «маски».

После тестовой серии начиналась третья часть эксперимента. Испытуемым задавался вопрос о том, как они определяли правдивость или ложность высказываний, с целью выявить осознание ими правила, по которому строились экспериментальные задания. Затем независимо от распознавания ими правил их просили построить по аналогии с экспериментальными заданиями три правдивых и три ложных примера.

В исследовании приняли участие 113 человек (средний возраст 28.3, с высшим образованием (24 человека) или студенты (89 человек); среди них 86 женщин). Испытуемые случайным образом распределялись по четырем экспериментальным группам. Группа №1 предполагала наличие

обратной связи, истинной в 100 % случаев, и наличие прайминга в обучающей серии. Группа №2 — наличие обратной связи, истинной в 100 % случаев, и отсутствие прайминга в обучающей серии. Группа №3 — наличие обратной связи, истинной в 50 % случаев, и наличие прайминга в обучающей серии. Группа №4 — наличие обратной связи, истинной в 50 % случаев, и отсутствие прайминга в обучающей серии. Результаты угадавших правило формирования ложных высказываний на первом этапе эксперимента (28 человек) были отброшены.

Таким образом, независимыми переменными выступали: наличие/отсутствие сублиминального прайминга и истинная или случайная обратная связь. Зависимыми переменными – эффективность имплицитного научения и количество агенсных и неагенсных высказываний в ходе свободной генерации примеров.

Результаты и обсуждение

1) Мы не обнаружили имплицитного научения ни в одной из 4 экспериментальных групп. Количество правильных решений о правдивости либо ложности тестовых высказываний не отличалось значимо от уровня случайных угадываний.

2) Оказалось, что испытуемые с верной обратной связью (гр. 1 и 2) чаще находили (осознавали) принцип построения ложных высказываний ($p = .012$), то есть использованная обратная связь работала.

3) Затем мы проанализировали примеры, сгенерированные испытуемыми на третьем этапе эксперимента, оценив в них количество агенсных и неагенсных конструкций. Индивидуальные значения, отличающиеся от среднего по группе больше, чем на три стандартных отклонения, были отброшены. С помощью 2-факторного ANOVA было обнаружено значимое влияние независимых переменных на генерацию неагенсных конструкций в «правдивых» примерах $F(3,252) = 3.367, p = .019, \eta^2 = .039$. Также было установлено, что сублиминальный прайминг оказал значимое влияние на генерацию таких конструкций в этом случае, увеличив их количество по сравнению с другими комбинациями экспериментальных условий $F(1,252) = 8.592, p = .004, \eta^2 = .033$. Влияние обратной связи и взаимодействие факторов оказались незначимыми.

Эти данные свидетельствуют в пользу одной из наших гипотез: экспериментальное воздействие в виде сублиминального прайминга пассивными конструкциями привело к значимому увеличению количества неагенсных конструкций в «правдивых» предложениях на этапе свободной генерации. Отметим, что мы спровоцировали увеличение частоты не просто конструкций в пассивном залоге (в самостоятельно сгенерированных испытуемыми примерах их было относительно мало), а самые разные варианты неагенсных предложений.

Одно из возможных объяснений данного факта может быть связано с психологической реальностью глубинных падежей Ч. Филлмора в когнитивной системе человека, активация/подавление одного из которых посредством наших экспериментальных манипуляций привела к изменению процессов генерации и увеличению количества поверхностных проявлений (примеров), с ним связанных.

Отсутствие имплицитного научения в виде улучшения дифференциации правдивых и ложных сообщений может быть объяснено особенностями влияния обратной связи, которая провоцировала испытуемых использовать осознаваемые стратегии для решения названной задачи. Это повлекло за собой значимое увеличение количества испытуемых, угадавших принцип построения «ложных» высказываний, и также могло препятствовать имплицитному научению в данных экспериментальных условиях.

Литература

Лингвистический энциклопедический словарь. М.: Издательство «Советская энциклопедия», 1990.

Новикова-Грунд М. Уникальная картина мира индивида и ее отображение на текст. М.: 2014.

Фаликман М., Койфман А. Виды прайминга в исследованиях восприятия и перцептивного внимания. Часть 1 // Вестник Московского Университета. Серия 14. Психология. 2005. № 3. С. 86–97.

Филлмор Ч. Дело о падеже // Новое в зарубежной лингвистике Прогресс, 1981. С. 369–495.

Pickering M.J., Branigan H.P. The representation of verbs: Evidence from syntactic priming in language production // *Journal of Memory and Language*. 1998. Vol. 39. No. 4. P. 633–651.

The Use of Structural Priming in Implicit Learning Research

Karnaukhova A.G. * (2), Spiridonov V.F. (1)

ekarnauhova@mail.ru

1 — Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA), 2 — Russian State University for the Humanities (RSUH), Moscow, Russia

Abstract. This research aimed to explore the psychological reality of deeper cases (Fillmore, 1981), namely agency and non-agency constructions. The experimental design was based on implicit learning research with the use of structural and subliminal priming. Dependent variables were measured by performance in the testing phase and in an example generation task. The results support the notion of the cognitive reality of deeper cases. Subliminal priming led to an increase of non-agency constructions in the example generation task. Meanwhile, structural priming did not result in better-than-chance performance in the testing phase; instead, it led to the explication of the hidden rule.

Keywords: implicit learning, structural priming, subliminal priming, deeper cases

НОРМАТИВНАЯ СФЕРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЦВЕТОПОСРЕДОВАННОЙ ИНТЕГРАЦИИ СЕМАНТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ЭМОЦИОНАЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО²²

Кисельников А.А. *, Рассказова Е.И., Жеймо А.Ю.

kiselnikov@mail.ru

Факультет психологии МГУ имени М.В. Ломоносова

Аннотация. Цвет, эмоции и семантика представляют собой разные домены психического, многомерная структура связей между которыми все еще плохо изучена. В школе векторной психофизиологии Е.Н. Соколова и Ч.А. Измайлова были построены сферические модели цвета, эмоций и семантических процессов и проанализированы связи между ними. На основе этих данных мы предлагаем диагностическую методику, которая позволяет при помощи сознательного шкалирования ассоциативных связей между эмоциогенными семантическими объектами-словами и цветами выявить имплицитные связи между данными семантическими объектами. В результате было показано, что семантические объекты адекватно диагностируются на выборке нормы с помощью цветовых дескрипторов, приводя к построению нормативной сферической модели цветоопосредованной интеграции семантических объектов в эмоциональное пространство.

Ключевые слова: цвет, эмоции, семантика, сферическая модель

Введение. В настоящее время в психофизиологии и клинической психологии актуальной проблемой является вопрос о связи эмоций, цвета и семантики как в фундаментальном, так и в прикладном (диагностическом) аспектах. В рамках отечественной когнитивной науки эта проблема изучалась на факультете психологии МГУ имени М.В. Ломоносова в школе векторной психофизиологии Е.Н. Соколова—Ч.А. Измайлова (Измайлов, 1995; Sokolov, 2013), в школе психологии субъективной семантики Е.Ю. Артемьевой (Тхостов, 2002; Артемьева, 2007) и в школе психосемантики сознания В.Ф. Петренко (Петренко, Кучеренко, 1988). Так, Ч.А. Измайловым (1995) в рамках построения сферических моделей цвета и эмоций было показано, что многомерная структура эмоций и многомерная структура цвета закономерно и устойчиво связаны.

Опираясь на эти данные, Кисельников с соавт. (2013) показали, что при помощи сознательного шкалирования ассоциативных связей между эмоциогенными семантическими объектами-словами и цветами можно

²² Работа выполнена при поддержке РФНФ, проект № 14-36-01277.

выявить неосознаваемые связи между данными семантическими объектами — через референцию этих объектов к цветам. Неосознаваемость указанных связей операционализировалась нами через косвенную цветоопосредованную процедуру их диагностики, в которой у испытуемых эксплицитно не запрашивалась связи между семантическими объектами, хотя сами объекты предъявлялись эксплицитно (см. процедуру в Кисельников и др., 2013; возможно, в определенных ситуациях осознаваемые связи совпадают с неосознаваемыми, но диагностика направлена именно на неосознаваемые связи). Кроме того, было построено интегральное цвето-эмоциональное семантическое пространство, обладающее свойством сферичности (Кисельников, Сергеев, 2013), были изучены его психофизиологические корреляты (Kiselnikov et al., 2014).

Разработанная в итоге экспериментальная методика получила название «перцептивно-семантическое ассоциирование». Возможности методики позволяют говорить о ее использовании в качестве инструмента экспериментальной диагностики эмоциональных нарушений в клинической психологии: использование в качестве семантических объектов слов, репрезентирующих определенные «проблемные» для больных с аффективными нарушениями области субъективного опыта, дает возможность определять неосознаваемые эмоциональные реакции на данные объекты. Методика потенциально позволяет построить эмоционально-семантические пространства в норме и у больных с аффективными расстройствами для их дальнейшего сравнения. В настоящей работе мы описываем результаты экспериментов на здоровых испытуемых, которые позволят создать нормативную модель неосознаваемой интеграции семантических объектов в глубинное эмоциональное пространство.

Цель исследования

Выявление возможностей цветоопосредованной диагностики неосознаваемого эмоционального отношения к клиничко-психологическим семантическим объектам на норме (в рамках сферической модели Е.Н. Соколова—Ч.А. Измайлова) и изучение получаемых субъективных пространств совместной репрезентации этих объектов и основных эмоций.

Методика

В качестве стимульного материала использовались названия 10 подобранных по признаку «базовости» эмоций («гнев», «интерес», «отвращение», «печаль», «презрение», «радость», «спокойствие», «страх», «стыд», «удивление»), названия 9 семантических объектов, релевантных представлениям когнитивного подхода о трех типах убеждений, определяющих негативное отношение пациента к самому себе, собственному будущему и своему текущему опыту (Бек и др., 2003) — («я», «он», «мир», «люди», «настоящее», «прошлое», «будущее», «здо-

ровье», «болезнь»), 10 реальных цветов (1 серия) или же 10 названий этих же цветов (2 серия). Использовались спектральные хроматические («красный», «оранжевый», «желтый», «зеленый», «голубой», «синий» и «фиолетовый») и ахроматические («белый», «серый» и «черный») цвета.

Эксперименты проводились на ноутбуке, цветовые и яркостные характеристики монитора которого были откалиброваны с помощью профессионального оборудования. Реальные цвета в перцептивном формате были подобраны под названия слов с помощью экспертных оценок специалистов по цветовому восприятию. Стимулы предъявлялись с помощью программы VectScal (см. описание в Кисельников и др., 2013 и в Турковский и др., 2014) попарно в последовательном режиме. Испытуемый давал субъективные оценки различий по шкале от 1 (минимальное различие) до 9 (максимальное различие) во всех возможных парах «цвет-цвет», «эмоция-эмоция», «эмоция-цвет» и «цвет-семантический объект» в прямом и обратном порядке. Каждый испытуемый проходил полную матрицу один раз, в результате чего по каждой возможной паре стимулов А–В собирались и усреднялись две балловых оценки (последовательность А–В и В–А).

В результате обеих серий по каждому испытуемому из всей матрицы была построена только подматрица 19 на 10 ([10 эмоций + 9 семантических объектов] на [10 цветов]), после чего 15 индивидуальных подматриц были усреднены в одну и обработаны методами многомерного шкалирования (после вычисления евклидовых близостей и перехода к симметричной матрице) и факторного анализа (в программе SPSS 17.0). В результате были получены два семантико-эмоциональных субъективных пространства — для серии с реальными цветами и серии с названиями цветов. По сути, на входе факторного анализа мы получили два десятицветовых ассоциативных профиля 19 эмоциогенных слов, идущих в широком контексте актуализированных, но не анализируемых нами цвето-цветовых и эмоционально-эмоциональных ассоциаций. Факторный анализ позволил получить и проанализировать корреляционные связи 19 на 19 по кореллентности к имплицитно эмоциогенным цветовым дескрипторам.

Испытуемые

Всего в исследовании приняло участие 20 студентов (7 мужчин, средний возраст — 20 лет), без заявленных неврологических и психиатрических нарушений, без нарушений хроматического зрения, с нормальной остротой зрения или зрением, скорректированным до нормального с помощью контактных линз или очков, с русским языком в качестве родного. При «отсеве» испытуемых методом корреляции индивидуальных матриц со среднегрупповой оказалось, что 5 испытуемых некачественно выполнили инструкцию (в основном, в подавляющем чис-

ле «клеточек» матрицы отвечали «9» баллов = «не ассоциируются, максимально различаются») и их данные не коррелируют со среднегрупповыми. Так как исключенные испытуемые чаще всего ставили «9» баллов, то они не являются «ненормативными», а именно «некачественно выполнившими инструкцию». В итоге для анализа была оставлена гомогенная выборка в 15 качественно прошедших эксперимент испытуемых («нормативная выборка»).

Результаты

1. При анализе двух полученных эмоционально-семантических субъективных пространств по критерию перегиба кривых стресса и собственных значений, а также по критерию величины стресса / проценту объясняемой дисперсии оказалось, что наилучшим решением является двумерное пространство с двумя биполярными оппонентными осями, причем первую ось можно проинтерпретировать как ось знака эмоции (полюс «болезнь, гнев, печаль» против полюса «спокойствие, радость, здоровье, мир»), а вторую — как ось эмоциональной интенсивности (полюс «гнев, удивление, радость, интерес» против полюса «печаль, спокойствие»). Эти результаты совпадают как со сферическими эмоциональными пространствами, полученными Кисельниковым с соавт. (Кисельников и др., 2013; Kisel'nikov et al., 2014), так и с круговыми («circumplex») эмоциональными пространствами, полученными ранее с помощью прямых, референтных сознанию, а не косвенных методов, Расселом с соавт. (Russel, 1980; Posner et al., 2005).

Оказалось, что на исследуемой нами здоровой выборке 9 клинико-психологических эмоциогенных объектов делятся на 1 отрицательно окрашенный («болезнь») и 8 положительно окрашенных. Отрицательно окрашенная «болезнь» находится в ближайшем соседстве со «страхом», «отвращением» и «презрением». 8 положительно окрашенных объектов располагаются по четверти окружности вперемешку с положительными эмоциями в следующем порядке — «спокойствие», «прошлое», «будущее», «я», «мир», «люди», «настоящее», «здоровье», «он», «интерес», «удивление», «радость». Отметим, что использованные гетерогенные семантические объекты не образовали отдельные «факторы» или оси, а естественным образом «встроились» в двумерную структуру основных эмоций, причем существенно не вышли за границы двумерной сферы, а последовательно «нанизались» на нее.

Полученные данные доказывают универсальность работы сферического модуля обработки, хранения и воспроизведения информации и в случае неосознаваемой структуры эмоций: квадратный корень из суммы квадратов евклидовых координат для любого эмоциогенного стимула является константным радиус-вектором, не меняющим своей длины для разных

стимулов, а только поворачивающимся на разный угол (см. более подробно описание универсальной сферической модели сенсорных, когнитивных, моторных и эмоциональных процессов Е.Н. Соколова в Sokolov, 2013). Эти результаты также свидетельствуют о том, что использованные нами цветовые дескрипторы являются цветовыми «фильтрами», эффективно эксплицирующими интенсивностную и знаковую эмоциональную нагруженность гетерогенных семантических объектов.

Отметим, что, конечно, все разнообразие эмоций, особенно в случае человеческих эмоций, не может быть редуцировано к шкалам знака и интенсивности. Однако очень существенную долю дисперсии данных объясняют именно они, а другие предлагаемые в литературе эмоциональные шкалы только дополняют и культурно специфицируют их (см. дискуссию в Posner et al., 2005). Наши данные показывают, что на глубинном уровне автоматической, а не сознательной переработки информации именно эти две оси и объясняют основную дисперсию данных.

2. При анализе различий между двумя сериями оказалось, что указанные цветовые «фильтры» успешно работают как в перцептивном (реальные цвета), так и в семантическом вариантах (названия цветов). Сферические модели, получаемые в первом и втором случае, характеризуются глобальным изоморфизмом. Это может говорить о глубинной устойчивой связи между эмоциями, семантикой и цветами в независимости от формата кодирования цвета, что дает потенциальную возможность использовать в эмоциональной диагностике не только реальные цвета, но и их названия.

Выводы

Таким образом, было показано, что специфические эмоциогенные объекты, репрезентирующие семантические области, предположительно вызывающие аффективные нарушения, адекватно диагностируются на выборке нормы с помощью как перцептивных, так и семантических цветовых дескрипторов, приводя к построению нормативной сферической модели цветоопосредованной интеграции семантических объектов в эмоциональное пространство.

Литература

- Артёмьева Е.* Психология субъективной семантики. М.: ЛКИ, 2007.
- Бек А., Раиш А., Шо Б., Эмери Г.* Когнитивная терапия депрессии. Спб.: Питер, 2003.
- Измайлов Ч.* Цветовая характеристика эмоций // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 1995. № 4. С. 27–35.
- Кисельников А., Кисельникова Н., Данина М.* Анализ трансформации категориальной структуры сознания с помощью перцептивно-

семантического ассоциирования // Теоретическая и экспериментальная психология. 2013. Т. 6. № 1. С. 35–43.

Кисельников А.А., Сергеев А.А. Новый подход к построению субъективных цвето-эмоциональных семантических пространств // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции 19 июня 2013 г. / Под ред. Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман. М.: БукиВеди, 2013. С. 140–145.

Петренко В.Ф., Кучеренко В.В. Взаимосвязь эмоций и цвета // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 1988. № 3. С. 70–78.

Турковский А.А., Беспалов Б.И., Вартанов А.В., Кисельников А.А. Оценка аппаратурной погрешности в хронометрическом психологическом эксперименте с использованием современного оборудования // Психология. Журнал Высшей Школы Экономики. 2014. Т. 11. № 4. С. 146–157.

Тхостов А.Ш. Психология телесности. М.: Смысл, 2002.

Kiselnikov A.A., Sergeev A.A., Dolgorukova A.P., Vartanov A.V., Glozman J.M., Kozlovskiy S.A., Pyasik M.M. Psychophysiological mechanisms of color-emotional semantic integration // International Journal of Psychophysiology. 2014. Vol. 94. No. 2. P. 241. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2014.08.929

Posner J., Russell J.A., Peterson B.S. The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology // Development and psychopathology. 2005. Vol. 17. No. 03. P. 715–734.

Russell J.A. A circumplex model of affect // Journal of Personality and Social Psychology. 1980. Vol. 39. No. 6. P. 1161–1178.

Sokolov E. Psychophysiology of Consciousness. Oxford University Press, 2013.

A Normative Spherical Model of Color-Mediated Integration of Semantic Objects into Emotional Space

Kiselnikov A.A. *, Rasskazova E.I., Zheimo A.Yu.

kiselnikov@mail.ru

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. Color, emotions and semantics represent different mental domains. The multi-dimensional structure of inter-domain links is still poorly studied. Within the framework of E.N. Sokolov and Ch.A. Izmailov's vector psychophysiology, spherical models of color, emotions and semantic processes were developed and inter-model links were analyzed. Based on these data, we suggest a diagnostic tool which allows the uncovering of implicit links between semantic objects by using a conscious scaling of association links between colors and emotiogenic semantic word objects. Our results showed that, with the help of chromatic descriptors, semantic objects were diagnosed with adequate efficiency in a normal sample that allowed the formation of a normative spherical model of color-based integration of semantic objects in emotional space.

Keywords: color, emotion, semantics, spherical model

ЭФФЕКТЫ КОНГРУЭНТНОСТИ И КОМПЛЕМЕНТАРНОСТИ ПРИ ВОСПРИЯТИИ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ ЛИЦ: АНАЛИЗ ПРО- И АНТИСАККАД²³

Кожухова Ю.А. * (1), Люсин Д.В. (1, 2)

yuliyak@list.ru

1 — Институт психологии РАН, 2 — НИУ «Высшая школа экономики»

Аннотация. Эффект эмоциональной конгруэнтности заключается в облегчении переработки тех стимулов, которые совпадают по эмоциональной окраске с эмоциональным состоянием самого испытуемого и его эмоциональными чертами, а эффект комплементарности заключается в облегчении переработки стимулов, имеющих окраску другого типа. Исследование было направлено на то, чтобы получить дальнейшие данные о существовании эффектов эмоциональной конгруэнтности и комплементарности на различных типах эмоций с помощью анализа нескольких параметров движения глаз в антисаккадной задаче. Эффект конгруэнтности получен только для диспозициональной грусти, а также были получены эффекты обратной комплементарности.

Ключевые слова: восприятие эмоций, движения глаз, саккады, антисаккадная задача

В исследованиях переработки аффективной информации часто получают эффект эмоциональной конгруэнтности. Он состоит в том, что облегчается переработка стимулов, эмоциональная окраска которых соответствует эмоциональному состоянию испытуемого или его эмоциональным чертам (Rusting, 1998). Эффект конгруэнтности обычно описывается применительно к положительным и отрицательным эмоциям без указания на отдельные типы эмоций (такие как грусть, страх и т.п.). Тем не менее недавно были получены данные, согласно которым для некоторых типов эмоций этот эффект не наблюдается. Более того, для пары эмоций «страх»—«злость» был получен эффект комплементарности, состоящий в том, что выраженность у испытуемого эмоциональной черты одного типа связана с облегчением переработки стимулов, имеющих окраску другого типа. Так, испытуемые с повышенной агрессивностью легче перерабатывали стимулы, связанные со страхом (Lyusin, 2014).

Настоящее исследование было направлено на то, чтобы получить дальнейшие данные о существовании эффектов эмоциональной конгруэнтности и комплементарности. Использовался новый для данной

²³ Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-06-00393).

области метод, который состоит в анализе просаккад и антисаккад при восприятии эмоциональных лиц (антисаккадная задача).

Антисаккадная задача — это один из известных способов для изучения процесса переработки информации, в частности для изучения процессов управления вниманием (Hallett, 1978). Задача заключается в следующем: испытуемому предъявляется периферический стимул, и он должен как можно быстрее посмотреть на него (просаккада), либо посмотреть в противоположную сторону (антисаккада). В качестве измеряемых параметров в данной парадигме обычно используется латентный период (ЛП) саккады (время от начала предъявления стимула и до начала саккады), максимальная скорость (МС) саккады, а также доля ошибок при совершении антисаккад.

Последние исследования показывают, что показатель МС саккады может выступать как показатель когнитивной нагрузки (Di Stasi et al., 2011).

Мы исходили из того, что облегчение переработки стимулов будет проявляться в уменьшении ЛП и увеличении МС для просаккад и, напротив, увеличении ЛП и уменьшении МС для антисаккад.

В ряде исследований было показано, что тревога может коррелировать с уменьшением МС скорости для антисаккад в ответ на предъявление угрожающих стимулов (Derakshan et al., 2009), а также с увеличением скорости для антисаккад в ответ на предъявление позитивно окрашенной информации. Однако нет данных об особенностях восприятия других типах аффективно окрашенной информации.

В данном исследовании для анализа были выбраны четыре эмоции: радость, грусть, страх и злость. Общая гипотеза состояла в том, что эффекты конгруэнтности и комплементарности будут проявляться по-разному для разных типов эмоций. Более конкретно, ожидалось, что эффект конгруэнтности будет возникать при восприятии лиц, выражающих радость и грусть, а эффект комплементарности — при восприятии лиц, выражающих страх и злость.

Было проведено два исследования. Первое носило подготовительный характер и было направлено на отбор стимулов с требуемыми характеристиками. Второе исследование было непосредственно направлено на проверку гипотезы.

Исследование 1

Испытуемые. В исследовании участвовало 33 испытуемых в возрасте от 16 до 25 лет ($M = 18.8$; $SD = 2.5$) с нормальным зрением. Все испытуемые дали письменное согласие на участие в эксперименте.

Материалы. В качестве стимулов были отобраны 25 изображений лиц, которые выражали 4 эмоции (радость, страх, злость, грусть), а также нейтральное состояние выражение лица. Лица были взяты из базы NimStim Set

of Facial Expressions (Tottenham, 2009). Для предъявления стимулов и фиксации ответов испытуемых использовалась программа PsychoPy v.1.80.06.

Процедура. Каждый испытуемый проходил последовательно две стадии эксперимента. На первой стадии ему предъявлялись изображения лиц в случайном порядке на 200 мс, а после этого следовало маскирующее изображение и от испытуемого требовалось вслух назвать эмоцию, которая была изображена. На второй стадии эксперимента испытуемому также на 200 мс предъявлялись изображения, но после появления маскирующего изображения требовалось путем дихотомического выбора ответить, какая из эмоций была представлена. Весь набор изображений предъявлялся три раза, для того чтобы попарно сравнить все четыре эмоции, которые предъявлялись испытуемым на первой стадии исследования.

Результаты. По результатам двух стадий первого исследования нами были отобраны 10 изображений, которые воспринимались испытуемыми наиболее однозначно и точно (средняя точность 94.2 %).

Исследование 2

Во втором исследовании использовалась антисаккадная задача. Кроме того, с помощью опросников измерялись такие эмоциональные черты, как диспозициональные радость, грусть, страх и злость. Для выявления эффектов конгруэнтности и комплементарности вычислялись коэффициенты корреляции между характеристиками саккад при предъявлении стимулов определенного эмоционального типа и соответствующими эмоциональными чертами.

Испытуемые. В исследовании приняло участие 23 испытуемых в возрасте от 17 до 25 лет ($M = 18.7$; $SD = 1.6$) с нормальным зрением или зрением, скорректированным до нормального. Все испытуемые дали письменное согласие на участие в эксперименте.

Материалы. Для измерения эмоциональных черт использовались Шкала субъективного счастья и Шкала удовлетворенностью жизнью (Осин, Леонтьев, 2008), Шкала депрессивности Бека (Тарабрина, 2001), Шкала реактивной и личностной тревожности (Ханин, 1976) и опросник Басса-Перри (Ениколопов, Цибульский, 2007).

Аппаратура. Движения глаз были записаны с помощью айтрекера SMI IVIEW X™ HI-SPEED (500 Гц монокулярный трекинг).

Стимулы. Использовались стимулы, отобранные в предыдущем исследовании, — 10 изображений, которые предъявлялись слева и справа от фиксационного креста. Стимулы были дополнительно уравнены по яркости и контрастности.

Процедура. Для эксперимента был использован блочный дизайн, который используется в ряде исследований на антисаккадную задачу (Chen, 2014; Kissler, 2008). Каждая проба начиналась с предъявления фиксации

онного крестика на 1500 мс, на который испытуемых просили смотреть, после этого в случайном порядке справа или слева от фиксационного крестика на расстоянии 11 угловых градусов испытуемым предъявлялись изображения на 600 мс, а дальше пустой экран на 500 мс перед следующей пробой. Все пробы были объединены в 6 блоков и перед каждым блоком была инструкция с заданием выполнять саккады или антисаккады. Всего было 20 проб в каждом из 6 блоков, также тренировочные пробы и перерыв после первых трех блоков. В конце эксперимента испытуемые заполняли опросники.

Результаты. Была получена отрицательная связь между показателями диспозициональной грусти и МС просаккад в пробах с радостными лицами ($r = -.47$, $p < .05$), что соответствует эффекту конгруэнтности. Получена положительная связь между баллами по шкале «физическая агрессия» и ЛП просаккад в пробах с испуганными лицами ($r = .49$, $p < .01$) и отрицательная связь между показателями тревожности и МС просаккад в пробах со злыми лицами ($r = -.52$, $p < .01$) — эти связи свидетельствуют об эффекте, обратном комплементарности.

Также был проведен анализ доли ошибок при совершении антисаккад. Получена положительная связь между показателем общей тревожности и количеством ошибок при восприятии эмоции страха ($r = .42$, $p < .05$) и восприятии эмоции гнева ($r = .43$, $p < .05$). В целом это может свидетельствовать о том, что отрицательно окрашенные стимулы больше привлекают внимание тревожных испытуемых.

Эффект конгруэнтности получен только для диспозициональной грусти, а также были получены эффекты обратной комплементарности для диспозициональной тревожности и агрессии. В целом, как и предполагалось, эффекты конгруэнтности и комплементарности не наблюдаются для всех типов эмоций.

В дальнейшем предполагается проанализировать показатели ЛП и МС для ошибочных антисаккад. Также представляется перспективным использование экспериментальной парадигмы с использованием индукции эмоциональных состояний.

Литература

- Ениколопов С.Н., Цибульский Н.П. Психометрический анализ русскоязычной версии Опросника диагностики агрессии А. Басса и М. Перри // Психологический журнал. 2007. № 1. С. 115—124.
- Осин Е.Н., Леонтьев Д.А. Апробация русскоязычных версий двух шкал экспресс-оценки субъективного благополучия // Материалы III Всероссийского социологического конгресса. М.: Институт социологии РАН, Российское общество социологов, 2008.

- Тарабрина Н.В.* Практикум по психологии посттравматического стресса. СПб: Питер, 2001.
- Ханин Ю.Л.* Краткое руководство к применению шкалы реактивной и личностной тревожности Ч.Д. Спилбергера. Л., 1976.
- Chen N.T.M., Clarke P.J.F., Watson T.L., MacLeod C., Guastella A.J.* Biased Saccadic Responses to Emotional Stimuli in Anxiety: An Antisaccade Study // PLoS ONE. 2014. Vol. 9. No. 2. e86474. doi: 10.1371/journal.pone.0086474
- Derakshan N., Ansari T.L., Hansard M., Shoker L., Eysenck M.W.* Anxiety, inhibition, efficiency, and effectiveness: An investigation using the antisaccade task // Experimental Psychology. 2009. Vol. 56. P. 48–55.
- Di Stasi L.L., Antol A., Canas J.J.* Main sequence: An index for detecting mental workload variation in complex tasks // Applied Ergonomics. 2011. Vol. 42. P. 807–813.
- Hallett P.E.* Primary and secondary saccades to goals defined by instructions // Vision Research. 1978. Vol. 18. P. 1279–1296.
- Lyusin D.V.* Correspondence Between Observers' Emotional Traits and Emotion Perception: Principles of Congruency and Complementarity. Paper presented at the Inaugural Conference of the Society for Affective Science, Bethesda, MD, USA. 2014.
- Kissler J., Keil A.* Look–don't look! How emotional pictures affect pro- and anti-saccades // Experimental Brain Research. 2008. Vol. 188. P. 215–222. doi: 10.1007/s00221-008-1358-0
- Rusting C.L.* Personality, Mood, and Cognitive Processing of Emotional Information: Three Conceptual Frameworks // Psychological Bulletin. 1998. Vol. 124. No 2. P. 165–196.
- Tottenham N., Tanaka J.W., Leon A.C., McCarry T., Nurse M.* The NimStim set of facial expressions: Judgments from untrained research participants // Psychiatry Research. 2009. Vol. 168. P. 242–249.

Emotion Congruency and Emotion Complementarity in Emotion Perception: Analysis of Pro- and Antisaccades

Kozhukhova Y.A. * (1) , Lyusin D. (1,2)

yuliyak@list.ru

1 — Russian Academy of Sciences, Institute of Psychology;

2 — Higher School of Economics, Moscow, Russia

Abstract. Emotion congruency effect consists of the facilitation of processing of stimuli that correspond in their emotion tone to the emotion state or trait of a person who processes these stimuli. Emotion complementarity effect consists in the facilitation of processing of stimuli with emotion tone opposite to the emotion state or trait of a person who processes these stimuli. We explored emotion congruence and emotion complementarity effects with the use of the antisaccade tasks. The congruency effect was obtained only for dispositional sadness. Also, certain reverse complementarity effects were found.

Keywords: emotion perception, eye movements, saccades, antisaccade task

НОМИНАЦИЯ ИЛИ АРТИКУЛЯЦИЯ: ФМРТ-ИССЛЕДОВАНИЕ

Коробкова Л.А. *, Власова Р.М., Сеницын В.Е., Печенкова Е.В.

Korobkova.laura@gmail.com

Лечебно-реабилитационный центр Минздрава РФ, Москва

Аннотация. Данное исследование посвящено определению локализации областей мозга, связанных с артикуляцией в момент реальной речевой номинации и ее имитации. Мы посчитали актуальным проведение исследования на выявление различий между активацией, отражающей корковую организацию речевого моторного акта, включающего номинацию (поиск и актуализацию слова, обозначающего реальные объекты) и последующую артикуляцию (или название слова про себя), и активацией в момент речевого акта, не требующего поиска слова (при назывании несуществующих контрольных объектов одним контрольным словом). Согласно нашим данным, существуют различия в активации в зоне Брока (участие этой зоны в процессе выбора наиболее подходящего слова), в шпорной борозде (более сложные визуальные характеристики несуществующих объектов), в дополнительной моторной коре и в затылочно-височном регионе (семантические процессы при опознании).

Ключевые слова: фМРТ, моторная кора, порождение речи, артикуляция, номинация

Артикуляция — это сложно скоординированный тонкий моторный акт, обеспечивающий порождение речи. Локализация областей мозга, связанных с артикуляцией, с использованием функциональной МРТ, сопровождается рядом трудностей. Во-первых, задание, которое человек выполняет в томографе, должно быть максимально похожим на реальное порождение речи, так как зоны мозга, активирующиеся при простом шевелении губами или языком, будут отличаться объемом и локализацией от тех зон, что вовлечены в моторное обеспечение реальной речевой продукции, поскольку в реальной речи осуществляется координация между губами, языком, гортанью и дыханием (Brown et al., 2009). Во-вторых, если использовать не чисто моторное задание (имитацию артикуляции, без порождения речи), а речевое задание, сопровождаемое артикуляцией, то необходимо отделять активацию, связанную с собственно речевыми процессами, от активации, связанной с артикулированием, что затруднительно сделать методом фМРТ из-за плохого временного разрешения. Однако при использовании кортикографии (Flinker et al., 2010) становится очевидно, что зоны, которые на картах активации фМРТ выглядят как единый кластер, включающий нижнюю лобную и предцентральную извилины, на самом деле, при вы-

полнении речевого задания последовательно активируются в разные временные промежутки. Отдельно существует проблема артефактов движения, возникающих на функциональных изображениях, если человек говорит вслух во время сканирования, и различий в активации в случае выполнения заданий вслух и про себя (Croft et al., 2013).

Для того чтобы разработать оптимальное задание для фМРТ-локализации областей мозга, связанных с артикуляцией, был проведен двухфакторный эксперимент, где первым фактором было проговаривание слов вслух или про себя, а вторым — называние по рисунку двух типов объектов: реальных объектов их реальным названием или незнакомых испытуемому искусственно сгенерированных объектов словом «штука». В данном исследовании, с одной стороны, сравнивалась активация в области проекции артикуляторного аппарата в первичной моторной и соматосенсорной коре при выполнении задания на называние предметов вслух и про себя, а во-вторых, особенности активации, связанные с процессами номинации различных классов объектов. Мы предполагали, что контраст между называнием вслух и про себя позволит картировать функциональные зоны артикуляторного акта. Контраст между называнием реальных предметов соответствующим словом и искусственных объектов словом «штука» позволит показать различия в построении артикуляторного акта в рамках реальной номинации и при ее имитации. При этом контраст между называнием объектов вслух и про себя позволит отделить чисто артикуляторную активацию от активации, связанной с речевыми процессами, задействованными в назывании объектов по их изображениям.

Методы

В эксперименте принял участие 21 здоровый доброволец (10 мужчин, 11 женщин в возрасте от 22 до 39 лет, средний возраст — 26.6), без неврологических и психиатрических заболеваний в анамнезе, все испытуемые были праворукими. Сканирование производилось на томографе Siemens Avanto 1.5 T.

Стимульный материал представляет собой последовательность из 161 изображения, предъявляемого на экран, который испытуемый, лежа в томографе, видит перед собой через систему зеркал перед собой. Изображения представляют 4 различных условия, которые предъявлялись испытуемому по блочному дизайну (4 типа блоков по 7 изображений в каждом: называние обычных предметов вслух, называние обычных предметов про себя, называние незнакомых объектов вслух, называние незнакомых объектов про себя). Каким образом испытуемый должен осуществлять называние — вслух или про себя, задавалось цветом рамки вокруг стимула. Пятым условием было условие покоя (фиксация взором трех черных крестов на белом экране, которая

перемежала основные экспериментальные блоки). Исследование выполнялось в два подхода, во время перерыва на отдых испытуемый оставался в томографе. Для устранения возможного эффекта порядка предъявления стимулов

предъявление блоков носило псевдослучайный характер, предъявления первого и второго подходов задания также позиционно уравнивались.

Результаты

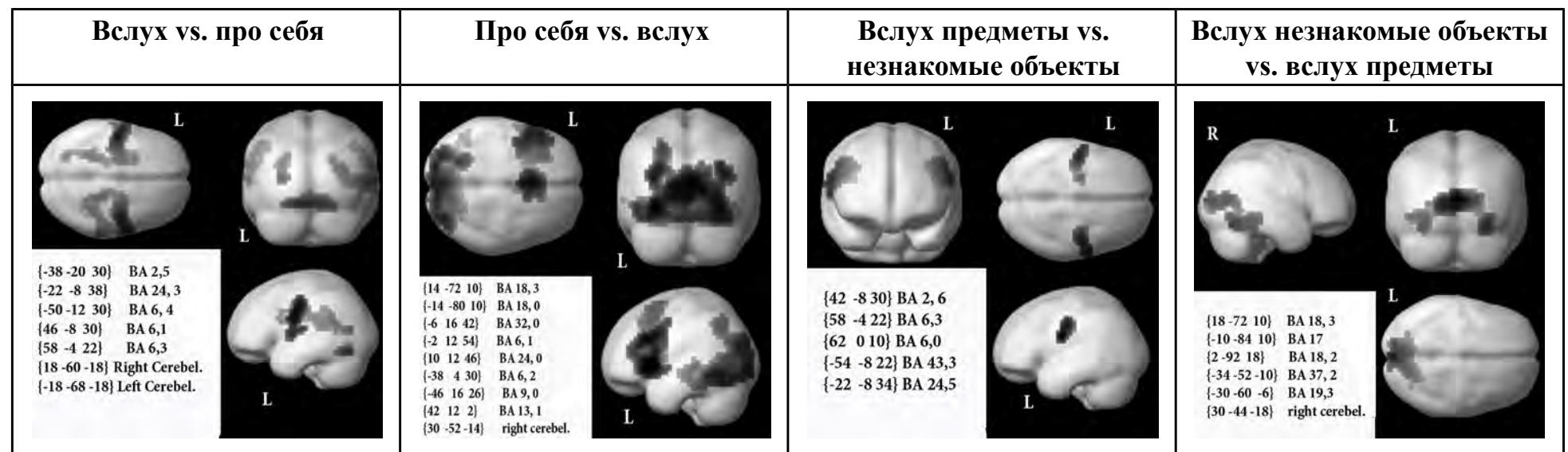


Рисунок 1. Активация в различных контрастах экспериментальных условий, $N = 21$, $p < .001$, FDRcorr на уровне кластера $q < .05$, координаты даны в пространстве MNI, соответствие с полями Бродмана получено с помощью GingerALE и Talairach Client

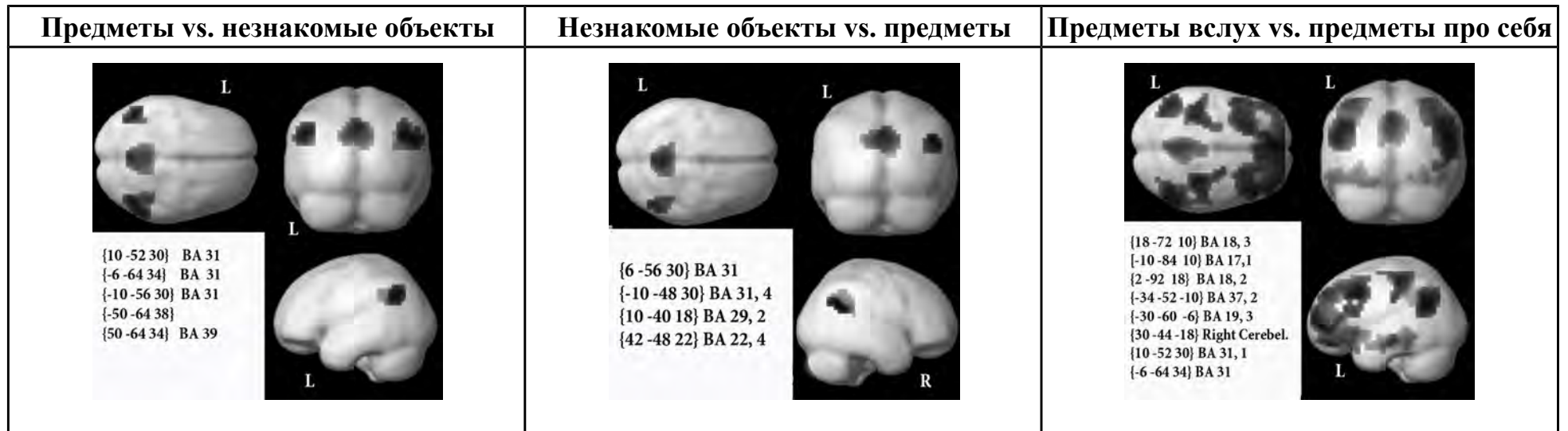


Рисунок 1. (продолжение)

Обсуждение

Как и предполагалось, контраст между названием вслух и про себя позволяет выявить билатеральную активацию в первичной сенсомоторной коре, но помимо этого также выявляется активация в височных долях билатерально, что отражает наличие обратной афферентации от слухового анализатора при проговаривании вслух (Zeng et al., 2010). Контраст между названием реальных объектов соответствующим существительным и несуществующих объектов словом «штука» позволил показать различия в построении артикуляторного акта в рамках реальной номинации и ее имитации. Так, название реально существующих объектов отличается от имитации номинации большей активацией в зоне Брока (по-видимому, вследствие участия этой зоны в процессе выбора наиболее подходящего слова из возможных вербальных альтернатив, что и происходит в реальном процессе номинации и не происходит в ходе имитации данного процесса в нашем эксперименте (Kap, Thompson-Schill, 2004)). Кроме того, большая активация наблюдается в шпорной борозде, что может быть связано с более сложными визуальными характеристиками несуществующих объектов и в дополнительной моторной коре, которая, согласно литературе, была замечена в организации сложных моторных актов и инициации речи (Chung et al., 2005). Активация в области латерального затылочного комплекса (*lateral occipital complex, LOC*) в данном контрасте возникает в связи с восприятием существующих объектов по сравнению с несуществующими объектами, хотя по данным литературы, эта область активируется как при предъявлении как реальных объектов, так и искусственно созданных абстрактных объектов (Grill-Spector et al., 2001). Возможно, билатеральные компоненты активации в затылочно-височном регионе, полученные в данном контрасте, связаны не столько с формой объектов, сколько с семантическими процессами при опознании и назывании знакомых объектов, чего не происходит при восприятии и назывании незнакомых объектов. При сопоставлении результатов произнесения про себя и вслух выявлена значительная разница в виде обширных зон активации в лобных и теменных долях, что, по-видимому, связано с усилением контроля для отторгивания непосредственных привычных вербальных реакций на стимул (назвать вслух).

Произнесение вслух слова, обозначающего несуществующий объект, отличается от произнесения вслух названия знакомых объектов активацией в предклинье и теменно-затылочно-височной области, что связано с восприятием объектов необычной формы, анализ которых может провоцировать вращения фигуры во внутреннем плане (Vanrie et al., 2002).

Схожий паттерн активации в данном исследовании наблюдается в общем контрасте «незнакомый объект – знакомый предмет».

Вопреки ожиданиям, прямое сопоставление называния вслух предметов с называнием вслух несуществующих объектов не позволило выделить дополнительной активации в области первичной сенсомоторной коры для артикуляции в процессе реального номинативного акта по сравнению с его имитацией. Возможно, из-за недостатка измерений, эта активация не преодолела порога значимости, поскольку более общее сопоставление — называние несуществующих объектов (вслух и про себя) по сравнению с называнием предметов (вслух и про себя) — приводит к отчетливым различиям в области лобной доли левого полушария, в том числе и в первичной сенсомоторной коре.

Полученные данные свидетельствуют о том, что существуют значимые различия в активации первичной сенсомоторной коры между реальным проговариванием и проговариванием про себя, а также в артикуляторных актах в случае реальной номинации и имитации номинации. Эти факты необходимо учитывать при создании локализуемых заданий для представления артикуляторного акта в первичной сенсомоторной коре.

Литература

- Brown S., Laird A.R., Pfordresher P.Q., Thelen S.M., Turkeltaub P., Liotti M.* The somatotopy of speech: phonation and articulation in the human motor cortex // *Brain and cognition*. 2009. Vol. 70. No. 1. P. 31–41.
- Chung G.H., Han Y.M., Jeong S.H., Jack C.R.* Functional heterogeneity of the supplementary motor area // *American Journal of Neuroradiology*. 2005. Vol. 26. No. 7. P. 1819–1823.
- Croft L., Rankin P., Liegeois F., Banks T., Cross J., Vargha-Khadem F., Baldeweg T.* To speak, or not to speak? The feasibility of imaging overt speech in children with epilepsy // *Epilepsy research*. 2013. Vol. 107. No. 1. P. 195–199.
- Flinker A., Chang E., Kirsch H.E., Barbaro N.M., Crone N., Knight R.* Broca's area is not necessary for articulation per se – Evidence from intracranial recordings. Conference Abstract: The 20th Annual Rotman Research Institute Conference. // *Front. Hum. Neurosci.* 2010. doi:10.3389/conf.fnins.2010.14.00070
- Grill-Spector K., Kourtzi Z., Kanwisher N.* The lateral occipital complex and its role in object recognition // *Vision Research*. 2001. Vol. 41. No. 10. P. 1409–1422.
- Kan I.P., Thompson-Schill S.L.* Effect of name agreement on prefrontal activity during overt and covert picture naming // *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2004. Vol. 4. No. 1. P. 43–57.
- Vanrie J., Béatse E., Wagemans J., Sunaert S., Van Hecke P.* Mental rotation versus invariant features in object perception from different viewpoints: an fMRI study // *Neuropsychologia*. 2002. Vol. 40. No. 7. P. 917–930.

Zheng Z.Z., Munhall K.G., Johnsrude I.S. Functional overlap between regions involved in speech perception and in monitoring one's own voice during speech production // Journal of cognitive neuroscience. 2010. Vol. 22. No. 8. P. 1770–1781.

Nomination and articulation: fMRI research

Korobkova L.A. *, Vlasova R.M., Sinitsyn V.E., Pechenkova E.V.

Korobkova.laura@gmail.com

Abstract. In this study we attempted to distinguish the neural correlates of linguistic and motor components of articulation. The research is devoted to localization of the brain areas associated with articulation during covert and overt naming of objects and geons. We revealed that the brain patterns of articulation during covert and overt speech production differ in the number of brain regions involved, and that the retrieval of objects' names differs from the condition when participants imitate naming repeatedly saying “a thing” every time they see a geon.

Keywords: fMRI, motor cortex, speech production, articulation, nomination

АНАЛИТИЧЕСКИЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ИНКУБАЦИИ ИНСАЙТНОГО РЕШЕНИЯ²⁴

Коровкин С.Ю. *, Савинова А.Д. *

korovkin_su@list.ru, anuta1334@yandex.ru

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова,
Ярославль

Аннотация. Данная работа описывает исследования природы инсайтного решения на основе изучения динамики аналитических и синтетических процессов в ходе решения инсайтных задач. Приведены результаты экспериментального исследования процессов решения инсайтных задач с помощью отслеживания динамики загрузки рабочей памяти. Получены различия между динамикой загруженности рабочей памяти при решении инсайтных и алгоритмизированных задач, что подтверждает гипотезу о специфичности процесса инсайтного решения. Выявлена устойчивая закономерная динамика аналитических и синтетических процессов в решении инсайтных задач. Предложен способ выделения содержательных этапов решения инсайтных задач на основе критерия загруженности рабочей памяти.

Ключевые слова: анализ, динамика когнитивных процессов, инсайт, решение задач, синтез

Природа творческого мышления в гештальт-психологии мышления связывается с синтетическими процессами. Вопрос о том, может ли новое знание быть получено с помощью «синтетических суждений», впервые сформулирован И. Кантом (Кант, 1994 / Kant, 1781). К. Дункер, в одной из ключевых для психологии творческого мышления работ (Дункер, 1965 / Duncker, 1935), рассматривает «синтетическое обнаружение» как возможность получения нового знания на основе включения имеющихся объектов в новую ситуацию или в новый контекст, благодаря которому возможно выявление новых аспектов.

В современных когнитивных исследованиях решения задач вопрос о синтетических и аналитических процессах явно не ставится. Однако при этом есть попытки связать творческие процессы с работой глобального уровня внимания (Люсин, 2014), который в некоторой степени может рассматриваться как синтетический процесс (Navon, 1977), с работой «холистического» правого полушария (Fiore, Schooler, 1998; Kounios, Beeman, 2009). Наиболее конкретно в психологии решения задач аналитические и синтетические процессы в решении анализируются в модели

²⁴ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 15-06-07899а, а также гранта Президента МК-3877.2015.6

С. Олссона (Ohlsson, 1992), в частности, в таком гипотетическом механизме инсайтного решения как «декомпозиция чанка».

В самом общем виде *гипотеза данного исследования* может быть сформулирована следующим образом: в основе инсайтного решения лежат автоматизированные низкоуровневые синтетические процессы.

Для изучения процессов решения задач нами разработана методика отслеживания динамики мыслительных процессов через оценку степени загрузки рабочей памяти (Коровкин и др., 2014). Методика представляет собой вариант методики двойной задачи по типу задания-зонда (Kahneman, 1973). Основная идея использования задания-зонда состоит в том, что параллельно выполняемые задания вступают между собой в конкуренцию за единый ресурс (рабочую память, в которой они выполняются), при этом динамика продуктивности выполнения вторичного задания может являться показателем динамики выполнения первичного задания. Испытуемому предлагается решить мыслительную задачу и одновременно с этим выполнять вторичное задание в виде зонда-монитора, который представляет собой выбор одной из двух возможных альтернатив. Процедура и алгоритм предъявления стимульного материала выполнены в программе PsychoPy2 v1.76.00 (Peirce, 2007).

Испытуемые. В исследовании приняли участие 40 человек (33 — женского и 7 — мужского пола) в возрасте от 18 до 47 лет ($M = 21.475$; $\sigma = 4.314$). Всего испытуемыми было решено 480 задач. Из анализа были исключены нерешенные задачи, задачи с временем ответа на задание-зонд более 20 секунд и задачи, решенные менее чем за 50 секунд. В итоге выборку составила 271 экспериментальная ситуация.

Процедура исследования. В дизайне эксперимента в качестве независимых переменных использовались тип задачи (алгоритмизированная и инсайтная задача), тип задания-зонда: уровневость процессов (низко- и высокоуровневый зонд) и синтетичность (аналитический и синтетический зонд). Под высокоуровневыми процессами мы понимаем контролируемые процессы переработки информации на основе семантических признаков; низкоуровневые — автоматизированные процессы переработки информации на основе перцептивных признаков; аналитические — процессы выделения отдельных признаков воспринимаемого объекта, не связанных со свойствами целого; синтетические — процессы распознавания целостных свойств объекта. В качестве зависимой переменной выступала степень загрузки рабочей памяти (время реакции при выполнении задания-зонда). Экспериментальный план выполнен с использованием неполного смешения условий по типу греко-латинского квадрата $3 \times 2 \times 2$ (12 экспериментальных ситуаций для каждого испытуемого). Перед выполнением основной серии испытуемые проходили тренировку выполнения задания-зонда без решения задач.

В эксперименте были использованы 4 типа зондовых заданий, которые отличались по двум параметрам: по уровневости задействованных процессов и по наличию аналитического или синтетического компонентов. В силу того, что время решения задач было различно, время выполнения задания было поделено на 10 равных отрезков, на основе которых возможно сопоставление динамики выполнения заданий. Время в каждом этапе усреднено по всем испытуемым. Количество этапов выбрано достаточно условно, но руководствуясь требованием максимальной дробности (традиционно в психологии мышления динамика решения рассматривается на трех-четырёх этапах). С целью доказательства того факта, что эффекты, полученные в эксперименте, сохраняются на разном количестве этапов и не являются артефактом метода обработки данных, позднее данные были поделены нами на 3 этапа. Статистическая обработка осуществлялась с помощью методов однофакторного и многофакторного дисперсионного анализа (ANOVA).

Сравнение инсайтных и алгоритмизированных задач в условиях выполнения различных заданий-зондов демонстрирует незначимость фактора аналитичности–синтетичности зондов в целом ($F(1, 1390) = 2.3, p = .129, \eta_p^2 < .001$). Однако аналитичность–синтетичность зонда значимо взаимодействует с фактором задачи ($F(1, 1390) = 5.21, p = .023, \eta_p^2 = .002$). Это говорит о необходимости анализа данного фактора только для инсайтных задач. Анализ динамики алгоритмизированных задач показывает независимость характера кривой загруженности рабочей памяти к зондам, использованным в данном исследовании. В то же время, фактор уровневости переработки зондового задания значим в целом ($F(1, 1390) = 46.44, p < .001, \eta_p^2 = .017$). Таким образом, загрузка аналитических и синтетических процессов играет важную роль в инсайтных задачах, в то время как уровневость переработки в целом сказывается на уровне загруженности рабочей памяти. Высокоуровневые зонды требуют использования большего ресурса.

Для проверки предположения о характере динамики решения инсайтных задач мы выделяем три этапа различной продолжительности, вероятно связанные с различной степенью вовлеченности процессов рабочей памяти: понимание задачи (1–4 этапы в изначальных 10), инкубация (5–8 этапы в изначальных 10), решение (9–10 этапы в изначальных 10). Разбив таким образом общую динамику решения всех инсайтных задач при выполнении всех заданий зондов мы получаем общую картину динамики загруженности рабочей памяти при решении инсайтных задач. Результаты однофакторного дисперсионного анализа демонстрируют наличие значимого сдвига в динамике инсайтных задач ($F(2, 1040) = 3.82, p = .022, \eta_p^2 = .007$). Мы можем наблюдать с одной стороны, повышение загруженности рабочей памяти в начале и в конце

решения задач, но также и снижение общей загруженности на этапе «инкубации». При сравнении алгоритмизированных и инсайтных задач по данным трем этапам можно обнаружить существенно расходящуюся динамику загруженности рабочей памяти, что может говорить о различной значимости исполнительских функций контроля в их решении.

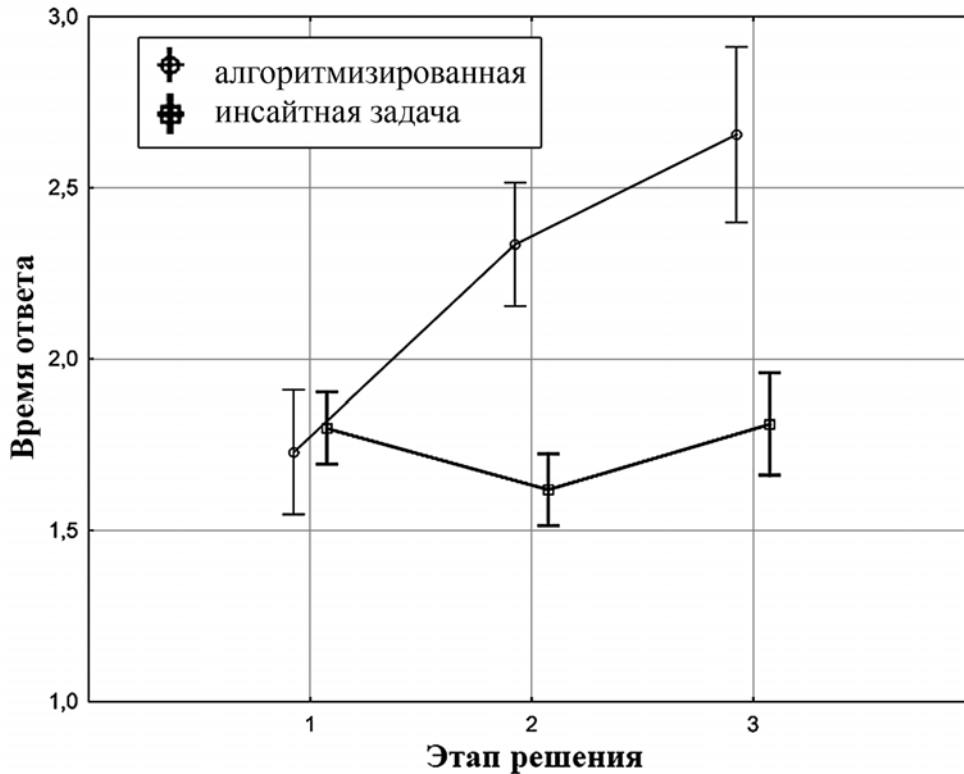


Рисунок 1. Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных и алгоритмизированных задач в условии выполнения всех заданий-зондов по трем этапам. График построен на основе двухфакторного дисперсионного анализа

Результаты проведенного исследования демонстрируют различие в загруженности рабочей памяти при решении инсайтных и алгоритмизированных задач, что является аргументом в пользу идеи о существовании специфических инсайтных процессов. Высокоуровневые зонды в целом проявляют задачу неспецифичность и повышают загруженность рабочей памяти при решении любых задач. Наибольшую релевантность относительно динамики решения задач продемонстрировали низкоуровневые и синтетические зонды. Нами было показано, что решение инсайтных задач может быть построено как на основе аналитических, так и синтетических процессов. Данный тезис был подтвержден выявленными различиями в загруженности рабочей памяти с помощью аналитических и синтетических зондов при решении аналитических и синтетических инсайтных задач. Выявленная динамика носит общий для данных зондов характер, что объясняется нами как одновременное важ-

ное участие аналитических и синтетических процессов на ранних и поздних этапах решения.

Таким образом, общая выдвинутая гипотеза исследования о том, что в основе инсайтного решения лежат автоматизированные низкоуровневые синтетические процессы нашла свое подтверждение, но требует ряда уточнений. Высокоуровневые процессы, по всей видимости, оказываются важны на протяжении всего решения задачи и не являются специфичными относительно этапов решения, притом что динамика решения инсайтных задач в равной степени существенно проявляется в форме активности аналитических и синтетических процессов в равной степени.

Литература

- Дункер К.* Психология продуктивного (творческого) мышления // Психология мышления М.: Прогресс, 1965. С. 86–234.
- Кант И.* Критика чистого разума. М.: Мысль, 1994.
- Коровкин С.Ю., Владимиров И.Ю., Савинова А.Д.* Динамика загрузки рабочей памяти при решении инсайтных задач // Российский журнал когнитивной науки. 2014. № 4. С. 67–81.
- Люсин Д.* Влияние эмоций на внимание: анализ современных исследований // Когнитивная психология: феномены и проблемы / Под ред. В.Ф. Спиридонова. Ленанд, 2014. С. 146–160.
- Fiore S.M., Schooler J.W.* Right hemisphere contributions to creative problem solving: Converging evidence for divergent thinking // Right hemisphere language comprehension: Perspectives from cognitive neuroscience. 1998. P. 349–371.
- Kahneman D.* Attention and effort. Citeseer, 1973.
- Kounios J., Beeman M.* The Aha! moment: The cognitive neuroscience of insight // Current Directions in Psychological Science. 2009. Vol. 18. No. 4. P. 210–216. doi: 10.1111/j.1467-8721.2009.01638.x
- Navon D.* Forest before trees: The precedence of global features in visual perception // Cognitive psychology. 1977. Vol. 9. No. 3. P. 353–383.
- Ohlsson S.* Information-processing explanations of insight and related phenomena // Advances in the psychology of thinking: Vol. 1 / Ed. M. Keane, K. Gilhooly. London: Harvester Wheatsheaf, 1992. P. 1–44.
- Peirce J.W.* PsychoPy: psychophysics software in Python // Journal of neuroscience methods. 2007. Vol. 162. No. 1. P. 8–13.
- Peirce J.W.* PsychoPy: psychophysics software in Python // Journal of neuroscience methods. 2007. Vol. 162. No. 1. P. 8–13.

Analytical and Synthetic Processes in Incubation of Insight Problem Solving

Korovkin S.Yu. *, Savinova A.D. *

korovkin_su@list.ru, anuta1334@yandex.ru

P. G. Demidov Yaroslavl State University, Faculty of Psychology,
Yaroslavl, Russia

Abstract. This paper describes our investigation of the nature of insight using a study of the dynamics of analytical and synthetic processes in insight problem solving. The results of the experimental research of insight problem solving processes via the dynamics of working memory load are shown. There are significant differences between the dynamics of working memory capacity in insight and algorithmized problem solving, which confirms the hypothesis of the specificity of insight problem solving processes. There is a steady and natural dynamic of analytical and synthetic process in insight-based decisions. We propose a method of allocation of insight problem solving stages based on a criterion of working memory load.

Keywords: analysis, dynamics of thought processes, insight, problem-solving, synthesis

ЭФФЕКТ ВРЕМЕННОЙ КОНКУРИРУЮЩЕЙ ЗАДАЧИ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ НАУЧЕНИЯ ПРОСТЫМ И КОМПЛЕКСНЫМ ПРАВИЛАМ²⁵

Котов А.А. *, Покидышева С.Н.

al.kotov@gmail.com

НИУ ВШЭ

Аннотация. Испытуемые получали задачу на научение простым и комплексным правилам. Одновременно с ней они выполняли другую задачу, которая предъявлялась или только в начале научения или в его середине. Мы обнаружили, что динамика научения простым и комплексным правилам после окончания действия конкурирующей задачи различается.

Ключевые слова: категориальное научение, простые правила, комплексные правила, временная конкурирующая задача

Выполнение задач, связанных с научением новым правилам категоризации, возможно благодаря участию качественно различных систем обработки информации. Так научение простым правилам, в которых отнесение примеров к категориям происходит на основании одного перцептивного признака, например, цвета, часто задействует вербализацию этого правила. Однако, научение более комплексным правилам на основании суммации значений по нескольким перцептивным признакам, например, формы, цвета и размера, приводит к предпочтению визуального формата для кодирования. В настоящее время исследователей, занимающихся категориальным научением интересует, от каких когнитивных функций зависят системы формирования простых и комплексных правил. Удобным методом для определения таких зависимостей является метод выполнения конкурирующих задач.

Так в первой работе на эту тему (Waldron, Ashby, 2001) испытуемым нужно было выводить правило для категоризации новых примеров по одному релевантному признаку или трем. Одновременно с демонстрацией примера категоризации им предъявляли на меньшее время слева и справа от него числа, различающиеся физическим размером и числовым значением. От испытуемых требовалось сначала дать ответ о категории, к которой относится пример. После выполнения категориальной задачи испытуемым было нужно вспомнить, с какой стороны числа были больше — указывалось, по какому параметру нужно было их сравнить. Конкурирующая

²⁵ Исследование было проведено при финансовой поддержке гранта Президента РФ в рамках научного проекта МК-1846.2014.6.

задача была вариацией цифрового теста Струпа (Algom et al., 1996) и требовала удержания в памяти двух измерений. В результате оказалось, что выполнение этой задачи ухудшало формирование простых правил и не ухудшало формирование комплексных. Последующие исследования прояснили характер такого влияния: конкурирующие задания с загрузкой рабочей памяти или функции контроля нарушают формирование простых правил (Zeithamova, Maddox, 2006; Miles, Minda, 2011); задания, требующие обработки визуально-пространственных характеристик стимулов, нарушают формирование комплексных правил (Miles, Minda, 2011).

Вместе с тем описанные выше результаты имеют ряд интересных особенностей, связанных с динамикой процесса научения. В работе Э. Валдрона и Г. Эшби (Waldron, Ashby, 2001) конкурирующие задания предъявляли испытуемым не с самого начала, а лишь тогда, когда испытуемые «привыкали» к определению разных типов правил на тренировочных пробах. Авторы мотивировали это тем, что предъявление конкурирующего задания с самого начала может иметь неспецифическое влияние на научение любого типа правил, поскольку процесс научения включает помимо этапа выведения правила еще и этап выбора подходящей системы обработки информации. А при сравнении формы кривой научения правилам разного типа важно отметить следующее: на простых правилах у взрослых испытуемых кривая быстро растет на начальных пробах и после нахождения и вербализации правила выходит на плато; на комплексных правилах кривая плавно поднимается на всем протяжении научения (Miles, Minda, 2011). В совокупности эти особенности позволяют предположить, что научение разным типам правил имеет не только структурные, но и функциональные различия — разную динамику накопления категориальной информации. Исходя из этого, можно предположить, что выполнение конкурирующего задания будет иметь различное влияние, связанное с тем, на каком этапе категориального научения предъявляется конкурирующее задание. Во всех перечисленных выше исследованиях конкурирующие задания сопровождали процесс определения правила от начала предъявления примеров до окончания научения. В нашем исследовании мы уменьшили время действия конкурирующего задания по сравнению с временем, отведенным на научение. Благодаря этому мы смогли выделить и измерить новые показатели — как меняется динамика научения правилам разного типа после окончания действия конкурирующего задания.

Метод

Испытуемые: в исследовании приняли участие 123 студента начальных курсов.

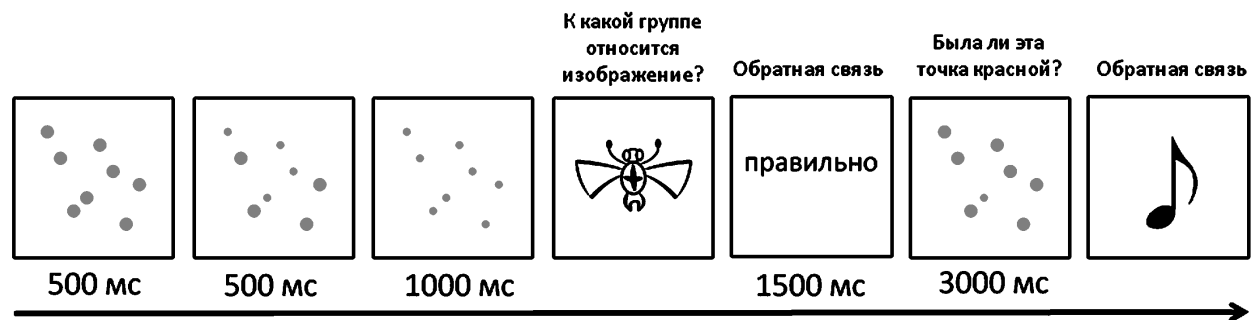


Рисунок 1. Пример пробы с конкурирующим заданием

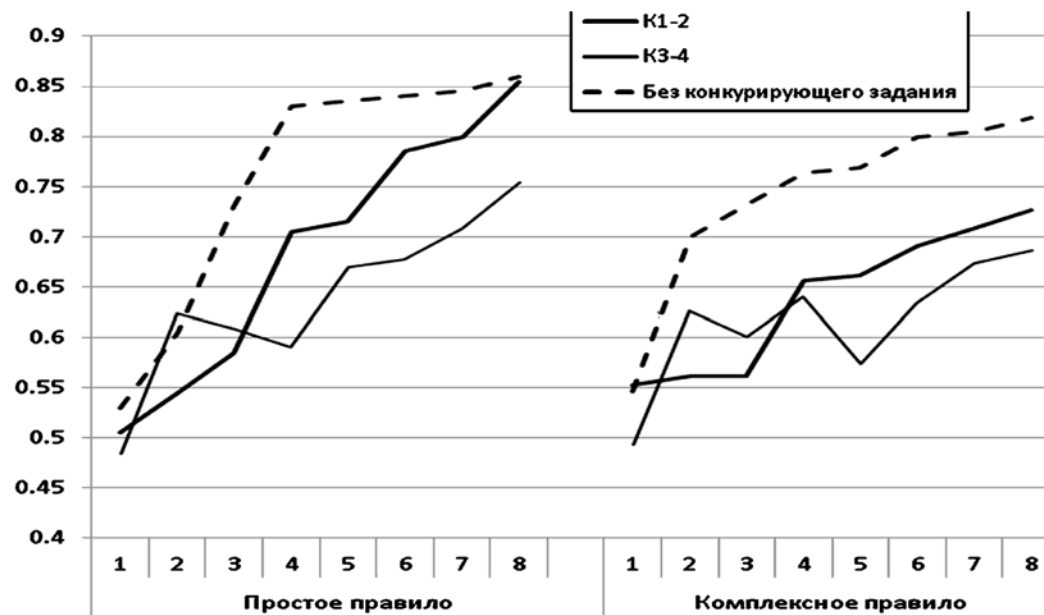


Рисунок 2. Динамика научения правилам разного типа с конкурирующим заданием

Задача категориального научения. Испытуемые получали задание на формирование категории с обратной связью. Содержанием заданий были изображения вымышленных насекомых, имеющие различные части. В условиях простого правила изображения двух групп различались по одному признаку, например, форме крыльев. Релевантный признак варьировался в разных условиях. В условиях комплексного правила изображение относилось к группе на основании как минимум четырех признаков из пяти.

Конкурирующая задача. Поскольку в нашем исследовании главной задачей было оценить эффект временной конкурирующей задачи на научение разным типам правил, мы не могли использовать разные варианты интерферирующих задач для разных правил, поскольку это вызвало бы дополнительное смещение с независимой переменной. Мы использовали конкурирующее задание, которое, как показали предыдущие исследования (Miles, Minda, 2011; эксперимент 1a), одновременно содержало компонент визуальной нагрузки и нагрузки на функцию контроля (рис. 1). Его выполнение снижало успешность формирования как простых, так и комплексных правил.

Испытуемому в течение 500 мс демонстрировали случайный набор из восьми точек серого цвета. Затем четыре точки из этого набора на 500 мс изменяли свой цвет на красный (на рис. 1 изображены меньшего размера) и потом на 1000 мс они все становились красного цвета. После этого испытуемому показывали изображение насекомого, которое он должен был отнести к одной из двух групп с помощью двух клавиш на левой и правой частях клавиатуры. После ответа он получал обратную связь в виде слова в центре экрана. После этого ему демонстрировали первоначальный узор из точек, на котором лишь одна точка была красного цвета. Его задачей было вспомнить, была ли эта точка среди четырех красных точек в начале. В половине проб правильным ответом было «Да», в половине — «Нет». Испытуемый отвечал другими клавишами и получал обратную связь в форме звука разной высоты, чтобы не вызывать дополнительного вербального кодирования. Визуальная нагрузка задания определялась ее невербализуемой формой, а нагрузка на функцию контроля — требованием запоминания сочетания признаков цвета и расположения.

Процедура. В процессе научения испытуемые выполняли восемь блоков, содержащих 10 примеров из двух категорий.

В контрольном условии все блоки выполнялись без конкурирующего задания. В первом экспериментальном условии они получали конкурирующее задание на протяжении первых двух блоков (К1–2). Во втором экспериментальном условии — на протяжении третьего и четвертого блоков (К3–4). Выбор этих блоков в последнем случае был продиктован

тем, что в контрольном условии после второго блока испытуемые при формировании правил двух типов выходили на уровень успешности выше 60 %. Все условия эксперимента и количество испытуемых в каждом условии представлены ниже в табл. 1.

Таблица 1. Схема экспериментальных условий и количество испытуемых

	Условие с конкурирующим заданием на двух первых блоках (К1–2)	Условие с конкурирующим заданием на третьем и четвертом блоках (К3–4)	Контрольное условие — без конкурирующего задания
Простое правило	20	18	19
Комплексное правило	23	21	22

Результаты и обсуждение

Вначале мы сравнили общую успешность научения простым и комплексным правилам в условиях без конкурирующего задания, в условии с конкурирующим заданием в первых двух блоках и в середине научения. Результаты отображены на графике (рис. 2). Как видно по графику, конкурирующее задание действительно оказывало влияние на нахождение простого и комплексного правила: в условиях К1–2 уровень успешности не отличался от уровня случайных ответов, в то время как в условиях без конкурирующего задания на втором блоке он был приблизительно на 10 % выше. В условиях К3–4 успешность была выше, но она также не росла во время действия конкурирующего задания.

Дисперсионный анализ обнаружил значимые отличия успешности выполнения задания на протяжении всех блоков в случае формирования комплексного правила, $F(2, 57) = 6.23, p < .01$. Причем парные сравнения по тесту Шеффе показали значимые различия контрольного условия от условия К1–2 ($p = .004$) и от К3–4 ($p < .01$). Однако в случае формирования простого правила успешность по условиям в целом и по парам значимо не отличались, $F(2, 50) = 1.71, p = .19$. Эти результаты означают, что в случае формирования комплексного правила даже краткосрочное конкурирующее задание сдвигает кривую научения на время его действия, в то время как при формировании простого вербального правила конкурирующее задание, особенно в начале научения, не приводит к последующему замедлению научения. Если конкурирующее задание начинается не с самого начала (К1–2), а когда уже достигнут небольшой

прогресс в определении правила (КЗ–4), то видно еще одно интересное различие между формированием разных типов правил. В условиях с формированием простого правила после окончания действия конкурирующего задания успешность увеличивается на следующем блоке с .59 до .68, а в условиях формирования комплексного правила, наоборот, снижается с 0.64 до 0.57. Данные различия значимы на уровне тенденции, $p = .08$ и $p = .06$ соответственно. Но они потенциально могут указывать на важную особенность: при формировании простого правила конкурирующее задание все же позволяет накапливать информацию о категории и использовать ее в подходящих обстоятельствах; а в случае комплексного правила конкурирующее задание не только останавливает научение, но и с течением времени «стирает» накопленную информацию о категории. Обнаруженные нами эффекты временной конкурирующей задачи являются новыми, но вместе с тем они хорошо дополняют известные эффекты постоянной конкурирующей задачи при научении разным типам правил. Обсуждение их сочетания будет представлено в докладе.

Литература

- Algom D., Dekel A., Pansky A.* The perception of number from the separability of the stimulus: The Stroop effect revisited // *Memory & Cognition*. 1996. Vol. 24. No. 5. P. 557–572.
- Miles S.J., Minda J.P.* The effects of concurrent verbal and visual tasks on category learning. // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2011. Vol. 37. No. 3. P. 588–607.
- Waldron E.M., Ashby F.G.* The effects of concurrent task interference on category learning: Evidence for multiple category learning systems // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2001. Vol. 8. No. 1. P. 168–176. doi: 10.3758/BF03196154
- Zeithamova D., Maddox W.T.* Dual-task interference in perceptual category learning // *Memory & cognition*. 2006. Vol. 34. No. 2. P. 387–398.

The Effect of a Temporary Competing Task at Different Stages of Learning Simple and Complex Rules

Kotov Al.A. *, Pokidysheva S.N.

al.kotov@gmail.com

National Research University “Higher School of Economics”,
Moscow, Russia

Abstract. Participants were given a task implying simple and complex rules learning. Simultaneously with this task they performed another one that was presented at the very beginning or in the middle of learning. We discovered that after competitive task performance, the dynamics of simple and complex rules learning were different.

Keywords: category learning, simple rules, complex rules, time competing task

СОДЕРЖАНИЯ СОВМЕСТНОГО ВНИМАНИЯ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ЗНАЧЕНИЯ НОВОГО СЛОВА

Котова Т.Н. *

tkotova@gmail.com

Лаборатория когнитивных исследований, РАНХиГС

Аннотация. Разнообразие данных по влиянию совместного внимания на лексическое научение, вероятно, обусловлено разнообразием возможного результата лексического научения (формирование ассоциативной связи между словом и объектом или возникновение единицы знаковой системы) и различиями предмета совместного внимания (объект, слово, акт называния). В исследовании варьировался момент появления названия (взрослый извлекает объект из коробки, играет с ним, убирает его). Тест на выбор объекта по слову показал, что ассоциативная связь слово-объект устанавливалась во всех условиях. МЕ-тест (аналогичный феномену взаимной исключительности) выполнялся только в условии предъявления слова в момент извлечения объекта. Таким образом, привлечение внимания к называнию значимо для формирования связи слово-объект как единицы знаковой системы.

Ключевые слова: освоение нового слова, совместное внимание, социальное научение, привлечение внимания к называнию

Современные исследования освоения ребенком нового слова уделяют большое внимание вопросу о роли в нем совместного внимания: сосредоточения внимания ребенка и взрослого на называемом объекте в момент произнесения слова. Одни авторы отстаивают гипотезу о необходимости совместного внимания для лексического научения (Akhtar et al., 2001; Diesendruck et al., 2004), другие доказывают, что обнаруживаемое влияние объясняется просто повышением общего внимания к связи между словом и объектом и, в свою очередь, показывают, что и без совместного внимания, к примеру, просто при изменении контекста, новое слово усваивается (Samuelson, Smith, 1998). По нашему мнению, подобные вариации в данных обусловлены разнообразием возможного результата лексического научения (формирование ассоциативной связи между словом и объектом, возникновение единицы знаковой системы, части совместного знания), а также различиями в самом совместном внимании, которое может быть сосредоточено как на объекте, так и на произносимом взрослым слове или на акте называния объекта.

В таком случае можно было бы ожидать, что различные аспекты ситуации взаимодействия ребенка и взрослого будут по-разному влиять на лексическое научение. К примеру, совместное внимание партнеров по

общению на новом объекте может быть связано с использованием объекта в соответствии с целью взаимодействия или с манипуляциями «служебного» характера: когда объект ищут, достают, убирают, перемещают. Поскольку название объекта довольно часто оказывается закрепленным за его функцией, можно было бы ожидать, что на освоение нового слова совместное внимание к использованию объекта окажет большее влияние, нежели совместное внимание к «служебной» манипуляции с объектом.

С другой стороны, многие современные исследования указывают на роль коммуникативных подсказок в возникновении референтного отношения к деталям поведения взрослого: в их контексте звуки, эмоции, действия приобретают знаковый характер, используются ребенком для обозначения и обобщения объектов (Fennell, Waxman, 2010). Такие коммуникативные подсказки привлекают внимание ребенка к использованию взрослым данной детали поведения как знака: например, в эксперименте Fennell и Waxman (2010) в их роли выступало указание «Это — <название>». Коммуникативные подсказки такого рода не совпадают с понятием совместного внимания в целом, скорее можно было бы их назвать привлечением внимания к акту называния объекта. Учитывая его значимость, можно было бы ожидать, что ситуация первого предъявления объекта, знакомства с объектом, будет привлекать внимание ребенка к называнию, к тому, что взрослый использует слово для того, чтобы назвать этот объект. В таком случае, совместное внимание к извлечению объекта, хотя оно и является «служебной» манипуляцией, должно сказываться на лексическом научении.

В качестве зависимых переменных, кроме достаточно традиционного теста на выбор объекта по слову («Дай мне <целевое слово>, пожалуйста»), который мы использовали для измерения ассоциативной связи между словом и объектом, мы включили в процедуру так называемый МЕ-тест, в ходе которого испытуемым предлагали целевой объект в паре с новым и просили подать нечто, используя незнакомое название («Дай мне <новое слово>, пожалуйста»). Данный тест основан на феномене взаимной исключительности (*mutual exclusivity*): уже 2-летние испытуемые, узнав название предмета, при просьбе с использованием другого слова подают другой, незнакомый предмет (Diesendruck, Markson, 2001). То есть дети используют знание о связи между знакомым словом и знакомым объектом для того, чтобы связать новое слово с новым объектом, словно бы исходя из представлений о знаковой системе, в которой за каждым словом закреплен только один тип объектов. В силу этого мы использовали МЕ-тест для измерения усвоения слова как единицы знаковой системы.

Методика

Испытуемые: 65 детей из детских садов г. Москвы — 35–47 мес. ($M = 42$ мес.).

Материал: 3 искусственных объекта, выступавших в роли целевых, и 4 — в роли тестовых, разнородных по материалу, по типу организации формы, и по способу окраски, по размеру в максимальном измерении 4–6 см. Дополнительный экспериментальный объект, выступавший как «база» для использования целевого объекта, — сетчатый купол (диаметр 8 см), в центр которого можно было подвесить целевой объект и раскачивать его по кругу.

Процедура и план эксперимента: независимая переменная варьировалась межсубъектно, и представляла собой этап взаимодействия, на котором появлялось название для объекта, то есть содержание совместного внимания в момент появления названия.

Этап извлечения: Экспериментатор показывал целевой объект (1 из 3), в прозрачной коробке, называя его либо искусственным словом, либо местоимением, в зависимости от экспериментального условия, 4 раза в контексте предложений (Вот что у меня есть! Давай мы с тобой ее/мозу достанем из коробочки?...).

Этап использования: Он показывал ребенку «купол», подвешивал целевой объект и качал, называя 4 раза в контексте предложений местоимением или целевым словом («А давай я тебе покажу, как я с мозой/ней играю! ...»)

Этап уборки: После 2 мин игры экспериментатор предлагал убрать целевой объект снова в коробку, также называя его 4 раза в контексте предложений либо целевым словом, либо местоимением («А теперь давай мозу/ее уберем в коробочку! ...»)

Во всех условиях целевое слово произносилось с установлением и поддержанием контакта глаз, с переводом взора на объект и на ребенка, с усиленным акцентом на нем.

Интерференция: Игра со знакомыми игрушками, 140–160 сек.

Тестирование: МЕ-тест (выбор из двух объектов, целевого и тестового, «Дай мне патук!»); тест на выбор объекта по целевому слову (выбор из 5 объектов — целевого и 4 тестовых, «Дай мне мозу!»). Вероятность случайного ответа, соответственно, 50 % и 20 %.

Результаты и обсуждение

В результате мы обнаружили, что тест на выбор объекта по слову выполнялся нашими испытуемыми на уровне выше случайного во всех трех условиях ($\chi^2=19.11$; $p < .001$, $\chi^2=38.23$, $p < .001$ и $\chi^2=10.11$; $p < .01$). То есть, ассоциативная связь между словом и объектом

устанавливалась при четырехкратном предъявлении нового слова и когда взрослый извлекал объект из коробки, и когда он играл с ним, и когда убирал его. В то же время прямое сравнение долей правильных ответов в условиях показывает, что, в соответствии с нашими ожиданиями, появление слова на этапе использования объекта дало наиболее высокую успешность по этому тесту, а наименьшая успешность наблюдалась при предъявлении слова во время того, как экспериментатор убирал объект (табл. 1).

Таблица 1. Успешность в тесте выбора объекта по слову (уровень случайных ответов 20 %)

			Результат по тесту		В целом
			0	1	
Предъявление наименования	в момент извлечения объекта	частота	8	11	19
		% от числа испытуемых в условии	42.1	57.9	100.0
	в момент использования объекта	частота	6	16	22
		% от числа испытуемых в условии	27.3	72.7	100.0
	в момент убирания объекта	частота	11	10	21
		% от числа испытуемых в условии	52.4	47.6	100.0

ME-тест был выполнен испытуемыми выше уровня случайных ответов только при предъявлении слова в момент извлечения объекта ($\chi^2 = 4.26$, $p < .05$, в отличие от $\chi^2 = 1.64$, $p > .1$; $\chi^2 = 1.64$, $p > .1$) (табл. 2). Напомним, что в процедуру эксперимента не было включено вербальное указание для привлечения внимания к называнию. Однако этап извлечения объекта отличался от остальных этапов словами «Вот, смотри, что у меня есть!» В условии с появлением названия на этом этапе оно следовало непосредственно за этими словами. Мы считаем, что из-за этого ребенок мог распознать в словах, привлекающих внимание к объекту, привлечение внимания к называнию. В таком случае, мы видим, что привлечение внимания к называнию объекта не играет существенной роли для установления ассоциативной связи между словом и объектом, но имеет ключевое значение для формирования связи между словом и объектом как единицы знаковой системы.

Таблица 2. Успешность в МЕ-тесте (уровень случайных ответов 50 %)

			Результат по тесту		В целом
			0	1	
Предъявление наименования	в момент извлечения объекта	частота	5	14	19
		% от числа испытуемых в условии	26.3	73.7	100.0
	в момент использования объекта	частота	8	14	22
		% от числа испытуемых в условии	36.4	63.6	100.0
	в момент убирания объекта	частота	7	14	21
		% от числа испытуемых в условии	33.3	66.7	100.0

Литература

- Akhtar N., Jipson J., Callanan M.A.* Learning words through overhearing // *Child development*. 2001. Vol. 72. No. 2. P. 416–430.
- Diesendruck G., Markson L.* Children's avoidance of lexical overlap: a pragmatic account. // *Developmental psychology*. 2001. Vol. 37. No. 5. P. 630–641.
- Diesendruck G., Markson L., Akhtar N., Reudor A.* Two-year-olds' sensitivity to speakers' intent: an alternative account of Samuelson and Smith // *Developmental Science*. 2004. Vol. 7. No. 1. P. 33–41.
- Fennell C.T., Waxman S.R.* What paradox? Referential cues allow for infant use of phonetic detail in word learning // *Child development*. 2010. Vol. 81. No. 5. P. 1376–1383.
- Samuelson L.K., Smith L.B.* Memory and attention make smart word learning: An alternative account of Akhtar, Carpenter, and Tomasello // *Child Development*. 1998. Vol. 69. No. 1. P. 94–104.

The Content of Joint Attention When a Child Acquires a New Word's Meaning

Kotova T.N. *

tkotova@gmail.com

The Laboratory of Cognitive Research, RANEPa, Moscow, Russia

Abstract. Discrepancies in the evidence for the influence of joint attention on lexical acquisition seem to have two causes: the variety of possible lexical acquisition outcomes (formation of an association between the word and the object or emergence of a unit of the symbolic system) and variety in the contents of joint attention (the object, the word, the act of nomination). In this study, we varied the moment when the nomination happened (taking an object out of a box; playing with the object; returning it to the box). The choice of an object on the basis of its verbal label showed that children established an association between the object and the word in all conditions. The mutual exclusion test was passed only in the condition when the word was presented at the moment when the object was taken out from a box. Thus, drawing attention to the act of nomination is important for the formation of a new unit in the symbolic system.

Keywords: lexical learning, joint attention, social learning, naming

ПОНИМАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДОРОВЫМИ ЛЮДЬМИ И ПАЦИЕНТАМИ С АФАЗИЕЙ²⁶

Крабис А.В. (1) *, Драгой О.В. (1), Искра Е.В. (1,2),
Бергельсон М.Б. (1)

achrabaszcz@hse.edu

1 — Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; 2 — Центр патологии речи и нейрореабилитации

Аннотация. Целью данной работы является изучить, как лингвистические (порядок слов) и нелингвистические (моторный стереотип действий) факторы влияют на интерпретацию пространственных конструкций в языке здоровыми людьми и пациентами с афазией. Промежуточные результаты показывают, что в то время как люди без неврологических нарушений опираются на моторный стереотип во время обработки пространственных конструкций, он не имеет значимого эффекта в группе пациентов, за исключением пациентов с сенсорной афазией. В данной группе наблюдается затрудненное понимание пространственных конструкций с непрямым порядком слов, особенно предложений с непрямым порядком слов и непрямым моторным стереотипом.

Ключевые слова: афазия, пространственные конструкции, моторный стереотип, порядок слов

Введение

В основе данного исследования лежит представление о том, что структура языка во многом обусловлена тем, как человек взаимодействует с окружающим миром, и теми ограничениями, которые накладывают на процесс познания специфические возможности организма человека и когнитивной системы, с одной стороны (например, память, внимание), и культурно-прагматическая ситуация, с другой. Данная идея о мотивированности языковой формы нелингвистическими факторами находит отражение в теории воплощенного сознания (англ. — *embodied cognition*), согласно которой языковые репрезентации складываются на основе сенсомоторного опыта человека (Barsalou, 2008, 2010). Доступ к репрезентациям осуществляется посредством моделирования ситуации, в ходе которого мозг активирует соответствующие мультимодальные (перцептивные, моторные, эмоциональные) признаки языкового элемента (Barsalou, 2008; Myachukov et al., 2014). Например, когда люди смотрят на рисунок, изображающий действие, задействуется механизм моделирования соответствующего действия: при чтении глаголов,

²⁶ Исследование осуществлено при поддержке РГНФ (грант № 15-04-00518).

обозначающих действия руками, ногами или лицом, у испытуемых активируются группы нейронов в премоторной области мозга, задействованные в реализации соответствующих действий (Buccino et al., 2005; Hauk et al., 2004; Pulvermuller et al., 2005). Несмотря на растущую популярность теории воплощенного сознания, актуальной остается строгая экспериментальная проверка ее основных положений, особенно применительно к разнообразным группам испытуемых.

В частности, **цель** данного исследования — изучить, как сенсомоторный опыт влияет на интерпретацию лингвистически реализованных пространственных отношений здоровыми людьми и пациентами с афазией. Афазией принято считать системные нарушения уже сформировавшейся речи у взрослых людей при поражениях коры больших полушарий головного мозга и ряда подкорковых структур (Лурия, 1962; 2008). Различают несколько видов афазий, но в данном исследовании мы ограничились акустико-мнестической, эфферентной и сенсорной афазиями ввиду доступа к пациентам с данными видами афазии. Сравнение этих групп пациентов ($n = 12$) со здоровыми людьми ($n = 34$) должно было помочь выявить, 1) компенсируют ли пациенты с афазией имеющиеся речевые проблемы опорой на сенсомоторные стереотипы и 2) используют ли пациенты с разными видами афазий одни и те же стратегии обработки пространственных отношений или нет.

Метод

Под сенсомоторным стереотипом мы понимаем прототипическую, наиболее естественную и частотную последовательность действий-операций с предметами окружающего мира. Специфика данного исследования связана с тем, что в русском языке прямой порядок слов (ПС) в предложении может соответствовать или не соответствовать моторному стереотипу (МС). Например, в предложной конструкции «положить сумку в коробку» — прямой ПС и прямой МС («взял сумку, положил в коробку»), а в «положить в коробку сумку» — непрямым ПС и непрямым МС; в инструментальной конструкции «накрыть шляпу шарфом» — прямой ПС и непрямым МС («сначала взял шарф, потом накрыл им шляпу»), а в «накрыть шарфом шляпу» — непрямым ПС, но прямым МС. Все четыре типа конструкций имеют одну общую черту — так или иначе все они выражают пространственные отношения, для понимания которых необходимо осуществить моделирование ситуации, то есть мысленно расположить предметы в воображаемом пространстве. Стимульные предложения включали 24 экспериментальных предложения, по шесть на каждое из четырех обозначенных выше условий, и столько же отвлекающих предложений. Во время исследования на экране компьютера испытуемым предъявлялось по два цветных рисунка (см.

рис. 1): один изображал целевую ситуацию, а другой — обратную ей. Требовалось выбрать тот рисунок, который правильно отражал ситуацию в предъявляемом на слух предложении.

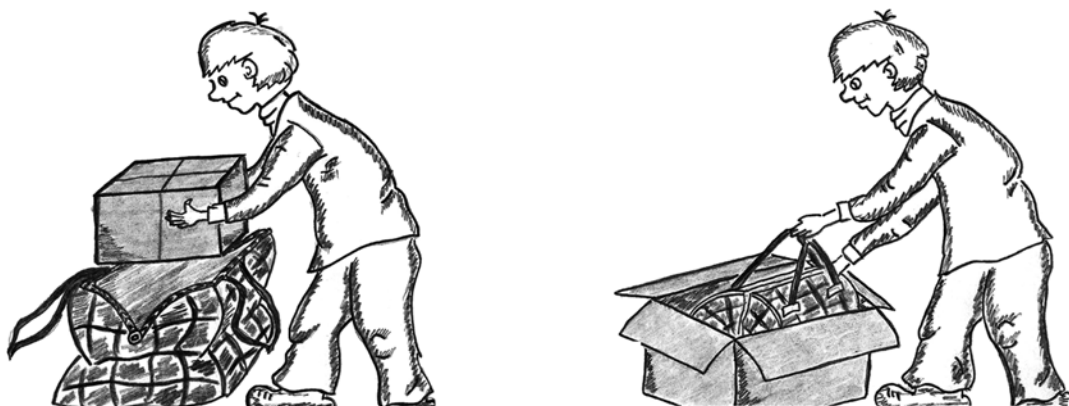


Рисунок 1. Рисунки в пробе с предложениями «Мальчик кладет коробку в сумку»/ «Мальчик кладет в сумку коробку»

Результаты

Результаты исследования выявили различия в стратегиях обработки пространственных конструкций как у здоровых людей, так и у пациентов с различными видами афазии (рис. 2 и 3). В то время как прямой моторный стереотип помогал здоровым испытуемым быстрее интерпретировать пространственные конструкции при выборе подходящего рисунка ($t = 2.05$, $SE = 190$, $p < .05$), он не имел значимого эффекта на ответы пациентов ни в анализе времени реакции, ни в анализе правильности ответов, за исключением пациентов с сенсорной афазией. Анализ времени реакции в данной группе пациентов показал, что 1) понимание пространственных конструкций с непрямым порядком слов занимает у них больше времени, чем с прямым, и что 2) предложные конструкции с непрямым порядком слов и непрямым моторным стереотипом («положить в коробку сумку») представляют бóльшую сложность по сравнению с предложениями с непрямым порядком слов, но с прямым моторным стереотипом ($t = 2.61$, $SE = 1057.6$, $p < .05$). Это может быть связано с тем, что пациенты приписывали тематические роли существительным, опираясь не на грамматические маркеры, а на порядок слов, поэтому следующее за глаголом существительное интерпретировалось как прямое дополнение, а второе — как локативная группа. В заключение необходимо отметить, что полученные результаты в группе пациентов с афазией имеют предварительный характер, так как сбор данных не закончен. В связи с этим надежный статистический анализ на данной стадии исследования яв-

ляется преждевременным. Тем не менее, интересно наблюдение, что несмотря на то, что трудности понимания исследованных конструкций

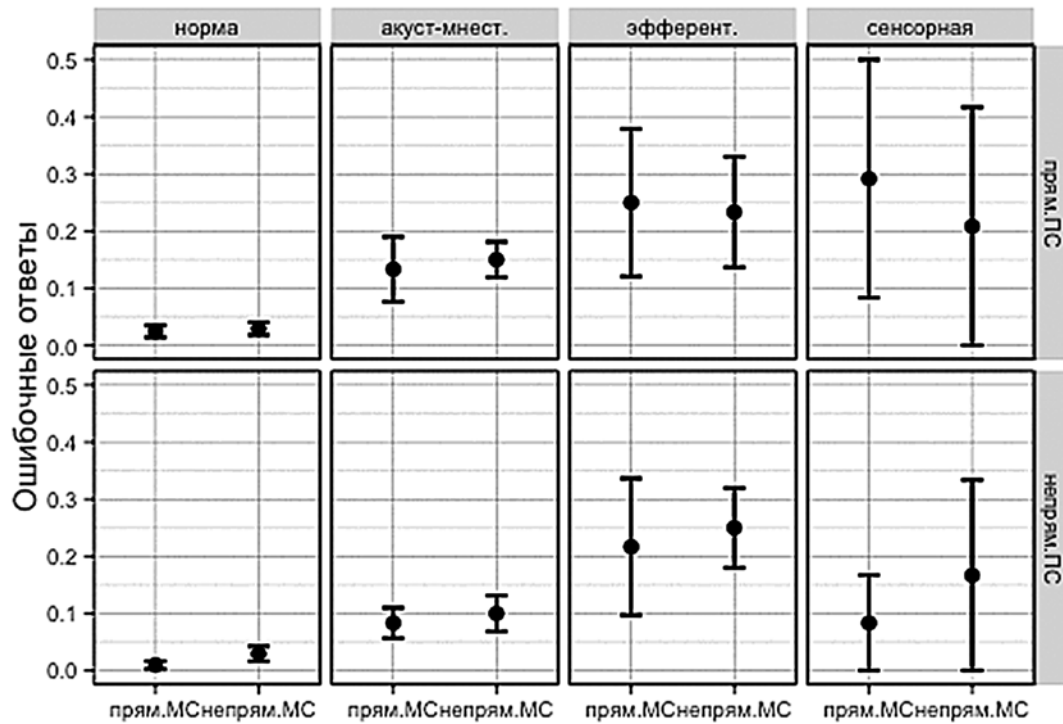


Рисунок 2. Средняя частота ошибок в четырех группах испытуемых

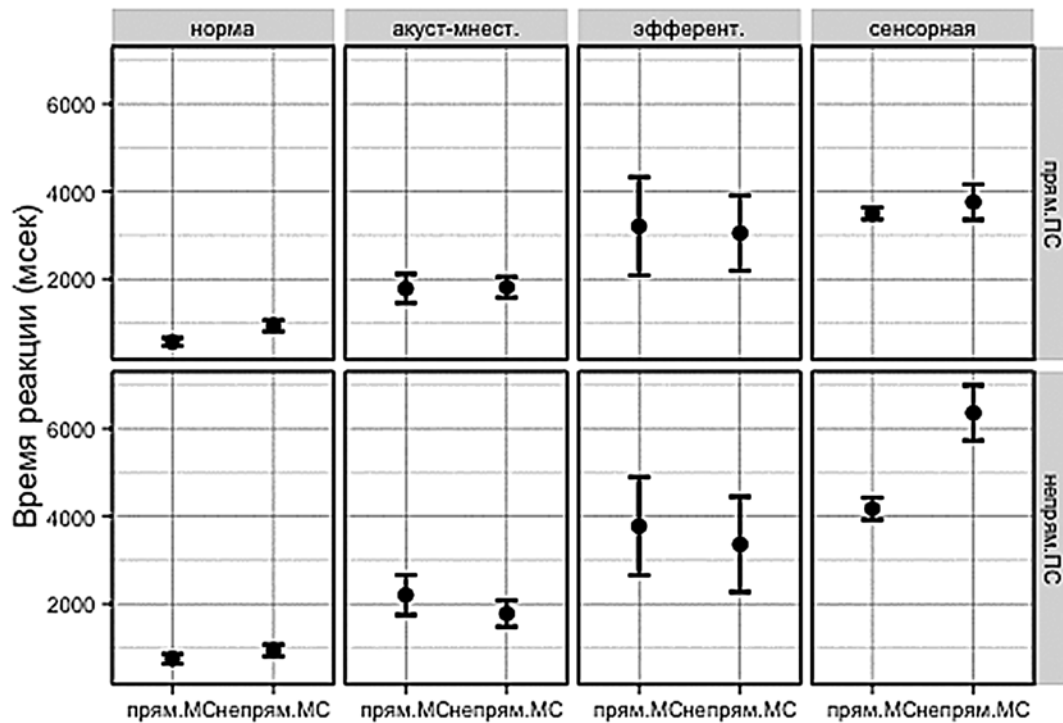


Рисунок 3. Время реакции (в миллисекундах) в четырех группах испытуемых

встречаются при различных видах афазий (Johnsen, 1985), полученные на настоящий момент данные показывают, что только пациенты с сенсорной афазией опираются на моторный стереотип в качестве компенсаторной стратегии.

Литература

- Лурия А.* Высшие корковые функции человека. М.: Изд-во МГУ, 1962.
- Barsalou L.W.* Grounded cognition // *Annu. Rev. Psychol.* 2008. Vol. 59. P. 617–645.
- Barsalou L.W.* Grounded cognition: past, present, and future // *Topics in Cognitive Science.* 2010. Vol. 2. No. 4. P. 716–724.
- Hauk O., Johnsrude I., Pulvermüller F.* Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex // *Neuron.* 2004. Vol. 41. No. 2. P. 301–307.
- Johnsen B.* Semantic Aphasia and Luria's Neurolinguistic Model // *Neurolinguistic papers: proceedings of the Finnish Conference of Neurolinguistics* ERIC, 1985. С. 29–42.
- Myachykov A., Scheepers C., Fischer M.H., Kessler K.* TEST: a tropic, embodied, and situated theory of cognition // *Topics in Cognitive Science.* 2014. Vol. 6. No. 3. P. 442–460.
- Pulvermüller F., Shtyrov Y., Ilmoniemi R.* Brain signatures of meaning access in action word recognition // *Journal of Cognitive Neuroscience.* 2005. Vol. 17. No. 6. P. 884–892.

Comprehension of Spatial Constructions by Healthy Adults and Patients with Aphasia

Chrabaszcz A. * (1), Dragoy O. (1), Iskra E. (2), Bergelson M. (1)

achrabaszcz@hse.edu

1 — Neurolinguistics Laboratory of the National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; 2 — Center for Speech Pathology and Neurorehabilitation, Moscow, Russia

Abstract. The goal of the present study is to examine how linguistic (word order) and nonlinguistic (motor stereotype) factors affect interpretation of a language's spatial constructions by healthy adults and patients with aphasia. Interim results indicate that healthy adults rely on a direct motor stereotype for processing spatial constructions, but it did not have a significant effect in our sample of patients, except for the group of patients with sensory aphasia. This group showed slowed comprehension of spatial constructions with indirect word order, especially in sentences with indirect word order and an indirect motor stereotype.

Keywords: aphasia, spatial constructions, motor stereotype, word order

РАЗВИТИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СЕРИЙНЫХ ДВИЖЕНИЙ У МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ И ИХ ГОТОВНОСТЬ К ПИСЬМУ²⁷

Кузева О.В. *

xelgakyz@gmail.com

ГБОУ Центр психолого-педагогической помощи «Юго-Запад», Москва;
факультет психологии образования, кафедра возрастной психологии
ГБОУ ВПО МГППУ, Москва

Аннотация. Работа посвящена изучению особенностей автоматизации графомоторного навыка и письма у младших школьников. В исследовании использовались классические и компьютеризированные нейропсихологические методики. Выявлены специфические сложности в овладении графомоторным навыком у детей с трудностями в обучении (ТО). В 1 классе сложности носят комплексный характер, во 2 в первую очередь страдает качество выполнения, отмечается увеличение темпа за счет снижения качественных характеристик. В 3 трудности у детей с ТО накапливаются, что приводит к закреплению специфических ошибок на письме.

Ключевые слова: графомоторный навык, навык письма, серийная организация движений, детская нейропсихология, автоматизация навыка

Письмо — многокомпонентная функциональная система, опирающаяся на работу разных участков головного мозга и требующая достаточного развития и слаженной работы целого ряда функций. Особое значение в становлении и развитии навыка письма играют функции III блока мозга (по Лурия, 1950). Помимо создания идеи текста, эти функции включают кинетическое программирование движений, возможность плавного переключения между и внутри серий движений. На первых этапах овладения навыком письма каждый этап построения движения нуждается в сознательной регуляции и контроле, большом объеме рабочей памяти (Medwell et al., 2007). По мере развития навыка контроль остается только за высокоорганизованными процессами, а нижележащие при этом уходят из поля сознания.

Известно, что при нормативном развитии в 3 классе навык письма автоматизируется (Karlsdottir et al., 2002). У детей со слабостью когнитивных функций графомоторные движения остаются медленными со специфическими ошибками по типу инертности, упрощения программы (Ахутина, 2001; Overvelde et al., 2011). Изучение специфики

²⁷ Работа выполнена при поддержке РГНФ, проект № 13-36-01050.

формирования графомоторного навыка и письма у детей со слабостью структурно-функциональных компонентов ВПФ позволит внести вклад в развитие коррекционных методов. **Целью** нашего исследования является изучение особенности автоматизации графомоторного навыка и письма у младших школьников, выявление влияния состояния функций программирования и контроля и серийной организации движений на процесс автоматизации навыка.

Испытуемые. 1. Лонгитюдное исследование 76 детей в первом и втором классе: из них, по данным учителей, 26 детей с трудностями в обучении (далее группа ТО) и 50 детей — группы нормы. 2. Исследование методом срезов: 1 класс — 104 человека, из них 70 — группы нормы и 34 — группа ТО; 3 класс — 89 человек, из них 62 — группы нормы, 27 — группа ТО.

Методы

1. Нейропсихологическое обследование (Ахутина и др., 2008), по результатам которого было рассчитано 7 нейропсихологических индексов, отражающих состояние функций всех трех блоков мозга. 2. Компьютеризированный вариант графомоторной пробы, которая традиционно используется в батарее А.Р. Лурии для оценки серийной организации движения. Компьютерная версия и модификация методики разработаны коллективом авторов при нашем участии (Кузева и др., 2015). Модификация пробы предполагает выполнение на графическом планшете узора перьями, одно из которых оставляет след на бумаге (субтест «со следом»), другое — нет (субтест «без следа», в котором затруднен зрительный контроль за движением, что повышает нагрузку на другие виды контроля). 3. Написание фразы «Машины шинами шуршат» на линованном листе бумаги, лежащем поверх графического планшета. Во второй и третьей пробах оценивалось: время выполнения серии узора/буквы; количество отрывов; количество остановок; суммарная тяжесть регуляторных ошибок, то есть ошибок, связанных с дефицитом функций программирования и контроля и серийной организации (см. Ахутина и др., 2008, с. 37).

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета IBM SPSS Statistics (ver. 20). В качестве основных методов статистической обработки использовались t-критерий Стьюдента, дисперсионный анализ с факторами повторных измерений, коэффициент линейной корреляции Пирсона.

Результаты

Результаты нейропсихологического обследования показали значимые различия между группами нормы и ТО по нейропсихологическим

индексам, отражающим состояние функций III, II и I блоков мозга (во всех случаях группа ТО значительно отстает: $p < .001$).

Сравнение результатов компьютеризированных заданий показало, что ученики 3 класса значительно быстрее и качественнее справляются с предложенными заданиями ($p < .001$ во всех случаях), чем первоклассники.

Анализ результатов по группам показал, что дети группы ТО хуже справляются с заданиями: в 1 классе различия значимы по всем параметрам выполнения графомоторной пробы ($p < .001$ во всех случаях), при написании фразы в количестве отрывов ($p = .022$); во 2 классе во всех заданиях у детей с ТО преимущественно страдает качество выполнения (суммарная тяжесть ошибок), в сравнении с детьми группы нормы их ошибки грубее. В 3 классе группа ТО значительно отстает по временным параметрам ($p < .001$ во всех случаях), а в более сложном задании (написании фразы) значительно хуже оказалось и качество выполнения ($p = .023$).

Обнаружились особенности возрастной динамики: от 1 ко 2 классу у детей с ТО во всех заданиях увеличивается темп выполнения ($p = .001$) в ущерб качеству. Помимо этого, группа ТО во 2 классе в графомоторной пробе показывает результаты, сходные с результатами первоклассников группы норма (по всем параметрам значимые различия отсутствуют).

Обсуждение

Результаты исследования демонстрируют отставание в развитии функций серийной организации движений и программирования и контроля деятельности у детей с ТО, что подтверждается данными нейропсихологического обследования и результатами экспериментальных методик и позволяет предположить у них задержку в автоматизации моторных движений (в т.ч. письма). При этом мы наблюдаем затруднения разного рода на каждом этапе овладения графомоторным навыком: в 1 классе трудности носят комплексный характер, во 2 страдают качественные характеристики. К 3 классу преимущественно снижен темп деятельности, страдает и качество в сложной для таких детей деятельности — на письме. Полученные данные согласуются с результатами исследований, описывающими трудности в формировании навыка письма у детей со сниженными когнитивными функциями (Overvelde et al. 2011), в частности с дефицитом управляющих функций и нейродинамических показателей (Berninger, 2004).

Сравнение выполнения заданий в 1 и 3 классе показало, что процесс автоматизации графомоторного навыка является для всех детей 1 класса сложным и трудоемким процессом. В 3 классе у нормативно

развивающихся учеников высокий темп и минимальное количество ошибок свидетельствуют об успешной автоматизации данных навыков (ср. Karlsdottir et al., 2002), а в группе ТО трудности накапливаются: письмо для этих детей является одним из самых сложных учебных навыков и на долгое время сохраняет высокую энергоемкость (Курганский, Ахутина, 1996).

При рассмотрении возрастной динамики от 1 ко 2 классу у детей с ТО отмечается отставание в автоматизации графомоторных навыков: только ко 2 классу они начинают приближаться к показателям первоклассников группы норма. Свои трудности второклассники с ТО компенсируют увеличением скорости письма в ущерб качеству (ср. Воронова и др., 2013).

Литература

- Ахутина Т.В.* Трудности письма и их нейропсихологическая диагностика // Письмо и чтение: трудности обучения и коррекция / Под ред. О. Иншаковой. М.: МПСИ, 2001. С. 7–20.
- Ахутина Т.В., Полонская Н.Н., Пылаева Н.М., Максименко М.Ю. и др.* Нейропсихологическое обследование // Нейропсихологическая диагностика, обследование письма и чтения младших школьников / Под ред. Т.В. Ахутиной, О.Б. Иншаковой. М.: Сфера; В. Секачев, 2008. С. 4–64.
- Воронова М.Н., Корнеев А.А., Ахутина Т.В.* Лонгитюдное исследование развития высших психических функций у младших школьников // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2013. № 4. С. 48–64.
- Кузева О.В., Романова А.А., Корнеев А.А., Ахутина Т.В.* Динамика программирования и контроля и серийной организации движений как базовых компонентов письма (по данным графомоторных проб) // Психологическая наука и образование. 2015. Vol. 20. № 1. С. 79–95.
- Курганский А.В., Ахутина Т.В.* Трудности в обучении и серийная организация движений у детей 6-7 лет // Вест. Моск. Ун-та. Сер. 14. Психология. 1996. № 2. С. 58–66.
- Лурия А.* Очерки психофизиологии письма. М.: 1950.
- Berninger V.* Understanding the 'graphia' in developmental dysgraphia: a developmental neuropsychological perspective for disorders in producing written language // Developmental motor disorders: a neuropsychological perspective / Ed. D. Dewey, D. Tupper. New York: Guilford Press, 2004. P. 189–233.
- Karlsdottir R., Stefansson T.* Problems in developing functional handwriting (monograph supplement 1-V94) // Perceptual and motor skills. 2002. Vol. 94. No. 2. P. 623–662.
- Medwell J., Strand S., Wray D.* The role of handwriting in composing for Y2 children // Journal of Reading, Writing and Literacy. 2007. Vol. 2. No. 1. P. 18–36.

Overvelde A., Hulstijn W. Handwriting development in grade 2 and grade 3 primary school children with normal, at risk, or dysgraphic characteristics // Research in developmental disabilities. 2011. Vol. 32. No. 2. P. 540–548.

Development of Automated Serial Movements and Readiness for Writing Skill Acquisition in Primary School Children

Kuzeva O.V. *

xelgakyz@gmail.com

Center for psychological and educational assistance “Ugo-Zapad”; Moscow State University of Psychology and Education, Moscow, Russia

Abstract. The work is dedicated to the study of the automation of graphomotor skills and writing in primary school children, using classical and computerized neuropsychological methods. Specific difficulties with obtaining graphomotor skills in children with learning disabilities (LD) were shown. In the first grade, children demonstrate complex difficulties, while in the second grade tempo increases and quality characteristics mostly suffer. In the third grade, children with LD accumulate difficulties that lead to the creation of specific errors in writing.

Keywords: graphomotor skills, writing skills, serial organization of movements, child neuropsychology, skill automation

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ фМРТ ПОКОЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЗОН БРОКА И ВЕРНИКЕ

Кузнецова Л.А. * (1), Власова Р.М. (2), Мершина Е.А. (3),
Печенкова Е.В. (3)

l-kuznetsova-fbm-msu@yandex.ru

1 — МГУ им. М.В. Ломоносова; 2 — НИУ ВШЭ;
3 — ЛРЦ Минздрава РФ; Москва, Россия

Аннотация. фМРТ покоя в клиническом контексте имеет преимущество перед классической фМРТ, так как не требует от пациента выполнения задания во время сканирования. Имеются успешные попытки применения фМРТ покоя для картирования речевых центров, однако подобные работы выполнены в основном на правшах. В нашей работе мы попытались локализовать зоны Брока и Вернике с помощью фМРТ покоя (метод SCA) у здоровых добровольцев независимо от ведущей руки. Успешность обнаружения подтверждалась пересечением выявленной активации с активацией по классической фМРТ, связанной с задачей. Локализация речевых центров была успешной преимущественно у правшей. Таким образом, картирование речевых зон с помощью фМРТ покоя требует осторожности при применении у левшей, что, по-видимому, связано с разнообразием локализации у них речевых зон.

Ключевые слова: фМРТ покоя, речь, зона Брока, зона Вернике

Введение

С недавнего времени в клинической практике картирования речевых зон (в частности, при планировании нейрохирургических операций) делаются попытки использовать метод функциональной МРТ покоя (фМРТ покоя, rsfMRI), основанный на регистрации одновременного изменения уровня оксигенации отдаленных друг от друга участков головного мозга, имеющих функциональную взаимосвязь (Liu et al., 2009). В случае значительно выраженного когнитивного и моторного дефицита пациента, использование данного метода в клинической популяции гораздо удобнее фМРТ, связанной с задачей (Veldsman, Cumming, Brodtmann, 2014). фМРТ состояния покоя на данный момент достаточно хорошо разработана для картирования моторных функций (Zhang et al., 2010), но не для картирования речи. Существующие работы по фМРТ речевых функций в покое выполнены в основном на правшах (Mosher et al., 2011).

Цель данного исследования — оценка возможности использования фМРТ покоя для картирования (локализации) зон Брока и Вернике у здоровых добровольцев (левшей и правшей). Результаты локализации речевых зон (Брока и Вернике) на основе данных фМРТ состояния покоя

верифицировались путем сопоставления с результатами выполнения активной речевой пробы для каждого испытуемого.

Материалы и методы

В исследовании приняли участие 22 здоровых добровольца без неврологических и психических заболеваний, 12 левшей (средний возраст 23.6 лет ± 0.9 , 5 мужчин) и 10 правшей (средний возраст 22.3 лет ± 0.5 , 4 мужчин). Результаты одного из правшей были исключены из дальнейшей обработки, так как во время сканирования он производил движения головой более 3 мм. Во время одной сессии функционального сканирования (томограф Siemens Avanto 1.5 T) испытуемые выполняли три активных речевых задачи и проходили фМРТ состояния покоя, всего 32 минуты. В первой задаче, направленной на локализацию зоны Брока, добровольцы придумывали действия с предметом, предъявленным на экране, в контрольных блоках — смотрели на изображения спиралей (Власова и др., 2012). Во втором задании для определения локализации зоны Вернике добровольцы читали и проговаривали про себя предложения из 11 слов, в контрольных блоках — проговаривали одну и ту же букву три раза (напр. «aaa», «ttt») (Печенкова и др., 2012). Для получения карт активации в покое доброволец лежал во время сканирования в течение 12 минут с закрытыми глазами, избегая любой систематической мыслительной деятельности. Параметры регистрации T2*-взвешенных функциональных изображений: для фМРТ покоя: 203 объема, толщина среза 3.6 мм, TR/TE/FA — 3560 мс/50 мс/90°.

Статистическая обработка данных фМРТ, связанной с задачей, осуществлена в программе SPM12. В первом задании учитывалась активация, статистически значимая на уровне $p < .05$ с поправкой на множественные сравнения FWE, во втором задании — активация, статистически значимая на уровне $p < .001$ без поправки на множественные сравнения. Обработка данных, полученных при сканировании в покое, осуществлена методом SCA (seed-based component analysis) в программе CONN v.4 (Matlab v. 2014). SCA основан на выявлении вокселей, BOLD-сигнал в которых коррелирует с BOLD-сигналом в области интереса (*region of interest* — ROI). В качестве ROI были выделены кластеры активации в области нижней лобной и верхней височной извилин, полученные при выполнении активных заданий с помощью программ marsbar и WFUpickatlas. В итоговых картах связности (connectivity) учитывались воксели, коррелирующие с зоной интереса, более чем 0.4 ($r > .4$, $p < .0001$). Успешным выделение речевой зоны с помощью фМРТ покоя считалось в том случае, если она имела пересечения с областями активации, полученными в активной задаче.

Таблица 1. Результаты выделения речевых зон с помощью фМРТ покоя при использовании функциональной области интереса (зона Брока)

Рукость	ROI зона Брока	Участки активации, коррелирующие с ROI	
		Зона Вернике ипсилатерально	Зона Вернике контралатерально
Левши	Слева	50 %	0 %
Левши	Справа	66 %	33 %
Правши	Слева	100 %	0 %
Правши	Справа	—	—

Таблица 2. Результаты выделения речевых зон с помощью фМРТ покоя при использовании функциональной области интереса (зона Вернике)

Рукость	ROI-зона Вернике	Участки активации, коррелирующие с ROI	
		Зона Брока ипсилатерально	Зона Брока контралатерально
Левши	Слева	71.4 %	0 %
Левши	Справа	0 %	0 %
Правши	Слева	100 %	14.3 %
Правши	Справа	—	—

Таблица 3. Результаты выделения речевых зон с помощью фМРТ покоя при использовании функциональной области интереса (речевой центр, локализованный в обоих полушариях)

Рукость	ROI в обоих полушариях	Участки активации, коррелирующие с ROI			
		Брока слева	Брока справа	Вернике слева	Вернике справа
Левши	Брока	—	—	0 %	0 %
Левши	Вернике	0 %	66 %	—	—
Правши	Брока	—	—	100 %	50 %
Правши	Вернике	75 %	50 %	—	—

Результаты

При использовании в качестве ROI зоны Брока, полученной в задании на название действий, обнаружить зону Вернике у правшей удалось со 100% эффективностью, у левшей в 50 % в случае локализации зоны Брока в левом полушарии и 66 % при локализации зоны Брока в правом полушарии (табл. 1).

По результатам фМРТ покоя с использованием в качестве ROI зоны Вернике в левом полушарии, полученной при чтении про себя слов и букв, у правшей выделена зона Брока в 100 % случаев, а у левшей в 71.4 % случаев. При локализации зоны Вернике в правом полушарии ни у правшей, ни у левшей зону Брока по фМРТ покоя определить не удалось (табл. 2).

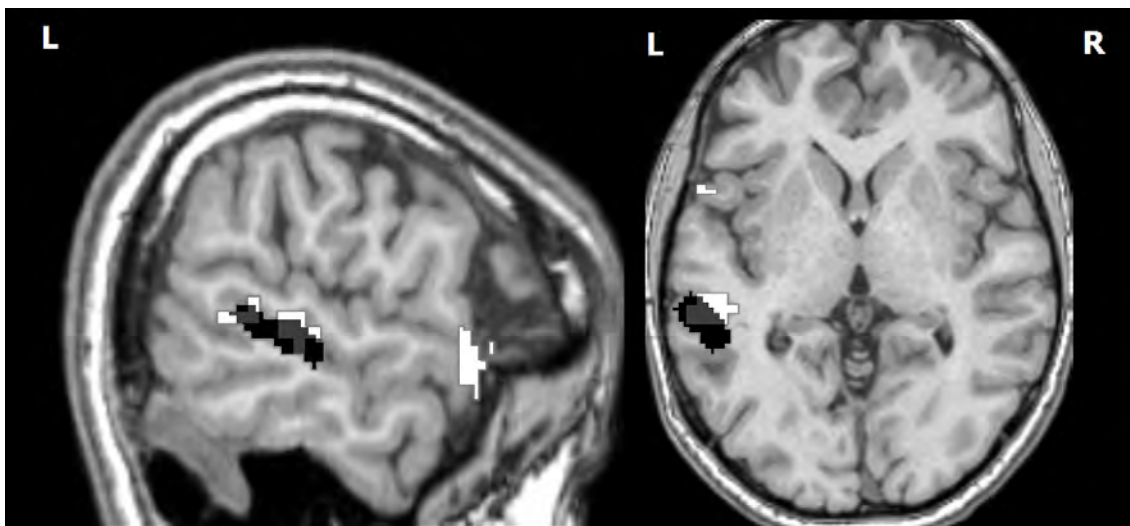


Рисунок 1. Перекрытие областей, соответствующих зоне Вернике, полученных у отдельного испытуемого (правши) двумя различными методами. В фМРТ покоя в качестве seed (исходной зоны интереса) использована зона Брока в левом полушарии. Белым цветом обозначены области, входящие в состав функциональной системы, выявленной с помощью фМРТ покоя ($r = .4, p < .0001$); черным — активированные участки, выявленные при выполнении второго задания ($t = 3.15, p < .001$, без поправки на множественные сравнения); серым — перекрытие областей в зоне Вернике (левое полушарие).

В случае билатерального расположения зоны Вернике, полученной при чтении слов про себя, у правшей зона Брока определена в 75 % и 50 % случаев в левом и правом полушариях соответственно. При использовании в качестве ROI зоны Брока, расположенной билатерально, по данным активации, полученной при назывании действий, зона Вернике у правшей определена в 100 % случаев в правом полушарии и в 50 % случаев в левом

полушарии. У левшей, при использовании в качестве ROI билатерально расположенной зоны Вернике, зона Брока выявлена в 66 % случаев, в остальных случаях речевые центры по фМРТ покоя выделить не удалось.

Различия между правшами и левшами по эффективности выявления речевых зон методом фМРТ покоя не достигли уровня статистической значимости ($\chi^2 = 1.15$, $p = .285$ для зоны Брока; $\chi^2 = 0.481$, $p = .49$ для зоны Вернике), так же, как и сравнение эффективности выявления зоны Брока и зоны Вернике (критерий МакНимара, $\chi^2 = 20$, $p = .07$).

На рис. 1 представлена область перекрытия зоны Вернике в левом полушарии, полученная при сопоставлении результатов активного задания и фМРТ покоя у правши.

Обсуждение и выводы

Картирование речевых центров с помощью фМРТ покоя (SCA метод) может быть успешно применен у правшей, что подтверждено в нашем и предыдущих исследованиях (Mosher, Liebenthal, Goodyear, 2011), однако требует осторожности при применении у левшей, что связано с разнообразием локализации у них речевых зон. Так как использование в качестве ROI билатерально расположенных зон, предположительно являющихся зонами Брока или Вернике, не дает достоверных результатов, то необходимо понять, речевые зоны в каком полушарии необходимо использовать в качестве ROI у левшей. Для этого необходимо провести дальнейшее исследование, с вычислением показателей латерализации речевых зон у левшей.

Литература

- Власова Р.М., Печенкова Е.В., Ахутина Т.В., Сеницын В.Е., Ситников А.Р. Называние действий по картинкам: фМРТ-исследование // International Symposium on Functional Neuroimaging: Basic Research and clinical Applications. 2012. С. 58–60.
- Печенкова Е.В., Власова Р.М., Новикова М.В., Фаликман М. В., Сеницын В.Е. Чтение предложений как активирующее задание для функциональной МРТ головного мозга // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2012. No. 2. P. 406–407.
- Friederici A.D. The brain basis of language processing: from structure to function // *Physiological reviews*. 2011. Vol. 91. No. 4. P. 1357–1392. doi: 10.1152/physrev.00006.2011
- Liu H., Buckner R.L., Talukdar T., Tanaka N., Madsen J.R., Stufflebeam S.M. Task-free presurgical mapping using functional magnetic resonance imaging intrinsic activity: Laboratory investigation // *Journal of Neurosurgery*. 2009. Vol. 111. No. 4. P. 746–754.
- Lohmann G., Hoehl S., Brauer J., Danielmeier C., Bornkessel-Schlesewsky I., Bahlmann J., Turner R., Friederici A. Setting the frame: the human brain

activates a basic low-frequency network for language processing // *Cerebral Cortex*. 2010. Vol. 20. No. 6. P. 1286–1292.

Tie Y., Rigolo L., Norton I.H., Huang R.Y., Wu W., Orringer D., Mukundan S., Golby A.J. Defining language networks from resting-state fMRI for surgical planning — a feasibility study // *Human Brain Mapping*. 2014. Vol. 35. No. 3. P. 1018–1030. doi: 10.1371/journal.pone.0085880

Zhu L., Fan Y., Zou Q., Wang J., Gao J.-H., Niu Z. Temporal reliability and lateralization of the resting-state language network // *PloS one*. 2014. Vol. 9. No. 1. P. e85880.

Application of Resting State fMRI in the Localization of Broca's and Wernicke's Areas

Kuznetsova L.A. * (1), Vlasova R.M. (2), Mershina E.A. (3), Pechenkova E.V. (3)

1 — Lomonosov MSU; 2 — NRU HSE; 3 — Federal Center of Treatment and Rehabilitation; Moscow, Russia

Abstract. Resting state fMRI (rs-fMRI) has the advantage over task-based fMRI that it does not require patient performance during the scan. Previous studies have shown the potential of rs-fMRI as a method for language area mapping. However, these studies mainly involve right-handed, healthy individuals. Our research aimed to map of Broca's and Wernicke's areas using rs-fMRI (SCA method) in healthy volunteers, including left-handed participants. We scored localization of these areas in individuals as successful if there was a revealed overlap of the connectivity map with the activation from the task-based fMRI. According to our results, language area mapping was more successful in right-handed volunteers compared to left-handed ones. Using rs-fMRI for language region mapping in left-handed individuals needs more attention, mainly because the of the variety of language areas in left-handed individuals.

Keywords: resting state fMRI, language network, Broca's area, Wernicke's area

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МОЗГА У ЖЕНЩИН ЗРЕЛОГО ВОЗРАСТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЗАДАЧИ НА ПРОИЗВОЛЬНОЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕ ВНИМАНИЯ

Купцова С.В. * (1,2), Иванова М.В. (3), Петрушевский А.Г. (1), Федина О.Н. (1), Жаворонкова Л.А. (2)

svoky@yandex.ru

1 — Центр патологии речи и нейрореабилитации, 2 — Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, 3 — Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики

Аннотация. Проведенное исследование посвящено изучению изменений, происходящих в мозге, в зрелом возрасте у женщин при выполнении задачи на произвольное переключение зрительного внимания между задачами. Данные изменения изучались с использованием корреляций между BOLD-сигналом и возрастом испытуемых. Группу испытуемых составили 69 женщин в возрасте от 20 до 64 лет. В фМРТ-задании испытуемые должны были переключать внимание между двумя задачами (сортировать фигуры по форме или по количеству). В результате проведенного исследования не было обнаружено значимых корреляций в промежутке между 20 и 40 годами. Однако были обнаружены значимые корреляции при добавлении каждых последующий пяти лет, при этом чем старше испытуемые, тем в большем количестве зон мозга отмечается активация.

Ключевые слова: переключение внимания, управляющие функции, фМРТ, возраст, зрительные стимулы

Введение

Способность к осуществлению целенаправленных форм поведения, а также управлению собственной активностью, дает возможность человеку сознательно организовывать свою деятельность. А.Р. Лурия (Лурия, 2002) выделил эту способность в отдельный функциональный блок мозга — блок программирования, регуляции и контроля сложных форм деятельности. Позднее в отечественной традиции это стали называть системой управляющих функций (Ахутина и др., 2008). В своей модели Miyake и Friedman (Miyake et al., 2000) выделили три необходимых аспекта управляющих функций, одним из базовых компонентов в которой является способность к произвольному переключению внимания между задачами или умственными операциями (способность сознательно и быстро перемещать внимание между разными задачами, операциями или умственными действиями (Романова, 2007; Miyake et al., 2000)).

В различных исследованиях, посвященных возрастным особенностям когнитивных функций, много внимания уделяется детскому и пожилому возрасту из-за бросающихся в глаза быстрых и стремительных изменений, и немного исследований посвящено изменению и перестройке когнитивных функций у людей зрелого возраста. Это связано с тем, что в зрелом возрасте изменения не столь очевидны и этот возраст считается достаточно стабильным периодом. Возрастные изменения функции произвольного переключения зрительного внимания у людей зрелого возраста практически не изучены. Хотя такие знания дали бы наиболее полное представление о данном процессе и помогли бы помочь понять, как происходит изменение данной функции с возрастом, как и в какой момент происходят те или иные возрастные перестройки в мозге при выполнении подобных видов задач.

Существует огромное количество возрастных периодизаций, учитывающих зрелый возраст. Эти периодизации опираются на разные принципы, по которым выделяются возрастные периоды, и поэтому отличаются друг от друга. Например, Д.Б. Бромлей рассматривал жизнь человека как совокупность пяти циклов и цикл «взрослость» он разделил на раннюю взрослость (21–25 лет), среднюю взрослость (25–40), позднюю взрослость (40–55) и предпенсионный возраст (55–65) (Гамезо и др., 2003). Периодизация В. Бунака основана на морфологических и антропологических признаках и связанных с этим структурно-функциональных изменениях, учитывает пол и в зрелом возрасте выделяется стабильная (взрослый период: 1-й возраст (мужчины 22–28 лет, женщины 21–26); 2-й возраст (мужчины 29–35, женщины 27–32); зрелый период: 1-й возраст (мужчины 36–45, женщины 33–40); 2-й возраст (мужчины 46–55, женщины 41–50)) и регрессивная (пожилой период: 1-й возраст: мужчины 56–63, женщины 51–57; 2-й возраст: мужчины 64–70; женщины: 58–63) стадии (Гамезо и др., 2003). Это лишь два примера возрастных периодизаций индивидуального развития человека. Большинство приводимых схем схожи, часто в них используются одинаковые названия периодов с совпадающими возрастными пределами. Отличия в основном связаны с тем, какому аспекту развития человека автор уделяет больше внимания. Поскольку существует большое количество различных классификаций возрастов, разработанных специалистами из разных областей, и нет единой концепции возрастной периодизации, то на наш взгляд наиболее оптимальным вариантом будет рассмотреть весь континуум возрастных изменений от младшего зрелого до пожилого возраста с учетом вклада каждого испытуемого, принявшего участие в исследовании. В данной работе мы решили рассмотреть изменения, происходящие в мозге, в зрелом возрасте у женщин при

выполнении задачи на произвольное переключение зрительного внимания между задачами.

Испытуемые

Все испытуемые до исследования заполняли анкеты на наличие психоневрологических заболеваний. Наличие (или отсутствие) органических повреждений мозга определялось с помощью МРТ (T1 и T2-взвешенных изображений). Ведущая рука определялась с помощью теста Аннет. В конечную выборку были включены 69 женщин в возрасте от 20 до 64 лет. Они были отобраны из числа 80 человек. Испытуемые, у которых были обнаружены органические поражения мозга (7 человек), дали меньше 75 % правильных ответов (2 человека), ведущая рука левая (1 человек) и на момент исследования принимали психотропные препараты (1 человек) были исключены из анализа. Испытуемые следующим образом распределились по возрастным промежуткам в 5 лет: по 10 человек в возрасте от 20 до 25, от 26 до 30, от 31 до 35 лет; 9 человек от 36 до 40 лет; по 8 человек от 41 до 45 и от 51 до 55 лет; 6 человек от 46 до 50 лет и 3 человека от 61 до 64 лет.

Метод

Для исследования произвольного переключения зрительного внимания между задачами использовалось задание, которое подробно описано в статье Купцовой с соавт. (Купцова и др., 2015). Тестовое задание состояло из двух типов блоков. В экспериментальном условии испытуемым нужно было переключать внимание с выполнения одного условия задачи на другое (сортировать фигуры по форме (квадрат или круг) или по количеству (одна или две фигуры), соответственно предъявленной до этого инструкцией). Фигуры сменяли друг друга в псевдослучайном порядке. Испытуемый должен был оценивать фигуры по форме или по количеству нажатием на соответствующую левую или правую кнопку. Каждый блок включал три переключения с одного условия задачи на другое. В контрольном условии испытуемому предъявлялись два треугольника в рандомизированном порядке, один указывал налево, другой направо. Испытуемый должен был нажимать на ту кнопку, в какую сторону показывает треугольник. Время предъявления каждой фигуры составляло 4000 мс, инструкции — 1000 мс. Каждый блок состоял из 6 фигур. Длина блока — 30 сек. До проведения эксперимента в томографе испытуемым предлагалось выполнить небольшое аналогичное задание в качестве тренировки на компьютере. После правильного выполнения испытуемый выполнял подобное задание в томографе.

ФМРТ-сканирование проводилось на томографе MAGNETOM Avanto 1.5 T (Siemens). Для получения анатомического изображения в сагиттальной плоскости использовалась последовательность T1 MP-RAGE

(TR 1900 мс, TE 2.91 мс, толщина среза 1 мм, 176 срезов, FoV 250 мм, матрица реконструкции 256×256, воксел 1×1×1 мм). При проведении фМРТ для регистрации BOLD-ответа использовалась последовательность EPI (TR 3000 мс, TE 50 мс, 35 срезов, FoV 192 мм, матрица 64×64, размер воксела 3×3×3 мм). Исследование включало сбор 241 измерения. Полученные данные были обработаны в программе SPM8. Срезы были ориентированы параллельно плоскости, проходящей через переднюю и заднюю комиссуры головного мозга (АС/РС). Для исключения артефактов движения проводилась предварительная коррекция изображений, которые соотносились со структурными изображениями, затем выполнялась сегментация и пространственная нормализация изображений для приведения их к координатам MNI и пространственное сглаживание с помощью фильтра Гаусса (8 мм). Время реакции на стимулы было включено в модель в качестве дополнительного регрессора. Индивидуальные карты активации строились с использованием общей линейной модели. Для определения связи между BOLD-сигналом в контрасте (экспериментальное условие минус контрольное) и возрастом испытуемых использовался воксельный порог $p < .001$ (unc.) с скорректированным порогом уровня значимости кластеров $p(FWE-corr) < .01$.

Результаты

При анализе связи BOLD-сигнала и увеличения возраста в промежутке между 20 и 35, а также 20 и 40 годами не было обнаружено достоверных корреляций. Однако были обнаружены достоверные корреляции при каждом добавлении следующих пяти лет, при этом, чем старше возраст испытуемого, тем больше отмечается увеличение BOLD-сигнала в большем количестве зон мозга. К 45 годам отмечается увеличение активации в мозжечке, к 50 наряду с мозжечком увеличивается активация на медиальной поверхности затылочной доли, таламусе, полосатом теле, дополнительной моторной коре. К 55 годам добавляется активация на медиальной поверхности лобных извилин, латеральной поверхности лобных извилин правого полушария, затылочных извилинах. К 64 годам дополнительно к активированным областям добавляется активация в лобных извилинах левого полушария и височных областях. При этом не было обнаружено каких-либо достоверных корреляций между BOLD-сигналом и уменьшением возраста. Не было обнаружено значимых корреляций между скоростью выполнения задания и возрастом, но были обнаружены значимые корреляции в количестве ошибок ($p = .05$), при этом чем старше испытуемые, тем больше ошибок они совершают.

Обсуждение

Отсутствие достоверных связей между BOLD-сигналом и возрастом испытуемых в возрастном промежутке от 20 до 40 лет позволяет предпо-

ложить, что, скорее всего, этот возрастной диапазон можно рассматривать как более стабильный период для функции произвольного переключения внимания. Нарастание активации сначала в мозжечке, затем в подкорковых ядрах и медиальных отделах больших полушарий к 50 годам у женщин может быть связано с изменением гормонального статуса (Покровский, 2001) и происходящих в связи с этим изменений функционирования мозга. Дальнейшее увеличение активации, затрагивающее уже латеральные поверхности больших полушарий, могут происходить компенсаторно из-за снижения толщины серого вещества с возрастом (Lemaitre et al., 2012) и как результат — привлечение дополнительных ресурсов мозга для выполнения данной задачи. Отсутствие значимых корреляций в скорости выполнения задания может объясняться тем, что перед испытуемыми не ставилась задача выполнять задание как можно быстрее, нужно было выполнять его как можно более правильно, поэтому испытуемые выполняли его с удобной для них скоростью. При этом с возрастом увеличивается количество ошибок при выполнении задачи на произвольное переключение внимания, что может говорить об ухудшении данной функции.

Литература

- Ахутина Т., Пылаева Н. Преодоление трудностей учения. Нейропсихологический подход. СПб: Питер, 2008.
- Гамезо М.В., Петрова Е.А., Орлова Л.М. Возрастная и педагогическая психология. М.: Педагогическое общество России, 2003.
- Купцова С.В., Иванова М.В., Петрушевский А.Г., Федина О.Н., Жаворонкова Л.А. ФМРТ-исследование переключения зрительного внимания у здоровых людей // Журнал высшей нервной деятельности. 2015. Vol. 65. No. 1. P. 61–71.
- Лурия А. Основы нейропсихологии. М.: Академия, 2002.
- Покровский В.И. (Ред). Краткая медицинская энциклопедия: В 2 т.. М.: НПО «Медицинская энциклопедия», 2001.
- Романова Е.С. (Ред). Экспериментальная психология. СПб: Лидер, 2007.
- Lemaitre H., Goldman A.L., Sambataro F., Verchinski B.A., Meyer-Lindenberg A., Weinberger D.R., Mattay V.S. Normal age-related brain morphometric changes: nonuniformity across cortical thickness, surface area and gray matter volume? // Neurobiology of Aging. 2012. Vol. 33. No. 3. P. 617e1–617e9.
- Miyake A., Friedman N.P., Emerson M.J., Witzki A.H., Howerter A., Wager T.D. The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex 'frontal lobe' tasks: A latent variable analysis // Cognitive psychology. 2000. Vol. 41. No. 1. P. 49–100.

Age-Related Changes in Adult Women's Brain Functioning During Task Switching

Kuptsova S.V. * (1,2), Ivanova M.V. (3), Petrushevsky A.G. (1), Fedina O.N. (1), Zhavoronkova L.A. (2)

svoky@yandex.ru

1 — Center for speech pathology and neurorehabilitation; 2 — Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS; 3 — National Research University Higher School of Economics

Abstract. The present study examined changes in brain functioning during voluntary visual task switching in adult women, specifically investigating the correlation between BOLD-signal and the age of participants. Sixty-nine women between 20 and 64 years of age participated in the study. In the fMRI task, the participants had to shift their attention between two objectives (classifying figures according to their form or number). The research found no significant correlations for the women between 20 to 40 years of age. However, significant correlations were found when consequently adding five years of age; that is, the older the participant, the more brain areas are activated.

Keywords: task switching, executive function, fMRI, age, visual stimuli

КАКОЕ ПОЛУШАРИЕ ЛУЧШЕ ОТКЛИКАЕТСЯ НА ПОДСКАЗКИ. СРАВНЕНИЕ ИНСАЙТНЫХ И РУТИННЫХ ЗАДАЧ

Лебедь А.А. *, Коровкин С.Ю.

gyfest@yandex.ru

ЯрГУ им. П.Г. Демидова

Аннотация. Проблема латерализации психических процессов и механизмов мышления состоит в их комплексном характере, что существенно затрудняет выделение специализированных зон мозгового субстрата, ответственных за их обеспечение. Так, исследования специфики мозговой активности при решении задач различного типа — инсайтных и рутинных — пока не дают полного понимания различий в их протекании. В данной работе мы исследовали влияние предъявления подсказок в разные зрительные полуполя на время решения задач различного типа. Мы установили, что вербальная подсказка, предъявляемая в правое зрительное полуполе увеличивает время решения инсайтных задач и уменьшает время решения рутинных задач.

Ключевые слова: латерализация функций, инсайт, мышление, решение задач

Проблема латерализации психических функций в мозговом субстрате стоит достаточно остро в психологии мышления: большинство процессов, протекающих, например, во время решения задач, очень трудно узко локализовать в связи с многоуровневой комплексной природой самого процесса мышления. Тем не менее некоторые особенности локализации процессов все же представляется возможным обозначить. Так, нас интересует отдельный вклад полушарий в решение творческих задач, протекающих неосознанно, оканчивающихся внезапным озарением и, предположительно, имеющих иные механизмы, нежели обычные задачи — инсайтных (Metcalf, Wiebe, 1987).

Изучить решение инсайтных задач изолированно довольно сложно, ведь даже в составе их самих присутствует рутинный компонент: исследователи выделили в них этап вычисления и собственно творческий этап (Ormerod et al., 2002).

Существует большое количество исследований, раскрывающих роль различных участков мозга в инсайтном решении.

В исследованиях (Lavric et al., 2000) с помощью ЭЭГ были получены данные о том, что при решении инсайтных задач лобные доли, с активацией которых связана функция сознательного контроля, не задействуются.

В другом исследовании, посвященном связи семантического прайминга в заданном визуальном полуполе и степени переживания ага-эффекта (инсайта), было установлено, что чем более ярко выражен ага-эффект, тем более эффективен был семантический прайминг (Schooler, Melcher, 1995). Также прайминг в левом полуполе зрения (правое полушарие) оказал значительно больший эффект.

Меерсон и коллеги указывают в своих работах на дихотомию полушарий: левое — аналитические процессы, правое — синтетические (Вассерман и др., 1997). Совместно с представлениями о творческих процессах как о требующих синтеза далеких ассоциаций и данных об активности в правом полушарии, можно предположить, что инсайтное решение по большей части может быть локализовано в правом полушарии.

Обобщив данные исследования, мы предположили, что для рутинных задач, предполагающих активный перебор, анализ и удержание объектов в рабочей памяти, наиболее эффективной будет являться подсказка, предъявленная в правом полуполе зрения, а для инсайтных задач, требующих поиск далеких ассоциаций, установление неожиданных связей, синтез — в левом полуполе зрения.

Соответственно, цель нашего исследования — путем опосредованного локального воздействия на полушария, с помощью подсказки в левом или правом полуполях зрения, проверить, протекают ли процессы, обеспечивающие решение двух типов задач — инсайтных и рутинных — преимущественно в правом и левом полушарии соответственно.

Исходя из цели, мы выдвинули следующие гипотезы:

- Подсказка, предъявляемая в правом полуполе зрения, будет существенно уменьшать итоговое время решения рутинной задачи.
- Подсказка, предъявляемая в левом полуполе зрения, будет существенно уменьшать итоговое время решения инсайтной задачи.

Дизайн эксперимента

Для проверки поставленной гипотезы нами была создана компьютерная программа в среде Python с помощью приложения PsychoPy версии 1.76.00, разработанного в Университете Ноттингема (Peirce, 2007).

В качестве стимула предъявлялась задача в центре экрана. Начиная с 30-й секунды, каждую минуту слева и справа от задачи последовательно появлялись по 20 слов (в течение полутора секунд каждое), одно из которых являлось подсказкой. В зависимости от серии, ключевое слово-подсказка, появлялось либо в левом полуполе зрения, либо в правом. Угловой размер стимула (подсказки) — 4–6 градусов, угловое расстояние от центра до края стимула — 22 градуса.



Рисунок 1. Пример предъявления инсайтной задачи и стимульных слов, предъявляемых в полуполя, предвещающих слово-подсказку

Зависимая переменная: время решения задачи.

Независимая переменная: расположение подсказки в поле зрения.

Выборку составили 16 человек (средний возраст испытуемого — 19.1 лет, 7 мужчин, 9 женщин).

Результаты и их анализ

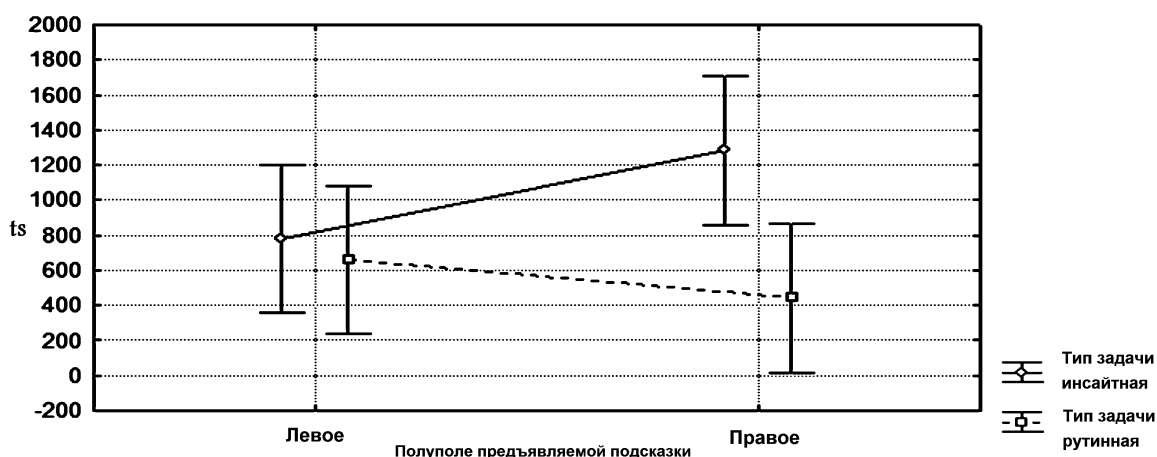


Рисунок 2. Перекрестный эффект; совместное влияние типа задачи и расположения подсказки в полуполе зрения. $F(1,32) = 3.054, p = .092$

Из представленного графика видно, что статистически значимым различием является различие во влиянии подсказки, предъявляемой в правое полуполе зрения (левое полушарие) на задачи разного типа. Правое же полушарие одинаково плохо реагирует на предъявленные подсказки в задачах разного типа в плане итогового времени решения.

В общем сравнении со средним временем решения задач в условиях пилотной серии (724 с. — инсайтная задача, 648 с. — рутинная) становится видно, что подсказки, предъявленные в левом полуполе, не оказали

эффекта, что соответствует данным о неречевой природе правого полушария, так как подсказка носила вербальный характер. Результаты, полученные по правому зрительному полю, более дискуссионные: подсказка снижает время решения рутинной задачи и замедляет решение инсайтной задачи.

Таким образом, мы можем сказать, что левополушарная подсказка оказывает фасилитирующий эффект на рутинные задачи и ингибирующий эффект на инсайтные задачи.

Почему же такая подсказка губительна для процесса решения инсайтной задачи? Эти результаты вписываются в теоретическое предположение о дихотомии полушарий: левое — аналитическое, осуществляющее аккуратный анализ и удержание информации, правое — синтетическое, осуществляющее построение далеких связей и ассоциаций. Вероятно, эти процессы являются приоритетными в рутинных и инсайтных задачах соответственно, а предъявление подсказки в различные полуполя стимулирует работу соответствующего полушария при условии возможности восприятия им самой подсказки. Какие именно особенности полушарий способствовали результатам, покажут дальнейшие критические эксперименты.

Литература

- Меткэлф Ж., Виле Д.* Предскажем ли инсайт // Психология мышления. 2-е изд., перераб. и доп. / Под ред. Ю.Б. Гиппенрейтер, В.Ф. Спиридонова, М.В. Фаликман, В.В. Петухова.. М.: АСТ: Астрель, 2008. С. 400–404.
- Спиридонов В.* Реален ли инсайт? // Теоретические и прикладные проблемы психологии мышления: материалы Третьей конференции молодых ученых памяти К. Дункера / Под ред. В. Спиридонова. РГГУ, 2012. С. 42–50.
- Bowden E.M., Jung-Beeman M.* Aha! Insight experience correlates with solution activation in the right hemisphere // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2003. Vol. 10. No. 3. P. 730–737.
- Lavric A., Forstmeier S., Rippon G.* Differences in working memory involvement in analytical and creative tasks: An ERP study // *Neuroreport*. 2000. Vol. 11. No. 8. P. 1613–1618.
- Ormerod T.C., MacGregor J.N., Chronicle E.P.* Dynamics and constraints in insight problem solving // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 2002. Vol. 28. No. 4. P. 791–799. doi: 10.1037/0278-7393.28.4.791
- Reverberi C., Toraldo A., D'Agostini S., Skrap M.* Better without (lateral) frontal cortex? Insight problems solved by frontal patients // *Brain*. 2005. Vol. 128. No. 12. P. 2882–2890.

Which Hemisphere Perceives Hints Better? A Comparison of Insight and Regular Problems

Lebed A.A. *, Korovkin S.Yu.

gyfest@yandex.ru

Yaroslavl Demidov State University, Yaroslavl, Russia

Abstract. The lateralization of psychological functions and mechanisms is complex in nature, making it extremely hard to distinguish special zones of the brain that maintain these functions and mechanisms. Investigations of brain activity in insight and regular problem solving provide no complete understanding of their processing specificity. We investigated the influence of hints presented in different visual fields on the solution time of different problem types. The results showed that verbal hints presented in the right visual field increase the solution time of insight problems, while decreasing the solution time of regular problems.

Keywords: functions lateralization, insight, thinking, problem solving

ПРОИЗВОЛЬНОЕ И НЕПРОИЗВОЛЬНОЕ ВНИМАНИЕ В ГЛАЗОДВИГАТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧАХ: ВОЗРАСТНЫЕ АСПЕКТЫ

Литвинова А.С. *, Ратманова П.О., Напалков Д.А.

litvinova.alexandra@gmail.com

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Аннотация. В работе исследовали возрастные изменения параметров зрительно-вызванных и произвольных движений глаз в зависимости от сложности зрительной среды. Возрастные изменения параметров движений глаз наиболее выражены в более простых условиях зрительной стимуляции, связанных с вовлечением процессов непроизвольного внимания. Напротив, с увеличением количества стимулов, одновременно присутствующих в зрительном поле, то есть в ситуации, требующей подключения произвольного внимания, различия в успешности выполнения задания между молодыми добровольцами и участниками старшего возраста нивелировались. Обсуждается активация системы произвольного внимания в старшем возрасте, сопровождающаяся более активным вовлечением корковых глазодвигательных полей в процесс подготовки и выполнения саккад, что, предположительно, позволяет компенсировать негативные возрастные изменения при выполнении сложных глазодвигательных задач.

Ключевые слова: внимание, зрительно-вызванные саккады, произвольные саккады, возрастные изменения.

Введение

Вопрос о том, одинаково ли успешно люди молодого и старшего возраста справляются с глазодвигательными задачами, остается открытым. Наиболее часто в литературе описывают следующие возрастные изменения (Irving et al., 2006; Литвинова и др., 2011): увеличение латентности и изменение скорости саккад, появление гипометричных саккад, рост числа ошибок. В естественных условиях, когда испытуемым предлагают произвольное рассматривание и свободный выбор зрительной цели, возрастные различия существенно снижаются (Dowiasch et al., 2015). Мы предполагаем, что успешность выполнения глазодвигательных задач зависит от того, какая из систем внимания более активна в том или ином задании: непроизвольное или произвольное внимание. Для проверки данной гипотезы мы использовали несколько парадигм зрительной стимуляции, отличающихся количеством одновременно предъявляемых стимулов. Выбор данных парадигм основан на том, что в разных условиях зрительной стимуляции задействованы разные структуры

глазодвигательной системы, и активны либо *bottom-up*, либо *top-down* механизмы.

Методы исследования

В исследовании приняли участие 21 молодой доброволец в возрасте от 17 до 30 лет и 20 добровольцев старшего возраста от 50 до 75 лет. Исследование проводили в соответствии с принципами Хельсинкской декларации; протокол эксперимента одобрен Комиссией по биоэтике Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

В работе использовали две методики регистрации движений глаз. *Зрительно-вызванные саккады* регистрировали электроокулографическим методом в условиях трех зрительных парадигм. В парадигме ‘No delay’ фиксационный и целевой стимулы предъявляли последовательно, в ‘Gap’-парадигме — последовательно с промежутком 200 мс, а в ‘Overlap’ целевой стимул загорался на фоне фиксационного с перекрытием 500 мс. Анализировали латентный период (ЛП) зрительно-вызванных саккад.

Произвольные движения глаз (self-paced saccades) регистрировали с применением видеоокулографической методики. Добровольцам на 20 секунд предъявляли изображения, составленные из точек: три точки, расположенные в ряд; три, четыре и шесть точек в вершинах треугольника, квадрата и шестиугольника. Подсчитывали общее количество точек, на которые успели посмотреть участники исследования за определенное время.

Результаты

ЛП зрительно-вызванных саккад (рис. 1) в условиях парадигм ‘Gap’ и ‘No delay’ в группе участников 50–75 лет достоверно длиннее, чем в группе молодых добровольцев 17–30 лет ($p < .001$, U -test). В то же время, в ‘Overlap’, где условия зрительной стимуляции намного сложнее, такие различия не выявлены ($p = .590$, U -test). Влияние фактора «Возраст» выражено при использовании парадигм ‘No delay’ ($H(1, N = 4854) = 142.5$, $p < .001$, ANOVA Kruskal-Wallis) и ‘Gap’ ($H(1, N = 4494) = 25.0$, $p < .001$, ANOVA Kruskal-Wallis). В условиях ‘Overlap’ влияние возраста участников исследования не достоверно ($H(1, N = 4356) = 0.3$, $p = .590$, ANOVA Kruskal-Wallis).

Продуктивность выполнения произвольных движений глаз у испытуемых старшей возрастной группы зависит от сложности предъявляемого зрительного объекта (рис. 2). В задании, в котором участников просили произвольно переводить взгляд с точки на точку по горизонтали, общее число точек, на которые успели посмотреть добровольцы старшего возраста, достоверно ниже, чем у молодых участников исследования ($p < .05$, U -test). При предъявлении точек, образующих геометрические фигуры, то есть с усложнением формы объекта, достоверных различий в выполнении заданий между двумя возрастными группами выявлено не было.

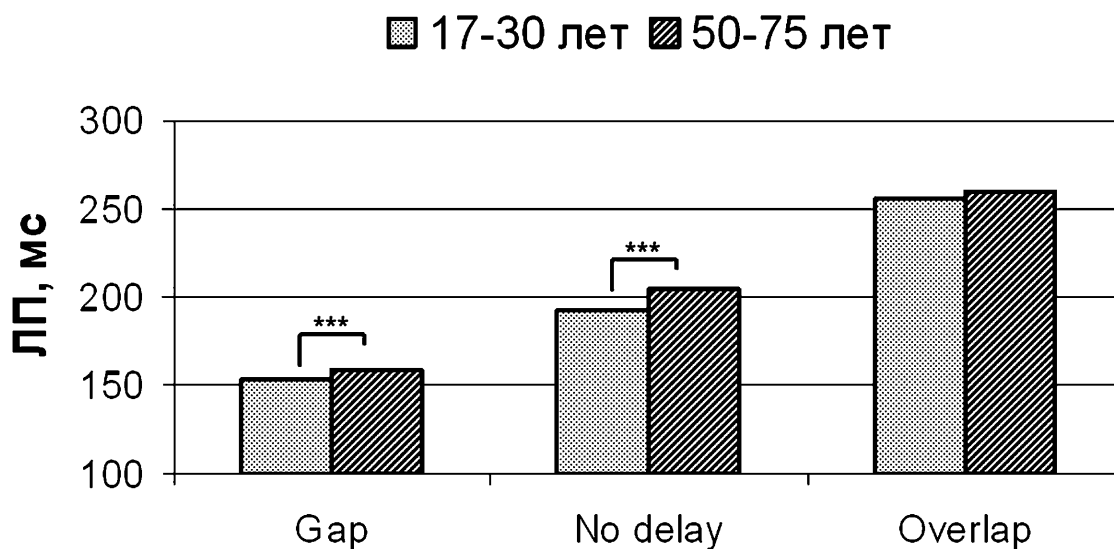


Рисунок 1. Медианы латентных периодов (ЛП) зрительно-вызванных саккад при использовании трех парадигм предъявления зрительных стимулов (Gap, No delay, Overlap) у добровольцев разного возраста. *** $p < .001$, непараметрический критерий Манна-Уитни.

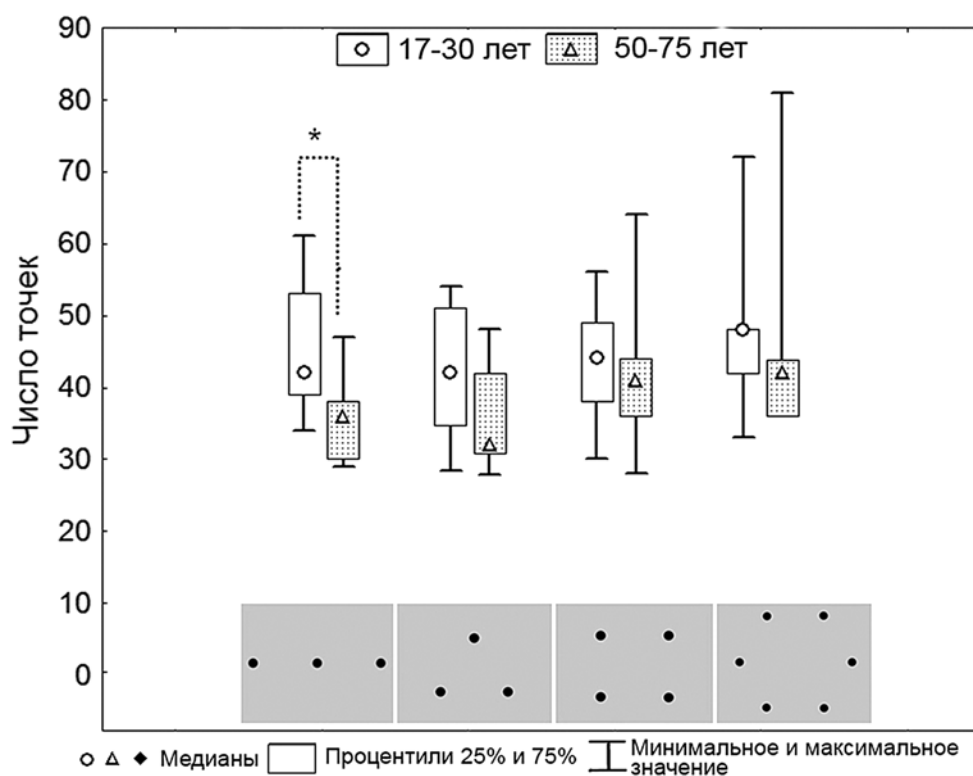


Рисунок 2. Общее количество точек, на которые успели посмотреть добровольцы двух возрастных групп за 20 секунд при предъявлении различных изображений (черные точки на сером фоне). * $p < .05$, непараметрический критерий Манна-Уитни.

Обсуждение

Согласно нашим данным, успешность выполнения глазодвигательных задач у добровольцев старшей возрастной группы снижается только в простых условиях зрительной стимуляции, когда задействована система произвольного внимания. ЛП саккад увеличиваются в парадигмах ‘Gap’ и ‘No delay’, в которых участники исследования могли одновременно видеть только один стимул и саккады являлись рефлекторной реакцией на неожиданно появившийся целевой объект. Сходные результаты были получены и при регистрации произвольных движений глаз: чем меньше стимулов присутствовало в зрительном поле, тем хуже пожилые испытуемые справлялись с заданием.

В условиях схемы ‘Overlap’, требующей включения селективного зрительного внимания и большего вовлечения теменных и фронтальных областей коры в процессы программирования саккад, значения ЛП у молодых испытуемых и испытуемых старшего возраста не различались. Добровольцы старшего возраста так же хорошо справлялись с заданиями, как и молодые, если на экране предъявлялись более сложные изображения, воспринимающиеся как геометрические фигуры. Видимо, в этом случае активнее вовлекается в работу теменная кора, которая, как известно, осуществляет обработку пространственной информации при планировании саккад (Andersen et al., 1997).

Системы произвольного и произвольного внимания в зависимости от возраста могут функционировать по-разному (Açık et al., 2010; Greenwood, Parasuraman, 2004). В старшем возрасте отмечают снижение эффективности *bottom-up* контроля (Greenwood, Parasuraman, 2004) и большую, по сравнению с молодыми, активацию *top-down* процессов (Açık et al., 2010). Вероятно, это связано с возрастными функциональными перестройками в центральной нервной системе. Было выявлено (Nelles et al., 2009), что при совершении саккад у пожилых людей меняется картина активации коры. Предполагается, что с возрастом внутри фронто-париетальной системы дополнительно задействуются все больше нейронов. По данным других исследователей (Raemaekers et al., 2006), в пожилом возрасте во время выполнения саккад происходит «сдвиг» корковой активации во фронтальную область. Активацию дополнительных областей мозга связывают с компенсаторными процессами, которые позволяют людям старшего возраста так же хорошо справляться с задачами на зрительное внимание, как и молодым (Greenwood, Parasuraman, 2004).

Заключение

Возрастные изменения параметров движений глаз наиболее выражены в более простых условиях зрительной стимуляции, связанных в вовлечением процессов произвольного внимания. Напротив, с увеличением

количества стимулов, одновременно присутствующих в зрительном поле испытуемых, то есть в ситуации, требующей подключения произвольного внимания, участники старшего возраста справлялись с заданием так же, как молодые. Предположительно, активация системы произвольного внимания в старшем возрасте, сопровождающаяся более активным вовлечением корковых глазодвигательных полей в процесс подготовки и выполнения саккад (Açık et al., 2010; Nelles et al., 2009), позволяет компенсировать негативные возрастные изменения при выполнении сложных глазодвигательных задач.

Литература

- Литвинова А.С., Ратманова П.О., Евина Е.И., Богданов Р.Р., Куницына А.Н., Напалков Д.А. Возрастные изменения параметров саккадических движений глаз в норме и при болезни Паркинсона // Физиология человека. 2011. Т. 37. № 2. С. 40–47.
- Açık A., Sarwary A., Schultze-Kraft R., Onat S., König P. Developmental changes in natural viewing behavior: bottom-up and top-down differences between children, young adults and older adults // *Frontiers in psychology*. 2010. Vol. 1. P. 207. doi: 10.3389/fpsyg.2010.00207
- Andersen R.A., Snyder L.H., Bradley D.C., Xing J. Multimodal representation of space in the posterior parietal cortex and its use in planning movements // *Annual Review of Neuroscience*. 1997. Vol. 20. No. 1. P. 303–330.
- Dowiasch S., Marx S., Einhauser W., Bremmer F. Effects of aging on eye movements in the real world // *Frontiers in Human Neuroscience*. 2015. Vol. 9. P. 46.
- Greenwood P., Parasuraman R. The scaling of spatial attention in visual search and its modification in healthy aging // *Perception & psychophysics*. 2004. Vol. 66. No. 1. P. 3–22.
- Irving E.L., Tajik-Parvinchi D.J., Lillakas L., González E.G., Steinbach M.J. Mixed pro and antisaccade performance in children and adults // *Brain research*. 2009. Vol. 1255. P. 67–74.
- Nelles G., de Greiff A., Pscherer A., Esser J. Age-related differences of saccade induced cortical activation // *Neuroscience letters*. 2009. Vol. 458. No. 1. P. 15–18.
- Raemaekers M., Vink M., van den Heuvel M.P., Kahn R.S., Ramsey N.F. Effects of aging on BOLD fMRI during prosaccades and antisaccades // *Journal of cognitive neuroscience*. 2006. Vol. 18. No. 4. P. 594–603.

Age-Related Changes in Top-Down and Bottom-Up Attention During Oculomotor Task Performance

Litvinova A.S. *, Ratmanova P.O., Napalkov D.A.

litvinova.alexandra@gmail.com

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. The aim of our study was to reveal how aging affects eye movement characteristics in visual tasks of different complexity. A total of 21 young healthy volunteers (17–30 years) and 20 older healthy volunteers (50–75 years) took part in the study. Volunteers were asked to perform visually-guided and self-paced eye movements. According to our data, the more difficult the visual task was, the less saccadic characteristics were affected by age. Presumably, complicated experimental conditions involve top-down attention, especially in older persons, and such attention is accompanied by enhanced cortical activity. We suppose that the additional cortical activation in older participants provides age-related adaptation in the oculomotor system.

Keywords: aging, attention, visually-guided saccades, self-paced saccades

фМРТ-ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МНЕМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ НА АКТИВАЦИЮ МИНДАЛЕВИДНОГО ТЕЛА ПРИ ЗРИТЕЛЬНОМ ВОСПРИЯТИИ ФОТОИЗОБРАЖЕНИЙ

Литвинова Л.Д. *, Власова Р.М., Сеницын В.Е., Печенкова Е.В.

Luda-EUC@yandex.ru

Лечебно-реабилитационный центр Минздрава РФ, Москва, Россия

Аннотация. Данное исследование пытается ответить на вопрос, влияет ли фактор наличия мнемической задачи на активацию в миндалевидном теле при просмотре фотоизображений из «Международной системы эмоционально окрашенных фотоизображений» IAPS. С помощью дисперсионного анализа с повторными измерениями был получен статистически значимый эффект при взаимодействии между типами предъявляемых стимулов (изображения с увечьями, эротикой и нейтральные сцены) и межгрупповым фактором (наличие/отсутствие мнемической задачи): $F(2,60) = 3.57$, $p = .034$. Анализ также показал статистически значимый эффект при взаимодействии латерализации миндалевидного тела и наличием/отсутствием задачи вне зависимости от типа стимулов: $F(2,60) = 4.65$, $p = .039$. Эти данные подтверждают гипотезу о том, что когнитивная задача оказывает влияние на активацию миндалевидного тела.

Ключевые слова: мнемическая задача, миндалевидное тело, IAPS, фМРТ

Эмоциональные и когнитивные процессы тесно взаимосвязаны. В исследованиях, посвященных изучению нейрофизиологических коррелятов этих процессов, можно найти как примеры влияния эмоционально окрашенной информации на познавательные функции, так и примеры обратного влияния. Данное исследование пытается ответить на вопрос: влияет ли фактор наличия мнемической задачи на активацию в миндалевидном теле при просмотре фотоизображений из «Международной системы эмоционально окрашенных фотоизображений» IAPS. С одной стороны, было неоднократно показано, что различные когнитивные задачи снижают активацию в миндалевидном теле (Pessoa et al., 2005), поэтому можно предположить то же самое и при использовании установки на запоминание. С другой стороны, если активацию миндалевидного тела в ответ на предъявление эмоционально окрашенного материала относить к низкоуровневым автоматическим процессам, то и дополнительная когнитивная задача только увеличит активацию (Williams et al., 2004).

Испытуемые

В фМРТ исследовании приняли участие 34 здоровых добровольца в возрасте от 18 до 49 лет. В группу для анализа попали 32 добровольца, 20 женщин и 12 мужчин (средний возраст — 28 лет). Все испытуемые принадлежали к российской культуре, трое из них были амбидекстрами, остальные 29 человек — праворукими. Профиль латеральной организации определялся с помощью проб «кулак», «часы», «подзорная труба» и опросника Аннет. Перед началом исследования испытуемые были проинформированы о противопоказаниях к процедуре МРТ и дали письменное информированное согласие на проведение исследования. При опросе на предмет психических или неврологических заболеваний никто из испытуемых не сообщил о наличии таковых.

Методика

Сканирование проводилось на томографе Siemens Avanto 1.5 T. T2* — взвешенные функциональные изображения были получены с помощью ЭП-последовательности (TR/TE/FA — 2000 мс/50 мс/83°), 23 среза содержали по 64×64 изотропических воксела размером 3×3×3 мм, срезы были ориентированы параллельно плоскости, проходящей через переднюю и заднюю комиссуры головного мозга (АС/РС). Функциональные изображения были дополнены картами неоднородности магнитного поля, TR/TE1/TE2/FA — 460 мс/4.76 мс/9.52 мс/60°, 36 срезов содержали по 64×64 изотропических воксела. T1 — взвешенные анатомические изображения с размером воксела 1×1×1 мм были получены при помощи последовательности MPRAGE (TR/TE/FA — 1900 мс/2.9 мс/15°).

Во время сканирования на экране перед испытуемыми появлялись фотоизображения из «Международной системы эмоционально окрашенных фотоизображений» IAPS. 54 фотоизображения были отобраны из трех категорий (эротика, увечья и нейтральные сцены), по 18 фотоизображений из каждой. Эротика и увечья относились к эмоционально окрашенной информации (высокий показатель по шкале «Сила Возбуждения»), в то время как нейтральные сцены имели низкий показатель по шкале «Сила Возбуждения» и средний показатель по шкале «Валентность», согласно данным стандартизации IAPS (Lang et al., 2008).

Исследование проводилось с помощью плана, связанного с событиями. Период покоя чередовался с периодами стимуляции (6 сек). Базовое контрольное условие (фиксационный крест) предъявлялось между фотоизображениями и имело разную временную протяженность (от 0.5 сек. до 19 сек.), что создавало эффект неожиданности для испытуемых, так как они заранее не знали, когда появится фотоизображение и будет ли оно эмоционально окрашенным.



Рисунок 1. Процедура исследования (пример)

Общая продолжительность сканирования составила 11 минут. Все испытуемые были случайным образом разделены на две группы — экспериментальную и контрольную, 15 и 17 человек соответственно. Задача испытуемых из контрольной группы состояла в том, чтобы смотреть на появляющиеся фотоизображения (пассивный просмотр). Испытуемые из экспериментальной группы выполняли мнемическую задачу: по окончании сканирования проводился тест на узнавание, включавший 12 фотоизображений трех категорий IAPS (увечья, эротика и нейтральные сцены). Половина этих изображений предъявлялась ранее, а вторую половину составляли новые изображения. Ответы фиксировались.

Обработка полученных данных проводилась с применением специализированных пакетов SPM8 (Wellcome Institute

of Cognitive Neurology, www.fil.ion.ucl.ac.uk) и GLMflex (<http://mrtools.mgh.harvard.edu/>). Индивидуальные и групповые карты активации строились методом общей линейной модели. Групповые карты строились на основе индивидуальных карт всех испытуемых (модель случайных эффектов, поправка на множественные сравнения FDR на уровне кластеров, $p < .05$). Выделение структурных зон интереса (ROI) проводилось по нормализованным индивидуальным анатомическим изображениям с помощью программы ImageJ (Rasband, 1997–2012). Границы миндалевидного тела обрисовывались вручную согласно протоколу сегментации миндалевидного тела и гиппокампа Стэнфордской лаборатории нейровизуализации для психиатрии (Drawing and Measuring Amygdala and Hippocampus, v.4 BrainImageJava),

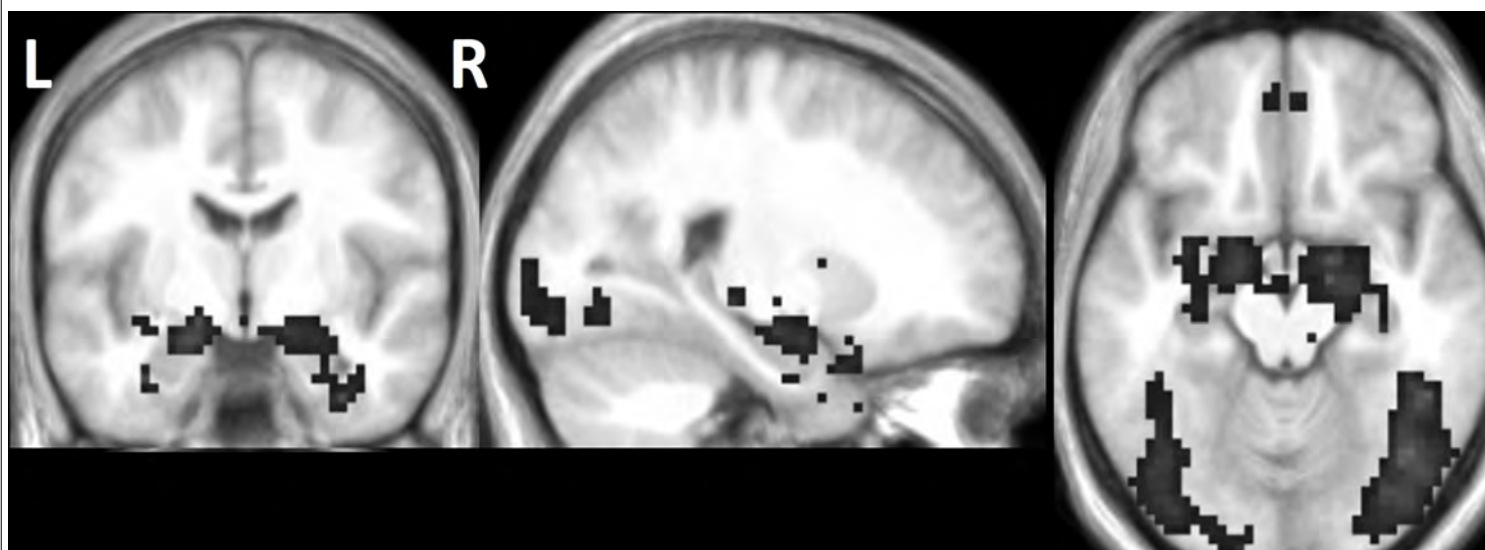


Рисунок 2. Группа без задания, активация, вызванная эмоциональными фотоизображениями по сравнению с нейтральными. Групповые данные по 17 испытуемым, с поправкой на множественные сравнения (FDR, $p < .05$)

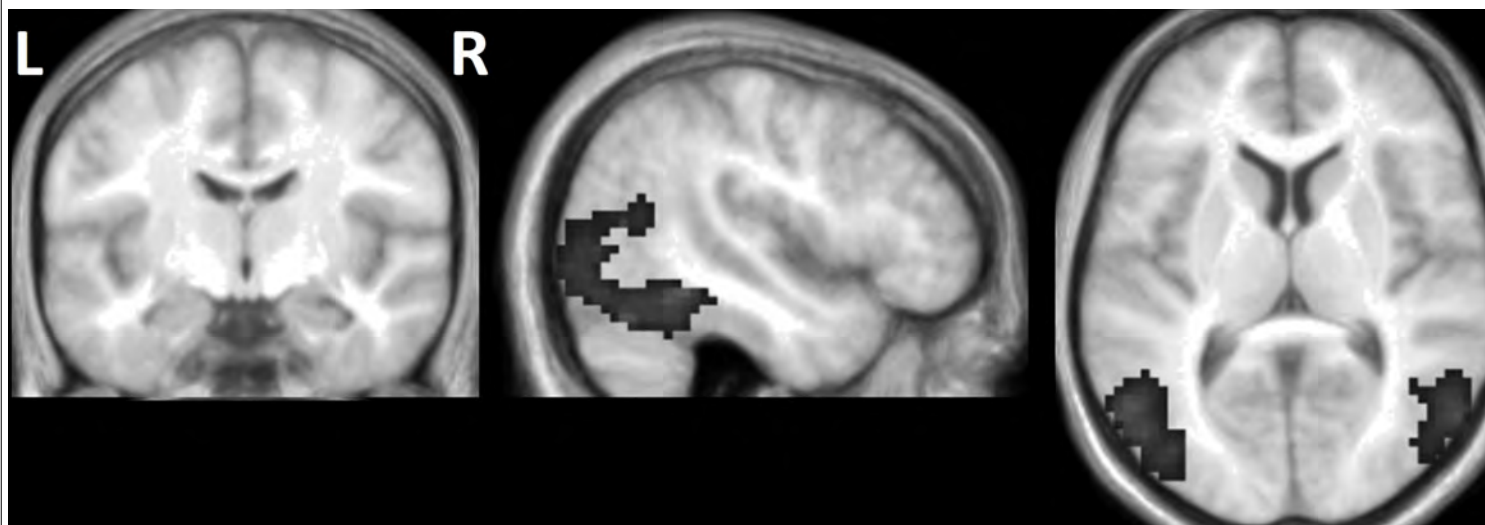


Рисунок 3. Группа с заданием, активация, вызванная эмоциональными фотоизображениями по сравнению с нейтральными. Групповые данные по 15 испытуемым, с поправкой на множественные сравнения (FDR, $p < .05$)

далее с помощью программы Marsbar считался процент прироста BOLD сигнала по каждой зоне интереса в ответ на изображения каждой из категорий.

Результаты

Поведенческие данные

Были проанализированы поведенческие результаты в группе с мнемической задачей, из 15 испытуемых четверо совершили одну ошибку в тесте на узнавание фотоизображений. Все ошибки касались эмоционально окрашенных изображений.

Статистика по зоне интереса (ROI)

Проведенный анализ по зоне интереса показал, что центр масс у левого и правого миндалевидного тела располагается в пространстве MNI в следующие координатах: $-21, -5, -19.6$ и $22, -4, -19$. Также был найден объем миндалевидного тела билатерально, для левой миндалины он составил 1486 мм^3 , для правой — 1502 мм^3 .

Данные по всему объему сканирования

Были получены данные отдельно для двух групп: экспериментальной и контрольной. При уровне значимости $p < .05$ с поправкой на множественные сравнения, в экспериментальной группе (с мнемической задачей) при сопоставлении двух условий (эмоциональные против нейтральных фотоизображений) была получена активация в вентромедиальной префронтальной коре (MNI: $3, 50, -17$), а также в первичной зрительной коре. Активации в миндалевидном теле не наблюдалось. В группе без мнемической задачи была получена активация в миндалевидном теле в обоих полушариях (MNI: $-15, -4, -17$; $15, -5, -16$), в вентромедиальной префронтальной коре, в гиппокампе, в полюсе височной доли справа, а также в первичной зрительной коре.

Дисперсионный анализ с повторными измерениями по приросту BOLD-сигнала внутри ROI включал в себя два внутригрупповых фактора (полушарие и тип предъявляемых стимулов) и один межгрупповой (наличие/отсутствие мнемической задачи). Был найден эффект взаимодействия между типом стимулов (изображения с увечьями, эротикой и нейтральные сцены) и фактором наличия или отсутствия мнемической задачи: $F(2,60) = 3.57, p = .034$, частичный $\eta_p^2 = .1$, средний размер эффекта 0.64. Выявлено статистически значимое взаимодействие латерализации миндалевидного тела и наличия/отсутствия мнемической задачи вне зависимости от типа предъявляемых стимулов: $F(2,60) = 4.65, p = .039$, частичный $\eta_p^2 = .13$, средний размер эффекта 0.55. При наличии задачи правая миндалина оказалась более активна (0.18 %), чем левая (0.13 %), в то время как при пассивном просмотре левая миндалина более активна (0.16 %), чем правая (0.13 %).

Выводы и обсуждение

Макменагин и др. выдвинули теорию, которая может объяснить полученные эффекты латерализации (McMenamin et al., 2013). Исследователи предположили, что латерализация активации в миндалине зависит от того, как именно испытуемые воспринимают визуальную эмоционально окрашенную информацию. Они выделили два типа восприятия: абстрактных категорий и отдельных образцов. Первый тип основан на выделении отдельных категориальных признаков. Второй тип, наоборот, связан с восприятием целого. Причем внимание, направленное на категориальные признаки, больше активует левую миндалину, в то время как холистическое восприятие фотоизображения активует правую миндалину. Можно предположить, что наличие когнитивной установки влияет на то, какой тип восприятия используется испытуемыми, чтобы запомнить изображения. Также можно предположить вовлечение правополушарных структур (в том числе миндалины), обеспечивающих поддержание внимания при наличии установки на запоминание.

Полученные данные подтверждают гипотезу о том, что когнитивная нагрузка оказывает влияние на паттерн активации миндалевидного тела при восприятии эмоционально окрашенной информации (Pessoa et al., 2005) и опровергают мнение исследователей, утверждающих, что активация миндалины в ответ на эмоционально окрашенный материал — автоматический процесс, который не может испытывать влияние иных процессов (Williams et al., 2004).

Литература

- Lang P.J., Bradley M.M., Cuthbert B.N.* International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical report A-8. University of Florida, Gainesville, FL, 2008.
- McMenamin B.W., Marsolek C.J.* Can theories of visual representation help to explain asymmetries in amygdala function? // *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2013. Vol. 13. No. 2. P. 211–224.
- Pessoa L., Padmala S., Morland T.* Fate of unattended fearful faces in the amygdala is determined by both attentional resources and cognitive modulation // *Neuroimage*. 2005. Vol. 28. No. 1. P. 249–255.
- Williams M.A., Morris A.P., McGlone F., Abbott D.F., Mattingley J.B.* Amygdala responses to fearful and happy facial expressions under conditions of binocular suppression // *The Journal of Neuroscience*. 2004. Vol. 24. No. 12. P. 2898–2904.

The Effect of a Memory Task on Amygdala Activation During Visual Perception of Emotional Images

Litvinova L.D. *, Vlasova R.M., Sinitsyn V.E., Pechenkova E.V.

Luda-EUC@yandex.ru

Medical Center of Treatment and Rehabilitation, Moscow, Russia

Abstract. In the present study we examined how a memory task affects the BOLD signal change in the amygdala. Thirty-two native Russian-speaking volunteers were randomly assigned to one of two groups. Participants in the experimental group were instructed to remember emotional and neutral pictures taken from the International Affective Picture System. Participants in the control group passively viewed the same picture set. An interaction effect was observed between the presence or absence of the memory task and the type of visual stimuli presented (mutilation or erotica vs. neutral): $F(2,60) = 3.57, p = .034 (p < .05)$. An interaction effect was also observed between the presence or absence of the memory task and amygdala lateralization: $F(2,60) = 4.65, p = .039 (p < .05)$. The existing hypotheses about top-down regulations of amygdala processes are discussed. Lateralization differences are explained by object perception theory (abstract category recognition vs. specific exemplar identification).

Key words: amygdala, fMRI, IAPS, lateralization, memory task

ХАРАКТЕРИСТИКИ МИНИМАЛЬНЫХ ОСТОВНЫХ ДЕРЕВЬЕВ, ПОСТРОЕННЫХ НА ОСНОВЕ ЭЭГ ЛЕВШЕЙ И ПРАВШЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЗАПОМИНАНИЯ

Лукоянов М.В. *

lukoyanovm@gmail.com

Нижегородская государственная медицинская академия,
Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Был проведен анализ особенностей сетевой структуры ЭЭГ леворуких и праворуких испытуемых в процессе запоминания с использованием теории графов. Более звездчатая структура минимальных остовных деревьев (МОД) у левшей по сравнению с правшами говорит о более равномерном распределении связей между отделами коры. Сдвиг топологии МОД к более линейному типу во время запоминания показывает процессы усиления связей между функционально значимыми регионами коры. При помощи анализа характеристик МОД удалось показать различия по факторам и взаимодействиям факторов мануального предпочтения, пола и этапом эксперимента. Таким образом, минимальные остовные деревья, построенные на основе ЭЭГ могут быть использованы для анализа сетевой структуры связей между отделами мозга.

Ключевые слова: электроэнцефалография, мануальное предпочтение, минимальное остовное дерево, теория графов

Мануальное предпочтение — одно из ярчайших проявлений функциональной асимметрии мозга. В то же время мануальное предпочтение может являться индикатором различий в системной организации мозга (Willems R. M. et al., 2014). Особенности работы мозга людей с различным мануальным предпочтением остаются не до конца изученными, несмотря на давнюю историю вопроса (Liu et al., 2009). Исследования влияния мануального предпочтения на функциональное взаимодействие отделов мозга методом ЭЭГ немногочисленны, их результаты трудно сопоставимы между собой.

Теория графов как один из примеров системного подхода — удобный инструмент анализа сетевой структуры связей в мозге, полученных людьми функциональными методами.

Цель исследования — анализ особенностей сетевой структуры ЭЭГ леворуких и праворуких испытуемых по данным электроэнцефалографии в процессе запоминания с использованием теории графов.

Материалы и методы

В эксперименте приняли участие 44 добровольца в возрасте от 18 до 25 лет. С помощью Эдинбургского опросника испытуемые были разделе-

ны на две группы: левши (8 мужчин, 14 женщин) и правши (8 мужчин, 14 женщин).

Регистрация ЭЭГ. ЭЭГ регистрировалась монополярно с ипсилатеральными ушными референтами. Electroды располагались по схеме «10–20» в 19 отведениях (рис. 1А). Сигнал ЭЭГ оцифровывался с частотой 500 Гц и фильтровался в диапазоне от 0.5 до 30 Гц. Артефакты записи были удалены при помощи анализа независимых компонентов (ICA).

Ход эксперимента. Эксперимент состоял из когнитивного теста — запоминания — и двух фоновых записей: до и после теста. Во время записи фона испытуемому давали команду смотреть на монитор без каких-либо дополнительных заданий. 60 с. на мониторе одну за другой предъявляли линии с различными углами наклона («Фон»). Тест запоминания состоял из одной линии, предъявляемой на протяжении 5 с. («Запоминание»). Углы наклона линий для запоминания составляли 0, 45, 60, 90, 120, 135°. Общая продолжительность записей для этапа «Запоминание» составила 90 с.

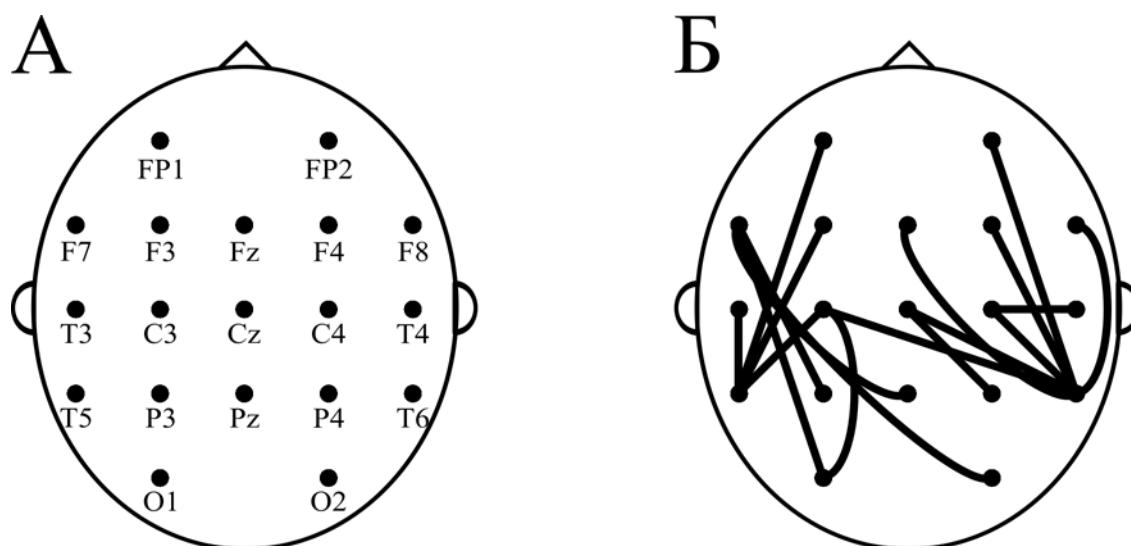


Рисунок 1. Схематическое расположение электродов в соответствии с системой «10–20» (А) и пример минимального остовного дерева (Б)

Анализ графов. Граф представляет собой математическую модель сети, состоящую из вершин (узлов) и связей между ними (ребер). С позиций теории графов связи в мозге имеют организацию сетей «малого мира» (англ. small-world network) (Bassett, Bullmore, 2006) и безмасштабных сетей (англ. scale-free network) (Bullmore, Sporns, 2009). Важнейшими характеристиками подобных сетей являются длина пути (англ. path length) и коэффициент кластеризации (англ. cluster coefficient) (Stam, 2004). Однако количество вершин и средняя степень графа могут по-

влиять на значения этих параметров, что усложняет сравнение графов между собой (Wijk van et al., 2010). Возможным решением данной проблемы может быть построение так называемого минимального остовного дерева (англ. *minimum spanning tree*, МОД). Минимальное остовное дерево — это граф, построенный из связанного, ненаправленного графа с заданными весами ребер таким образом, чтобы полученный граф являлся деревом, то есть связанным графом, не имеющим циклов. МОД соединяет все данные вершины и имеет при этом минимальный вес (сумму весов ребер, входящих в МОД). Таким образом, МОД, построенное на основе данных ЭЭГ, представляет собой часть сети с максимальной связанностью. Топология МОД представляет собой различные варианты между двумя крайними состояниями: линейной и звездчатой.

Функциональные сети, построенные в ходе нашей работы, состояли из 19 вершин (рис. 1Б), по числу электродов, использованных для записи ЭЭГ. Связь между любыми двумя вершинами характеризовалась степенью взаимосвязанности сигналов, зарегистрированных на двух электродах, соответствующих этим вершинам. В нашем исследовании мы использовали взвешенный индекс фазовой задержки (wPLI) (Vinck et al., 2011) для вычисления степени взаимосвязанности сигналов. На первом этапе записи ЭЭГ были разделены на эпохи по 1000 отсчетов (2 с). Для каждого испытуемого случайным образом было отобрано по 40 эпох на основе которых wPLI был рассчитан между всеми парами из 19 электродов (171 пара). Полученные значения были усреднены для следующих частотных диапазонов: тета-1 (4–5 Гц), тета-2 (6–7 Гц), альфа-1 (8–10 Гц), альфа-2 (11–13 Гц), бета-1 (14–20 Гц), бета-2 (20–30 Гц). Полученные в результате матрицы взаимосвязанности были усреднены для каждого испытуемого и каждого этапа эксперимента отдельно и инвертированы. Таким образом мы получали полный граф, состоящий из 171 ребра, и каждое из них имело уникальный вес. Если сигналы с двух вершин абсолютно идентичны, вес ребра между ними равен 0, если они абсолютно разные — равен 1.

Следующим этапом было построение МОД. С этой целью мы использовали алгоритм Крускала. Были рассчитаны следующие параметры для каждого МОД: радиус, диаметр, невзвешенная дистанция, взвешенная дистанция, максимальная степень вершины, число листьев, максимальная степень централизации связей (англ. *betweenness centrality*).

Статистический анализ. Был использован дисперсионный анализ (ANOVA) с повторными измерениями. Анализ проводился отдельно для каждого частотного диапазона и характеристики МОД. Межгрупповыми факторами были мануальное предпочтение и пол испытуемых, внутригрупповыми — этап эксперимента («Фон», «Запоминание»). Различия считались достоверными при уровне статистической значимости $p < .05$.

Результаты

Статистически значимые различия между группами левшей и правшей наблюдались для МОД, построенных в тета-1 диапазоне (табл. 1). Диаметр, радиус и невзвешенная дистанция были ниже, а число листьев, максимальная степень вершины и максимальная степень централизации связей — выше у левшей по сравнению с правшами. Таким образом МОД левшей имела более звездчатую структуру.

Различия между мужчинами и женщинами наблюдались в бета-1 диапазоне для диаметра, радиуса, взвешенной и невзвешенной дистанций, максимальной степени централизации связей. Все характеристики имели более высокие значения у женщин, за исключением максимальной степени централизации связей. Таким образом для ЭЭГ женщин в бета-1 диапазоне была характерна более линейная топология МОД.

Таблица 1. Результаты дисперсионного анализа параметров МОД для различных частотных диапазонов

	Тета-1	Тета-2	Альфа-1	Бета-1
Количество листьев	мп (.005)		мп:задание (.049)	
Диаметр	мп (.005)		пол:задание (.031)	пол (.023)
Радиус	мп (.008)		пол:задание (.006)	пол (.045)
Взвешенная дистанция		задание (.001)		пол (.010)
Невзвешенная дистанция	мп (.009)		мп:пол (.033), мп:задание (.038)	пол (.005)
Максимальная степень вершины	мп (.030)	задание (.016)	мп:пол (.015)	
Максимальная степень централизации связей	мп (.038)			пол (.005)

В таблице указаны факторы, использованные при дисперсионном анализе, для которых получены статистически достоверные отличия; мп — мануальное предпочтение, задание — этап эксперимента («Фон», «Запоминание»), пол — пол испытуемых. В скобках — полученный уровень статистической значимости, межгрупповое число степеней свободы 1, внутригрупповое — 44.

Изменения, связанные с этапами эксперимента, были статистически значимы для МОД, построенных в тета-2 диапазоне (взвешенная дистанция, максимальная степень вершины и максимальная степень централизации связей). Значения для максимальной степени вершины были меньше во время этапа «Запоминание» по сравнению с фоном, а взвешенная дистанция больше. Таким образом ЭЭГ во время этапа «Запоминание» характеризовалась более линейной топологией МОД.

В альфа-1 диапазоне число листьев, максимальная степень вершины в МОД левшей-мужчин были больше по сравнению с правшами, а невзвешенная дистанция меньше.

Во время «Фона» число листьев было больше у левшей по сравнению с правшами в альфа-1 диапазоне, а невзвешенная дистанция — меньше. Диаметр уменьшался у мужчин, но не у женщин во время этапа «Запоминание» по сравнению с фоном.

Заключение

Были выявлены различия характеристик МОД, построенных на основе ЭЭГ, записанной в фоне и при запоминании у испытуемых с различным мануальным предпочтением. Более звездчатая структура МОД у левшей по сравнению с правшами говорит о более равномерном распределении связей между отделами коры. Сдвиг топологии МОД к более линейному типу во время запоминания напротив показывает процессы усиления связей между функционально значимыми регионами коры. Кроме того, при помощи анализа характеристик МОД удалось показать различия по факторам и взаимодействиям факторов мануального предпочтения, пола и этапам эксперимента. Таким образом, минимальные остовные деревья, построенные на основе ЭЭГ, могут быть использованы для анализа сетевой структуры связей между отделами мозга.

Литература

- Bassett D.S., Bullmore E.* Small-world brain networks // *The neuroscientist*. 2006. Vol. 12. No. 6. P. 512–523.
- Bullmore E., Sporns O.* Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems // *Nature Reviews Neuroscience*. 2009. Vol. 10. No. 3. P. 186–198.
- Liu H., Stufflebeam S.M., Sepulcre J., Hedden T., Buckner R.L.* Evidence from intrinsic activity that asymmetry of the human brain is controlled by multiple factors // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2009. Vol. 106. No. 48. P. 20499–20503.
- Stam C.J.* Functional connectivity patterns of human magnetoencephalographic recordings: a 'small-world' network? // *Neuroscience Letters*. 2004. Vol. 355. No. 1. P. 25–28.

Van Wijk B.C., Stam C.J., Daffertshofer A. Comparing brain networks of different size and connectivity density using graph theory // PloS one. 2010. Vol. 5. No. 10. P. e13701.

Vinck M., Oostenveld R., van Wingerden M., Battaglia F., Pennartz C.M. An improved index of phase-synchronization for electrophysiological data in the presence of volume-conduction, noise and sample-size bias // Neuroimage. 2011. Vol. 55. No. 4. P. 1548–1565.

Willems R.M., Van der Haegen L., Fisher S.E., Francks C. On the other hand: including left-handers in cognitive neuroscience and neurogenetics // Nature Reviews Neuroscience. 2014. Vol. 3. No. 15. P. 193–201.

Characteristics of EEG-Based Minimum Spanning Trees During Memorization by Left- and Right-Handed Individuals

Lukoyanov M.V. *

lukoyanovm@gmail.com

Nizhny Novgorod State Medical Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. Analysis of EEG network structure characteristics of left- and right-handed individuals during memorizing was performed using graph theory. The more star-like structure of minimal spanning trees (MST) of left-handers in comparison with right-handers indicates a more uniform distribution of connections between cortex regions. A shift of MST topology to the more linear type during memorizing reveals an amplification of the connections between functionally important regions of the cortex. We were able to demonstrate differences in MST characteristics for the factors of manual preference, gender and stage of the experiment. EEG-based MST can be used to analyze the network structure of relationships between regions of the brain.

Keywords: electroencephalography, handedness, minimal spanning tree, graph theory

ВЛИЯНИЕ МОДАЛЬНОСТИ И ОСОЗНАННОСТИ ПОДСКАЗКИ НА СКОРОСТЬ РЕШЕНИЯ ИНСАЙТНЫХ И КОМБИНАТОРНЫХ ЗАДАЧ²⁸

Лунева А.Р. *, Лебедь А.А., Коровкин С.Ю.

moon-lunar@mail.ru

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова,
Ярославль

Аннотация. Одним из методов исследования специфики решения инсайтных задач является варьирование различных параметров подсказки, которая так или иначе может повлиять на их решение. В своем исследовании мы опирались на точку зрения Барсалоу (2003), согласно которой переход из одной модальности в другую берет на себя определенные затраты по переработке информации. Испытуемым предлагалось решать задачи инсайтного и рутинного типа, которые предъявлялись в визуальном или аудиальном формате. Осознаваемые или неосознаваемые подсказки также предъявлялись визуально или аудиально. Результаты показали, что соответствие модальности подсказки модальности задачи улучшает ее решение на уровне тенденции. В то же время осознанная подсказка значительно улучшила решение инсайтных задач.

Ключевые слова: мышление, решение задач, инсайт

Традиционными подходами к эмпирическому исследованию решения задач считается изучение влияния формальных характеристик подсказки, порядка предъявления и временные характеристики предъявления самой стимульной задачи и изучение принципа переноса решения, эффективность которого становится выше при его вербализации. Существуют исследования, проверяющие наличие специфики инсайтного решения, однако в большинстве исследований подсказка берется в модальности, конгруэнтной модальности предъявления задачи. Поэтому возникает вопрос о влиянии разномодальных подсказок на успешность решения задач. Исследования, рассматривающие процесс решения задач в одной модальности, выявили, что переход из одной модальности в другую берет на себя определенные затраты по обработке информации (Pecher et al., 2003). Поэтому мы можем выдвинуть гипотезу о том, что подсказка, конгруэнтная модальности задачи, будет улучшать эффективность ее решения по сравнению с неконгруэнтной подсказкой. Также в психологии мышления остается открытым вопрос о взаимодействии осо-

²⁸ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-06-07899, а также гранта Президента МК-3877.2015.6.

знанного и неосознанного. Было показано, что мыслительная деятельность реализуется как на уровне сознания, так и на уровне бессознательного, характеризуется сложными переходами и взаимодействиями этих уровней (Пономарев, 1976). Существуют различные точки зрения на влияние неосознанной подсказки на успешность решения инсайтных задач. В некоторых исследованиях было показано положительное влияние неосознанной подсказки на успешность решение инсайтных задач (Федорова, 2014). Мы предположили, что различные виды подсказок будут оказывать разное влияние на задачи разного типа.

Общая гипотеза

Соответствие модальности и осознанности подсказки способу и виду предъявления задачи повышает эффективность решения последней.

Общая гипотеза конкретизируется в следующих частных гипотезах:

1. Визуальная подсказка повышает эффективность решения визуально предъявленных задач.
2. Аудиальная подсказка повышает эффективность решения аудиально предъявленных задач.
3. Осознанная подсказка повышает эффективность решения комбинаторных задач.
4. Неосознанная подсказка повышает эффективность решения инсайтных задач.

Процедура

Для проверки выдвинутых гипотез нами были созданы компьютерные программы в среде Python с помощью приложения PsychoPy версии 1.76.00, разработанного в Университете Ноттингема. Испытуемым предлагалось решать задачи комбинаторного и инсайтного типа, представленные в визуальном (в виде бегущей строки) или аудиальном (в виде аудиозаписи, предъявленной в наушники) формате. Выборка составила 16 человек (8 мужчин и 8 женщин, возраст 18–21 год).

Длительность предъявления визуальных и аудиальных задач была уравнена (13.5 с.). Каждая задача предъявлялась дважды, с интервалом в 10 секунд. Затем после 30-секундного интервала испытуемому предлагалось задание на лексический выбор (испытуемый должен был определить, реально ли существует предъявленное слово или это просто набор букв).

В случае осознанной подсказки лексический выбор состоял из 18 слов длительностью предъявления равной 1.5 с. Сразу после завершения задания испытуемому давалась подсказка в виде одного слова длительностью предъявления 3 с. (На экране появлялось слово ПОДСКАЗКА: ...).

В случае неосознанной подсказки лексический выбор состоял из 20 слов длительностью предъявления равной 1.5 с. Одно из этих слов являлось подсказкой. (То есть было скрыто среди слов, составляющих лексический выбор).

Слова для лексического выбора предъявлялись в случайном порядке. Задание лексического выбора и подсказки были представлены в визуальном (слова на экране) и аудиальном (аудиозаписи в наушниках) варианте. Подсказка заключалась в предъявлении слова, семантически связанного с решением. Фиксировалось время решения задачи после предъявления подсказки.

Результаты

Анализ полученных в эксперименте данных производился с помощью математического пакета Statistica. В качестве зависимой переменной рассматривалось время решения задачи после предъявления подсказки. В качестве независимых переменных рассматривались тип задачи (инсайтная / комбинаторная), модальность предъявления задачи (визуальная / аудиальная), вид подсказки (осознанная / неосознанная), модальность подсказки (визуальная / аудиальная). Сравнение производилось с помощью критерия Фишера.

Рассмотрим влияние модальности подсказки на успешность решения задач различных модальностей:

1. При рассмотрении влияния аудиальной и визуальной подсказки на эффективность решения аудиально и визуально предъявленных задач статистически значимых различий не было выявлено.
2. На успешность решения визуально предъявленной задачи не влияет модальность предъявленной подсказки.
3. Скорость решения аудиально предъявленной задачи не зависит от модальности подсказки.

Осознанность подсказки влияет на успешность решения задач различных типов следующим образом:

1. На решение комбинаторной задачи не оказывает влияния вид подсказки. Однако вид подсказки влияет на скорость решения инсайтной задачи.
2. Осознанная и неосознанная подсказки не влияют на скорость решения инсайтных и комбинаторных задач.
3. Было обнаружено, что осознанная подсказка значительно улучшает решение инсайтной задачи, в отличие от неосознанной подсказки ($p < .05$). Это может быть связано с тем, что слово-подсказка было семантически очень близко к решению задачи, а значит являлось достаточно сильной подсказкой. Возможно, при увеличении семан-

тического расстояния от подсказки до правильного решения мы получили бы иные результаты.

4. Значимого влияния осознанности подсказки на успешность решения комбинаторной задачи выявлено не было.

Выводы

1. Модальность подсказки оказывает влияние на успешность решения задач различных модальностей на уровне тенденции.
2. Осознанность подсказки влияет на успешность решения задач различных типов на уровне тенденции.
3. В проведенном исследовании были получены результаты, отражающие влияние осознанности подсказки на инсайтные и комбинаторные задачи, которые оказались обратны ожидаемым.
4. Гипотеза о том, что неосознанная подсказка повышает эффективность решения инсайтных задач, не подтвердилась. Осознанная подсказка значительно улучшает решение инсайтной задачи ($p < .05$).

Литература

- Пономарев Я.* Психология творчества. М.: Наука, 1975.
- Спиридонов В.Ф.* Психология мышления. Решение задач и проблем. Москва: Генезис, 2006.
- Федорова А.* Может ли положительный подпороговый прайминг препятствовать решению инсайтных задач // Вестник ЯрГУ им. П.Г. Демидова. Серия гуманитарные науки. 2014. № 3.
- Pecher D., Zeelenberg R., Barsalou L.W.* Verifying different-modality properties for concepts produces switching costs // Psychological Science. 2003. Vol. 14. No. 2. P. 119–124.

The Role of Conscious And Unconscious Hints of Different Modalities in Insight and Regular Problem Solving

Luneva A.R. *, Lebed A.A., Korovkin S.Y.

moon-lunar@mail.ru

Yaroslavl Demidov State University, Yaroslavl, Russia

Abstract. One of the methods of research on the nature of insight problem solving is based on the effects of hints of different types. Our approach was based on Barsalou's (2003) statement that information conversion from one modality to another demands some amount of resources. To test this statement, we varied the modality of a hint along with its congruence to the modality of the problem (visual or audio). Participants were asked to solve insight and regular problems, presented in either visual or audio format. Unconscious hints were part of a lexical choice procedure, while conscious ones were marked as such. The results revealed a slight tendency for the problems which were accompanied by hints of the same modality to be solved faster. An unexpected result was that insight problem solving was significantly improved by conscious hints.

Keywords: thinking, problem solving, insight

НАПРАВЛЕНИЕ МИКРОСАККАД В ЗАДАЧЕ НА ПРОИЗВОЛЬНОЕ ВНИМАНИЕ²⁹

Луныкова Е.Г. *

eglun@mail.ru

МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет психологии

Аннотация. В работе исследовалась связь ориентации микросаккад (горизонтальной или вертикальной) со сдвигами неявного произвольного (заданного задачей) и непроизвольного (вызванного подсказкой) внимания. Перед испытуемым ставилась задача удерживать стабильную фиксацию и при этом суммировать цифры, предъявляемые либо с вертикальным сдвигом, либо с горизонтальным сдвигом относительно точки фиксации. Цифры, предъявляемые в ортогональном заданном направлении следовало игнорировать. В каждой пробе предъявлению цифры предшествовала подсказка, задающая направление сдвига целевого стимула. Анализ распределения микросаккад в течение первых 350 мс после включения подсказки показал, что ни пространственное положение подсказки, ни тип задачи не вызывают заметных изменений в пропорциях горизонтально и вертикально ориентированных скачков.

Ключевые слова: микросаккада, ориентация микросаккад, неявное внимание, произвольное внимание

Во время стабильной фиксации человеческий глаз не обездвижен — он осуществляет низкоамплитудные движения, называемые также фиксационными движениями или микродвижениями, одним из видов которых являются микросаккады. Микросаккады представляют собой быстрые согласованные скачки амплитудой до 0.5° (по некоторым данным до 1°), осуществляемые с частотой 1–2 в секунду.

Если на заре изучения микродвижений глаз основными функциями микросаккад считались поддержание стабильной фиксации и предотвращение перцептивного исчезновения изображения в результате адаптации, то в последние 10–15 лет активно исследуется их связь с процессами обработки информации, в частности, с процессами неявного (от англ. covert) внимания. К последним относят проявления внимания к объектам или областям изображения, находящимся не в фокусе зрения, а проецирующимся в парафовеа или периферические зоны сетчатки. Например, о проявлении неявного внимания можно говорить в задачах, используемых в различных модификациях методики подсказки Познера (Posner, 1980). Так, оказалось, что предъявление стимула-подсказки, указывающего позицию целевого стимула, во-

²⁹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-07-00834.

первых, вызывает кратковременное подавление микросаккад во временном диапазоне 50–250 мс от включения подсказки с последующим ростом их частоты. Во-вторых, в период между подсказкой и целевым стимулом появляется больше микросаккад, направленных в сторону подсказки (Engbert, Kliegl, 2003). Эти факты позволили говорить о связи микросаккад с процессами неявного внимания.

Дальнейшие исследования, проводившиеся в аналогичной парадигме, давали противоречивые результаты. Использование различных типов стимулов-подсказок (экзогенных — прямых, связанных с пространственной позицией целевого стимула (например, вспышка справа или слева), и эндогенных — косвенных, требующих перекодировки (например, цвет подсказки)) показало, что выраженное изменение преобладающего направления микросаккад характерно для экзогенных стимулов (Laubrock et al., 2005), причем их ориентация меняется в зависимости от периода времени, прошедшего с момента включения подсказки. Аналогичные результаты были получены при изменении значения стимула-подсказки: даже если он обозначал направление, противоположное целевому стимулу, взгляд, тем не менее, следовал за подсказкой, а не в сторону зоны ожидаемой цели (Yokoyama et al., 2012). Однако анализ распределения микросаккад по времени пробы (Pastukhov, Braun, 2010) показал, что в период микросаккадического подавления и сразу после него (то есть в первые 50–350 мс после подсказки) доминирующее направление скачков все же связано со сдвигами внимания на цель.

Известно, что значительная часть микросаккад (около 70 %) имеет более выраженную горизонтальную составляющую. Поэтому в большинстве указанных работ исследовались только горизонтально ориентированные микросаккады и подсказка задавала их правое/левое направление. Остаются неочевидными вопросы о том, могут ли сдвиги внимания повлиять на изменение преобладающей ориентации (горизонтальной или вертикальной) и будут ли связаны эти изменения с произвольным вниманием к решаемой задаче или с непроизвольной ориентировкой, вызванной сменой стимуляции.

В нашем исследовании перед испытуемым ставится задача, избирательно связанная с расположением целевого стимула (либо горизонтальным, либо вертикальным). Мы предположили, что если микросаккады следуют за пространственным изменением стимуляции, то в результатах проявятся различия по их ориентации между условиями с разным типом подсказки (горизонтальной или вертикальной). Если же микросаккады связаны с проявлениями произвольного внимания, то различия более вероятны между условиями с разными типами решаемых задач.

Участники. В исследовании участвовали 12 добровольцев (ср. возраст 19 лет) с нормальным или скорректированным до нормального зрением.

Аппаратура. Стимуляция предъявлялась на LCD-мониторе с диагональю 23 дюйма и разрешением 1920×1080 пикселей, находившемся на расстоянии 75 см от наблюдателя. Регистрация движений глаз осуществлялась в монокулярном режиме при помощи ай-трекера SMI iViewX™ Hi-Speed 1250 с частотой 1250 Гц и разрешением <0.01 угл. град.

Стимулы. В центре белого экрана располагался красный фиксационный крест размером 0.25 угл. град. Целевыми стимулами были серые цифры размером 0.3 угл. град., предъявлявшиеся по одной на 50 мс и расположенные по горизонтали или по вертикали от фиксационного креста на расстоянии 1.5 угл. град. Целевые стимулы предварялись горизонтальной или вертикальной подсказкой. 100 % подсказок были правильными.

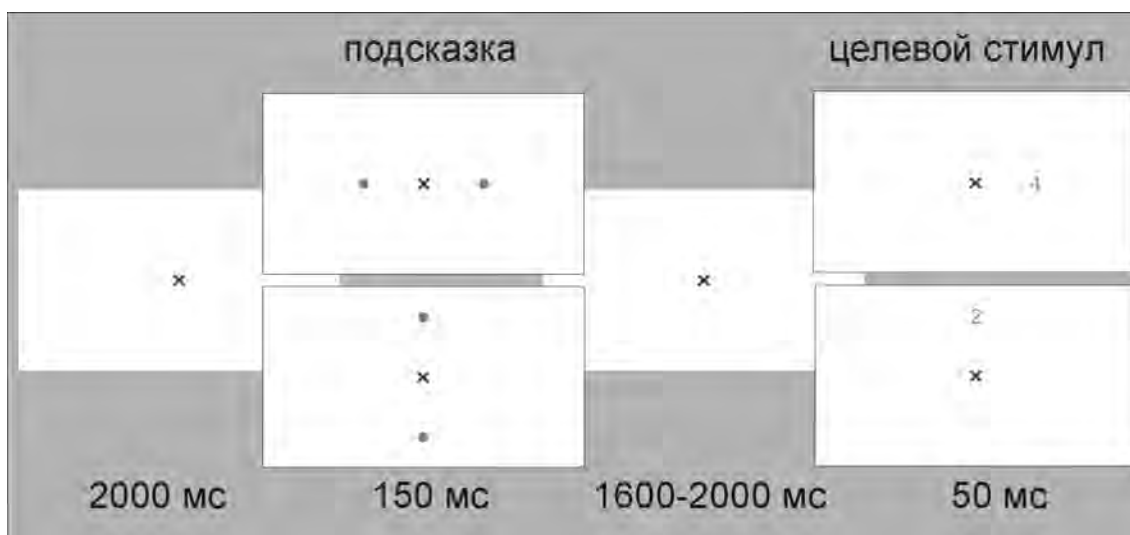


Рисунок 1. Схема стандартной пробы

Процедура. Схема стандартной пробы представлена на рис. 1. Пробы объединялись в серии по 12 штук (6 горизонтальных и 6 вертикальных, предъявляемых в случайном порядке). Каждая серия предварялась одним из двух возможных вариантов инструкции. При «горизонтальном» варианте инструкции задача наблюдателя состояла в том, чтобы в течение серии суммировать цифры, предъявляемые по горизонтали (слева или справа) от фиксационного креста, игнорируя цифры, предъявляемые по вертикали. При «вертикальном» варианте инструкции задача была обратной — суммировать цифры, предъявляемые по вертикали (сверху или снизу) от фиксационного креста, игнорируя цифры, предъявляемые по горизонтали. В конце серии полученная сумма фиксировалась экспериментатором. При этом наблюдатель в течение

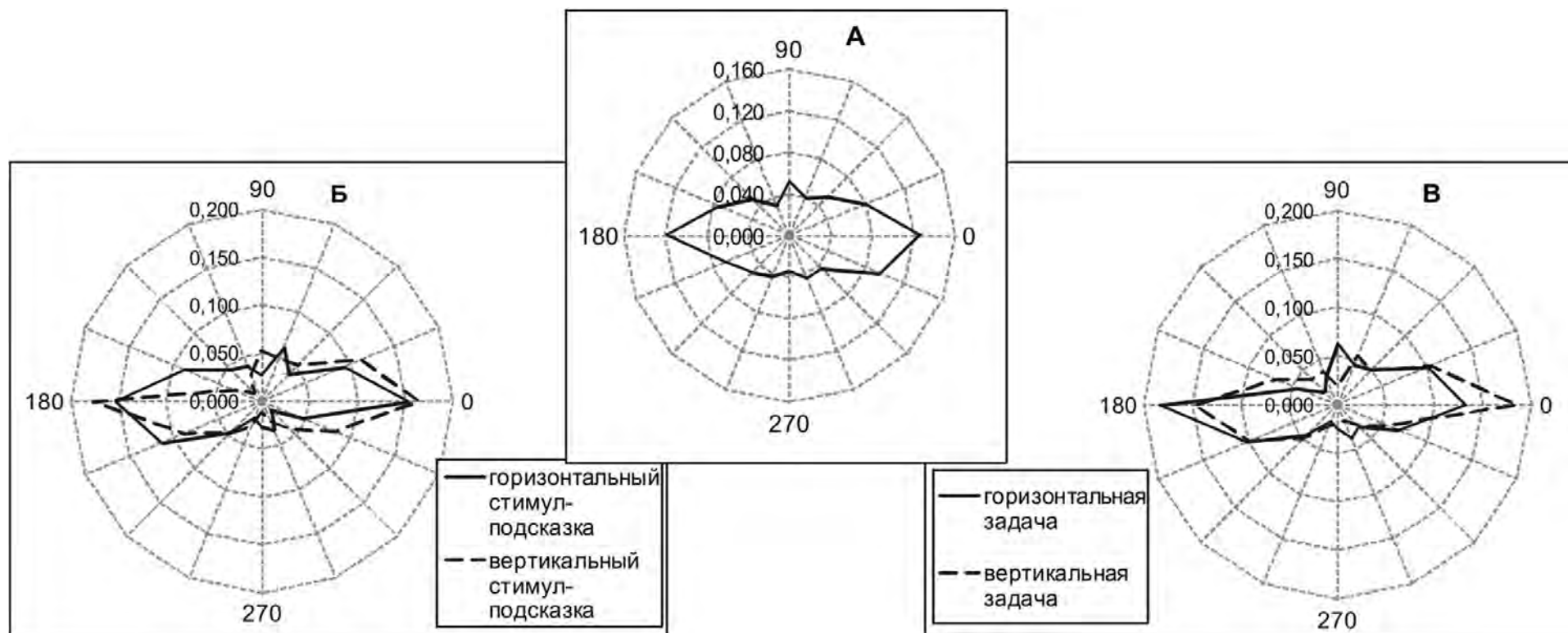


Рисунок 2. Распределение микросаккад по направлениям: А — в задаче простой стабильной фиксации; Б и В — в основной задаче в первые 350 мс после включения подсказки

всей серии должен был удерживать взгляд на фиксационном кресте. Эксперимент состоял из 8 серий — по 4 горизонтальных и вертикальных для каждого испытуемого. Для контроля распределения микросаккад у каждого испытуемого перед каждой серией регистрировались движения глаз в задачах простой вынужденной фиксации и мысленного счета. В течение эксперимента дважды с каждым участником проводилась 13-точечная калибровка аппаратуры.

Обработка данных состояла в выделении микросаккадических движений с использованием модифицированного алгоритма, предложенного Engbert, Kliegl (2003). Микросаккады определялись по следующим критериям: пиковая скорость не менее 20 угл. град. в сек.; минимальная длительность 8 мс; максимальная амплитуда 1 угл. град. Данные трех испытуемых были исключены из анализа в связи со сбоями при записи или калибровке. Также из анализа исключались пробы с нестабильной фиксацией, из записи вырезались участки морганий и следующие за морганием 200 мс.

Результаты. Анализ данных по частоте микросаккад подтвердил результаты, полученные в более ранних исследованиях (Engbert, Kliegl, 2003; Pastukhov, Braun, 2010). Средняя частота микросаккад в условиях стабильной фиксации составила 1.87 с^{-1} ($SD = 0.6$). Предъявление подсказки вызывает слабо выраженный эффект подавления микросаккад ($M = 0.94 \text{ с}^{-1}$; $SD = 0.5$).

Анализ распределения микросаккад по направлениям выявил, что число горизонтально ориентированных скачков составляет не менее 60 % от их общего количества во всех типах задач у большинства испытуемых. При этом ни тип стимула, ни тип задачи не вызывает заметных изменений в пропорциях горизонтально и вертикально ориентированных скачков. Парный t-критерий Стьюдента не выявил значимых различий в ориентации микросаккад у отдельных испытуемых между условиями стабильной фиксации, мысленного счета и решения основной задачи. Детальный анализ направлений микросаккад в зависимости от типа стимула и типа задачи в период подавления микросаккад и сразу после него (в первые 350 мс от включения подсказки) также не дал результатов (рис. 2).

Таким образом, гипотеза о связи горизонтальной или вертикальной ориентации микросаккад с направлением неявного произвольного внимания не подтвердилась. Не подтвердилась также гипотеза о преимущественном направлении микросаккад в соответствии с ориентацией стимула-подсказки. Возможно, такое расхождение с результатами предшествующих работ (Pastukhov, Braun, 2010; Yokoyama et al., 2012) обусловлено тем, что в исследованиях указанных авторов стимул-подсказка предъявлялся в определенной пространственной позиции (либо слева, либо справа от точки фиксации), в то время как в

данном исследовании он задавал только ось, а не конкретное расположение целевого стимула.

Литература

- Engbert R., Kliegl R.* Microsaccades uncover the orientation of covert attention // *Vision Research*. 2003. Vol. 43. No. 9. P. 1035–1045.
- Laubrock J., Engbert R., Kliegl R.* Microsaccade dynamics during covert attention // *Vision Research*. 2005. Vol. 45. No. 6. P. 721–730.
- Pastukhov A., Braun J.* Rare but precious: microsaccades are highly informative about attentional allocation // *Vision Research*. 2010. Vol. 50. No. 12. P. 1173–1184.
- Posner M.I.* Orienting of attention // *Quarterly journal of experimental psychology*. 1980. Vol. 32. No. 1. P. 3–25.
- Wallis G., Bühlhoff H.H.* Effects of temporal association on recognition memory // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2001. Vol. 98. No. 8. P. 4800–4804.
- Yokoyama T., Noguchi Y., Kita S.* Attentional shifts by gaze direction in voluntary orienting: evidence from a microsaccade study // *Experimental Brain Research*. 2012. Vol. 223. No. 2. P. 291–300.

Microsaccade Orientation in a Voluntary Attention Task

Luniakova E.G. *

eglun@mail.ru

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Psychology,
Moscow, Russia

Abstract. Microsaccades orientation (horizontal or vertical) was studied in dependence on the voluntary (given by special task) and involuntary (caused by spatial cue) covert attention shifts. A participant was to fixate a central point and summarize the figures that were presented with either horizontal or vertical shift relative to the fixation point. Figures presented in the orthogonal direction to the direction given by task were to be ignored. In each trial a figures presentation was preceded by a spatial attentional cue showing horizontal or vertical position of the following target. The analysis of the microsaccades distribution during the first 350 ms after cue onset showed that neither a spatial cue position, nor a type of task had significant effect on the ratio of horizontally and vertically oriented microsaccades.

Keywords: microsaccade, microsaccade orientation, covert attention, voluntary attention

ВОСПРИЯТИЕ ИНДИВИДУАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕЛОВЕКА ПО ВЫРАЖЕНИЮ ЦЕЛОГО И ЧАСТИЧНО ОТКРЫТОГО ЛИЦА НА ПРИМЕРЕ ПОРТРЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ³⁰

Лупенко Е.А. *

elena-lupenko@yandex.ru

Центр экспериментальной психологии МГППУ

Аннотация. Статья посвящена изучению восприятия выражения целого и разделенного (на левую и правую половину) лица на примере портретных изображений. Показана специфика восприятия индивидуально-психологических характеристик человека по портретному изображению. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что каждая часть лица и лицо в целом обладают своим собственным экспрессивным потенциалом, так что при восприятии выражения целого и «разделенного» лица возникает несколько разных образов личности.

Ключевые слова: восприятие лица человека, изображенного на портрете; восприятие выражения целого и фрагментарного лица; индивидуально-психологические характеристики человека

В настоящее время в психологии накоплен обширный эмпирический материал в области изучения восприятия выражения лица и его частей (Артемцева, 2003; Барабанщиков, 2009, 2012, Барабанщиков, Болдырев, 2006; Ющенкова, 2011; Ющенкова, Мещеряков, 2010). Несмотря на это, проблема влияния пространственной ассиметрии человеческого лица на восприятие его индивидуально-психологических особенностей и вопрос о дифференциальном вкладе различных частей лица в его восприятие и опознание остаются пока недостаточно разработанными.

Поиск адекватных поставленным задачам методов исследования привел к необходимости изучения восприятия выражения лица в условиях его окклюзии, то есть загороживания отдельных частей лица, а также айтрекинг-исследований.

При изучении специфики восприятия выражения лица, представленного фрагментарно (правая/левая и верхняя/нижняя половины лица), предпринятым рядом исследователей, в частности, Г. Уэллисом (Wallis, 2001), Н.Г. Артемцевой (Артемцева, 2003), А.О. Болдыревым (Барабанщиков, Болдырев, 2007), А.В. Жегалло (Барабанщиков, Жегалло, 2013) и

³⁰ Работа выполнена при поддержке РФФ, проект № 14-18-03350 «Когнитивные механизмы невербальной коммуникации».

др., основной целью демонстрации отдельных частей лица являлось изучение возможностей выражения личностных черт и обнаружения парциального экспрессивного потенциала, которым обладает каждая часть лица. Результаты свидетельствуют о наличии существенных различий в возможностях распознавания личностных черт, которые в первую очередь зависят от типа лица натурщика и разновидности окклюзии. Кроме того, между частями лица существуют взаимовлияния, сохраняющие, усиливающие или ослабляющие экспрессивный потенциал отдельных частей и лица в целом. Одна из задач вышеперечисленных исследований состояла в том, чтобы проследить особенности взаимодействия частей в рамках целого. Авторы интересовало также изучение условий эффективности восприятия выражения фрагментарного лица. Нередко в исследованиях используются отдельные детали лица, с целью выяснения, какие из этих деталей наиболее важны в процедурах запоминания и опознания лиц (Ющенкова, 2011).

Диссертационное исследование Н.Г. Артемцевой, посвященное восприятию психологических характеристик человека по «разделенному лицу», свидетельствует об общей адекватности оценок свойств личности по изображениям правой и левой половин лица, установленной на основе биографических данных (Артемцева, 2003). Автором было показано, что правая и левая половины оцениваются частично по-разному, но не противоречат друг другу и даже друг друга взаимодополняют.

Результаты исследования, описанные в работе В.А. Барабанщикова и А.О. Болдырева (Барабанщиков, Болдырев, 2007), говорят о том, что окклюзия приводит как к ослаблению, так и к усилению адекватности восприятия выражения лица, позволяя, таким образом, высказать предположение о наличии различных способов восприятия выражения целого и фрагментарного лица, успешность реализации которых обусловлена, в частности, гендерными различиями натурщиков. Авторы отмечают, что выражение целого лица является экспрессивно избыточным, предполагает наличие лишних степеней свободы, часто противоречиво и, таким образом, далеко не всегда повышает адекватность восприятия, в то время как экспрессивный потенциал фрагментарного лица бывает достаточен для адекватного восприятия личности человека. Поэтому выражение фрагментарного лица воспринимается часто более эффективно, чем выражение целого.

Исходя из всего сказанного, можно сделать вывод о том, что исследование восприятия выражения лица, представленного фрагментарно, до сих пор сохраняют свою актуальность и новизну. Наша работа представляет собой в некотором смысле продолжение вышеупомянутых исследований, однако также ставит своей целью поиск аналогичных за-

кономерностей и механизмов восприятия на другом перцептивном материале, то есть на живописных портретах.

Данный вид стимульного материала, в отличие от фотографического изображения, обладает своей спецификой, заключающейся в том, что на портрете художник, автор портрета, добиваясь портретного сходства, пытается создать целостный образ портретируемого. Можно констатировать, что портрет, в отличие от фотографии, является «сделанным» произведением искусства, на которое потрачено много времени и умственных усилий автора, благодаря чему по качеству и глубине передачи он будет намного более сложной и многоуровневой работой, гораздо лучше передающей личность.

Этот факт, а также особая способность портрета выделить те черты человеческой личности, которым приписывается смысловая доминанта, актуализируют целый спектр проблем, связанный с восприятием выражения лица и обширное поле для психологического исследования и анализа. При этом лицо человека, изображенного на портрете, выступает не только в качестве объекта межличностного познания, но и в качестве объекта глубинной интерпретации.

Опираясь на положения когнитивно-коммуникативного подхода к исследованию перцептивных процессов (Ломов, 1975), мы в первую очередь должны иметь в виду, что и создание портрета, и его последующее восприятие зрителем, — это акт коммуникации. В первом случае — художника и модели, во втором — художника и наблюдателя. Поэтому мы с полным правом можем рассматривать такой жанр искусства, как портретная живопись, в контексте межличностного восприятия и понимания.

В качестве стимульного материала выступили пять портретов известных лиц русских художников XIX–XX вв. (три женских и два мужских), которые были подвергнуты обработке: удалены все детали интерьера, фон, оставлено только изображение лица с элементами прически, приближенно анфас. Кроме того, каждое изображение лица было разделено на две половины по линии носа с сохраненным контуром и заливкой серого цвета противоположной части лица. Обработанные таким образом портреты предъявлялись двум разным группам испытуемых.

Первой группе на экране компьютерного дисплея последовательно на неограниченное время предъявлялись пять целых («неразделенных») портретов. Согласно инструкции, испытуемые должны были составить свободное семантическое описание индивидуально-психологических характеристик изображенных на портретах людей и определить их возраст. Второй группе аналогичным образом предъявлялись лица тех же людей, разделенные на две половины по линии носа, с сохраненным контуром противоположной части лица, отдельно правая половина, отдельно левая, вперемешку. Необходимо было так же, как и в первом случае, описать

индивидуально-психологические характеристики человека, изображенного на портрете, и определить его возраст. Участники эксперимента: взрослые и студенты московских вузов, общее количество 56 человек в возрасте от 19 до 60 лет, средний возраст 32.3.

Результаты исследования

Анализ результатов свидетельствуют о том, что правая и левая половины лица изображенного на портрете человека описываются частично по-разному, однако в описании присутствуют также и общие для обеих половин лица индивидуально-психологические характеристики.

Частотный анализ используемых при описании индивидуально-психологических характеристик говорит о том, что в описаниях правой и левой половин лица присутствуют как специфические только для этой половины лица, так и общие для обеих половин лица индивидуально-психологические характеристики. То же справедливо и для описания целого лица.

Приведем пример описания правой и левой половин, а также целого лица Е.Г. Мамонтовой, изображенной на портрете И.Е. Репина (табл. 1).

Таблица 1

Левая половина лица	Правая половина лица	Левая и правая половины (общие характеристики)	Целое лицо	«Разделенное лицо» и целое лицо (общие характеристики)
властная задумчивая застенчивая ироничная недоверчивая образованная скромная уравновешенная хитрая целеустремленная	злая коварная- серьезная строгая упрямая циничная	грустная закрытая надменная печальная решительная сдержанная спокойная умная уставшая	авторитарная верная вспыльчивая жесткая консервативная мудрая несчастливая терпеливая трудолюбивая уравновешенная флегматичная	властная грустная печальная сдержанная спокойная строгая умная

Характерно, что при описании целого лица значимо чаще ($p < .05$) встречаются индивидуально-психологические характеристики, общие для левой и правой сторон лица одновременно, чем характеристики, используемые для описания только левой или только правой сторон лица. Особенно это характерно для описания мужских лиц. Этот факт говорит

в пользу того, что при восприятии выражения целого и «разделенного» лица возникает несколько разных образов личности, и восприятие выражения целого лица не является простой суммой характеристик левой и правой половин лица. Полученные результаты позволяют выделить общее и различное в восприятии выражения целого и частично открытого лица. Каждая часть лица, таким образом, может нести самостоятельный экспрессивный потенциал, так же как и изображение целого лица. Описания, полученные в результате восприятия выражения «разделенного лица», отражают реальные индивидуально-психологические характеристики персонажей, изображенных на портретах, что подтверждается биографическими описаниями и воспоминаниями современников этих персонажей. Возраст в целом оценивается неадекватно, как и по данным других исследований восприятия портретных изображений (Лупенко, 2014). Однако при сравнении оценки возраста по разным половинам лица и по целому лицу отличия в целом являются незначимыми ($p > .18$).

Литература

- Артемцева Н.Г.* Восприятие психологических характеристик человека по его «разделенному» лицу. Автореф. дисс. ... канд. психол. наук. М.: ИП РАН, 2003.
- Барабанщиков В.А.* Восприятие выражений лица. М.: Изд-во ИП РАН, 2009.
- Барабанщиков В. А., Болдырев А.О.* Восприятие выражения лица в условиях викарного общения // Общение и познание М.: Изд-во ИП РАН, 2007. С. 15–43.
- Ломов Б.* Психические процессы и общение // Методологические проблемы социальной психологии М.: Наука, 1975. С. 151–165.
- Лупенко Е.А.* Влияние окклюзии на восприятие и опознание личности человека, изображенного на портрете // Экспериментальная психология. 2014. Т. 7. № 1. С. 44–55.
- Ющенкова Д., Мещеряков Б.Г.* Распознавание отдельных черт лица как основа узнавания целого лица // Экспериментальная психология. 2010. Т. 3. № 3. С. 84–92.
- Ющенкова Д.В.* Опознание и оценка привлекательности человеческого лица на основе его частей. Автореф. дисс. ... канд. психол. наук. М.: ИП РАН, 2011.
- Wallis G., Bülthoff H.H. Effects of temporal association on recognition memory // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2001. Vol. 98. No. 8. P. 4800–4804.

Perception of Individual Psychological Characteristics in the Expressions of Whole and Fragmentary Faces

Lupenko E.A. *

elena-lupenko@yandex.ru

Center of Experimental Psychology MCUPE, Moscow, Russia

Abstract. This article is devoted to the study of the perception of the expressions of whole and split faces (left and right halves) as presented in portraits, and specifically the perception of individual psychological characteristics. The results of the study indicate that each part of the face and the face as a whole have their own expressive potential, so that in the perception of the whole and the expression "separation" faces, there are several different patterns of personality.

Keywords: perception of the person depicted in the portrait, perception of the expression of the whole and fragmentary face, individual psychological characteristics of a person

АФФЕКТИВНАЯ ОКРАСКА СЛОВ РУССКОГО ЯЗЫКА: СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЕРЕРАБОТКИ АФФЕКТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ³¹

Люсин Д.В. * (1, 2), Сысоева Т.А. (3)

ooch@mail.ru

1 — Институт психологии РАН, 2 — НИУ Высшая школа экономики,

3 — Психологический институт РАО

Аннотация. В исследованиях переработки эмоционально окрашенной информации в качестве стимульного материала часто используются аффективно окрашенные слова. Для качественного подбора стимулов зарубежные исследователи могут использовать готовые базы с эмоциональными оценками, а русскоязычные авторы вынуждены получать такие оценки самостоятельно. Целью работы был сбор нормативных данных по эмоциональной окраске 378 существительных русского языка. Испытуемых ($N=100$, возраст 17–27 лет, 57 % женщины) оценивали, насколько каждое слово ассоциируется с радостью, страхом, отвращением, злостью и грустью. В составленной базе также приводится длина слов и их частотность.

Ключевые слова: аффективно окрашенные слова, переработка эмоциональной информации

В исследованиях переработки эмоциональной информации часто возникает задача подбора адекватного с точки зрения эмоционального содержания стимульного материала. Аффективно окрашенные слова являются одним из основных видов стимулов, используемых в таких исследовательских парадигмах? как эмоциональный эффект Струпа (Williams et al., 1996), проба с точкой (MacLeod et al., 1986), аффективный прайминг (Fazio, 2001) и др. Такие стимулы постоянно требуются для исследований влияния эмоционального содержания перерабатываемой информации на память, внимание, категоризацию.

В результате проведение исследований в области эмоциональной переработки сопряжено с большими сложностями, связанными с подбором стимульного материала, и требуют от исследователей приложения дополнительных усилий для получения эмоциональных оценок слов, на основании которых может быть выбран стимульный материал.

В зависимости от особенностей проводимых работ и теоретических предпочтений исследователей могут реализовываться различные подходы к выбору стимуляции. В частности, критерии, на основании которых

³¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-06-00393.

выбираются стимулы, различаются содержательно: во внимание могут приниматься эмоциональные измерения, такие как валентность (положительная vs. отрицательная), уровень активации (низкий vs. высокий) и т. д., либо эмоциональные категории (сила ассоциативной связи слова с той или иной эмоцией).

До недавнего времени во многих работах внимание обращалось преимущественно на валентность эмоциональной окраски, но в последние годы становится все более очевидным, что многие эффекты, связанные со спецификой переработки аффективной информации, можно получить только при работе со стимулами, связанными с определенным типом эмоций. Например, эмоциональный эффект Струпа чаще всего изучается применительно к конкретным эмоциональным категориям, а не к негативной и позитивной валентности в целом (Williams et al., 1996).

Зарубежные исследователи при подборе стимулов часто используют уже существующие нормативные данные по эмоциональной окраске слов (Bradley, Lang, 1999, Strauss, Allen, 2008, Vo et al., 2006 и др.). Для русского языка такие данные пока отсутствуют, что существенно затрудняет проведение исследований по переработке аффективной информации на русскоязычных испытуемых.

Наша цель состояла в том, чтобы получить такие данные. Причем были выбраны эмоции, которые наиболее часто интересуют исследователей: радость, грусть, злость, страх, отвращение. Также получены данные и для нейтральных в эмоциональном отношении слов, так как они часто требуются для сопоставления с аффективно окрашенными.

Методика

Испытуемые

Исходная выборка состояла из 112 человек, проживающих в г. Москве. В основном — студенты, изучающие экономику и политологию, 9 испытуемых являлись представителями других видов деятельности. Визуальный анализ протоколов с ответами показал, что некоторые испытуемые не следовали инструкции и давали случайные ответы хотя бы на часть слов. Протоколы этих испытуемых были исключены из дальнейшей обработки. Также были исключены протоколы тех испытуемых, которые указали, что русский язык не является для них родным.

Итоговая выборка включала 100 человек в возрасте от 18 до 27 лет ($M = 19$, $SD = 2$), из них 57 % женского пола.

Материалы

Был составлен список из 378 существительных с различной аффективной окраской. В список вошли слова, которые предположительно ассоциируются с радостью, страхом, отвращением, злостью и грустью, а также нейтральные слова, не имеющие выраженной аффективной окрас-

ки. В список не включались слова с выраженной полисемией; длина использованных слов составляла 1–5 слогов (2–14 букв).

Для облегчения работы испытуемых исходный список был разбит на две половины (Список 1 и Список 2). Каждый испытуемый работал только с одним списком (53 испытуемых со Списком 1 и 47 со Списком 2). Для того чтобы получить возможность оценивать согласованность ответов испытуемых, работавших с разными списками, в каждый из них было включено 14 одинаковых слов. Это были слова с предположительно различной аффективной окраской. Те же слова дважды повторялись внутри Списка 1 и Списка 2 (в их первой и второй половине), для того чтобы можно было оценить устойчивость оценок, дававшихся каждым испытуемым. Оба списка состояли из 210 слов (196 уникальных слов и 14 повторов). Для уменьшения возможного влияния усталости и тренировки на оценки было разработано четыре варианта каждого списка, отличавшихся последовательностью предъявления слов.

Процедура

Все испытуемые работали на добровольной основе индивидуально или в небольших группах. Давалась следующая инструкция: «Оцените, пожалуйста, по шкале 0–5, насколько, по Вашему мнению, каждое из перечисленных ниже слов ассоциируется (связано) с такими эмоциями? как радость, страх, отвращение, злость и грусть. Вам необходимо заполнить приведенные ниже таблицы, в строках которых указаны слова, а в столбцах — эмоции. Если Вам кажется, что данное слово совершенно не связано с данной эмоцией, то на пересечении соответствующих строки и столбца поставьте “0”, если Вы считаете, что данное слово очень сильно связано с данной эмоцией, ставьте “5”, Вы можете использовать также и все средние значения указанной шкалы. Таким образом, для каждого слова необходимо дать 5 оценок: насколько оно ассоциируется с радостью (1 столбец), насколько — со страхом (2 столбец), с отвращением (3 столбец), со злостью (4 столбец) и с грустью (5 столбец). Если необходимо, Вы можете ставить высокие оценки сразу в нескольких столбцах для одного и того же слова». Кроме этого, задавался вопрос, является ли русский язык родным для испытуемого.

Результаты

Для оценки достоверности результатов для каждого испытуемого были подсчитаны коэффициенты корреляции Спирмена между оценками, данными ими по каждой эмоции для 14 повторяющихся слов. Таким образом, для каждого испытуемого рассчитывалось 5 коэффициентов корреляции. Как сомнительные рассматривались результаты испытуемых, у которых хотя бы один из коэффициентов оказался меньше .4 или хотя бы один коэффициент корреляции не мог быть вычислен. В выборке

было обнаружено 34 человека, протоколы которых соответствовали этим критериям. Однако однозначно сформулировать критерии, на основании которых ответы тех или иных испытуемых должны быть признаны ненадежными, довольно сложно, так как неустойчивость оценок по одной из эмоций не обязательно должна свидетельствовать о некачественной работе испытуемого и приводить к исключению его ответов по остальным эмоциям, а количество повторяющихся слов было недостаточно большим, чтобы полученные коэффициенты корреляций хорошо оценивали надежность. В связи с этим вся дальнейшая обработка результатов осуществлялась для полной выборки ($N = 100$) и для сокращенной выборки, из которой были исключены ответы испытуемых, признанные сомнительными в соответствии со сформулированными критериями ($N = 66$; для Списка 1 — 35 человек, для Списка 2 — 31 человек).

Показатели согласованности оценок испытуемых оказались высокими для каждой из эмоций как на полной, так и на сокращенной выборке (альфы Кронбаха для каждого случая не опускались ниже 0.97).

Для испытуемых, работавших со списками 1 и 2, были посчитаны средние оценки, данные по каждой эмоции повторяющимся словам при первом и втором их предъявлении. Для оценки согласованности ответов испытуемых, работавших с разными списками слов, вычислялись корреляции этих усредненных оценок. Как для общей, так и для сокращенной выборки, эти корреляции находились в диапазоне .77–.99.

Все эти показатели говорят, во-первых, о том, что оценки большинства испытуемых были устойчивы во времени; во-вторых, о том, что состав списка слов не влиял на работу испытуемых; в-третьих, о том, что оценки, данные испытуемыми, индивидуальные данные которых по формальным критериям могут рассматриваться как недостаточно качественные, тем не менее могут быть включены в общую выборку, так как не снижают общих показателей надежности.

В результате проведенной работы получена база данных с нормативными оценками аффективной окраски имен существительных русского языка. В нее включены также данные о длине слов (количество букв и количество слогов) и их частотности (по Новому частотному словарю русской лексики, Ляшевская, Шаров, 2009). Полученные результаты могут использоваться для отбора слов с желаемыми аффективными характеристиками при проведении широкого круга психологических и психолингвистических исследований. База данных может использоваться всеми желающими бесплатно, для получения доступа необходимо послать запрос авторам по электронной почте.

Литература

- Ляшевская О.Н., Шаров С.А. Новый частотный словарь русской лексики. М.: Азбуковник, 2009.
- Bradley M.M., Lang P.J. Affective norms for English words (ANEW): Instruction manual and affective ratings. Technical Report C-1. The Center for Research in Psychophysiology. University of Florida, 1999.
- Fazio R.H. On the automatic activation of associated evaluations: An overview // *Cognition & Emotion*. 2001. Vol. 15. No. 2. P. 115–141.
- MacLeod C., Mathews A., Tata P. Attentional bias in emotional disorders. // *Journal of abnormal psychology*. 1986. Vol. 95. No. 1. P. 15–20.
- Strauss G.P., Allen D.N. Emotional intensity and categorisation ratings for emotional and nonemotional words // *Cognition and emotion*. 2008. Vol. 22. No. 1. P. 114–133.
- Võ M.L., Jacobs A.M., Conrad M. Cross-validating the Berlin affective word list // *Behavior Research Methods*. 2006. Vol. 38. No. 4. P. 606–609.
- Williams J.M.G., Mathews A., MacLeod C. The emotional Stroop task and psychopathology. // *Psychological bulletin*. 1996. Vol. 120. No. 1. P. 3–24.

Affective Words in Russian: Database for the Studies of Affective Information Processing

Lyusin D. * (1, 2), Sysoeva T.A. (3)

ooch@mail.ru

1 — Higher School of Economics, 2 — Russian Academy of Sciences, Institute of Psychology, 3 — Psychological Institute, Russian Academy of Education, Moscow, Russia

Abstract. Studies of affective information processing often use affective words as stimuli. International researchers have access to databases with affective word norms; however, there are no such databases in Russian. We collected normative data on the emotional tone of 378 Russian nouns. Participants ($N = 100$, ages between 17 and 27 years, 57 % female) rated to which extent each word was associated with happiness, fear, disgust, anger and sadness. The database also contains information on word length and frequency.

Keywords: affective words, emotional information processing

ОПОЗНАНИЕ ЛИЦ В УСЛОВИЯХ ЗАТРУДНЕННОГО ВОСПРИЯТИЯ³²

Макаров И.Н. *, Владимиров И.Ю.

geoge@mail.ru

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Аннотация. Распознавание лиц — сложная проблема, изучаемая специалистами разных областей. Успехи в области машинного зрения могут позволить исследователям понять механизмы зрительного восприятия человека, а также создать систему распознавания лиц. В данной работе делается попытка изучения стратегий распознавания лиц людьми при просмотре зашумленных изображений с целью использования полученных данных для обучения нейронной сети определению лиц с эффективностью, сопоставимой с той, что демонстрируют люди. В результате удалось обнаружить значимые различия в эффективности при определении демографических характеристик при разных типах искажений. В связи с чем можно предположить, что за их обработкой стоят различные механизмы.

Ключевые слова: окулография, восприятие, распознавание лиц

Введение

За последние десять лет распознавание лиц превратилось в популярную область для исследований машинного зрения и одним из наиболее успешных приложений методов анализа изображений. Сама по себе эта проблема интересует не только исследователей в области информатики, но также исследователей, занимающихся вопросами функционирования мозга. Общей идеей является то, что успехи в области машинного зрения дадут исследователям мозга намеки на то, как он работает, и наоборот.

Наиболее многообещающими выглядят системы, основанные на искусственных нейронных сетях, благодаря таким их свойствам, как обучаемость и адаптивность (Хайкин, 2006). Однако существуют значительные сложности при создании систем, распознающих лица. Все они сводятся к тому, что изменения, даже незначительные, в освещении, качестве изображения или просто поворот головы приводят к крайне заметному падению эффективности этих систем. С другой стороны, подобные препятствия не мешают людям успешно распознавать лица. В связи с чем изучение способов, которыми пользуются люди для распознавания лиц, может дать ценные сведения для создания более эффективных нейросетей.

³² Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ № 14-06-00295.

В данной работе сделана попытка изучить механизмы, лежащие в основе успешного распознавания лиц людей.

Основная цель — узнать, как именно качество изображения влияет на распознавание лиц, а также попытаться исследовать механизмы, стоящие за распознаванием. На данном этапе мы ограничились лишь сравнением эффективности нейронной сети, использующей алгоритм Виоллы-Джонса (Viola, Jones, 2001) и людей. Гипотезами данного исследования являются:

1. Тип искажения определяет стратегию, которой будет пользоваться испытуемый для определения демографических характеристик (в зависимости от условий предъявления материала задача классификации решается по-разному; мы предположили, что если за анализ демографических характеристик людей в разных условиях отвечают разные механизмы, то они будут проявляться в использовании различных стратегий).
2. Степень искажения оказывает влияние на сложность определения демографических характеристик, причем шум Гаусса будет значительно более сильным дистрактором (большее по силе искажение сильнее затрудняет распознавание, что отразится в увеличении диаметра зрачка; шум Гаусса не встречается в обычной жизни, поэтому он может вызывать больше сложностей).
3. Нейронная сеть эффективнее будет распознавать изображения с шумом Гаусса, а человек — с искажением типа Blur (если шум Гаусса необычен для человека, а Blur имеет аналоги, то за счет возможного наличия автоматических механизмов человек будет лучше справляться с Blur, а нейронная сеть — с шумом Гаусса, так как тут у человека может не быть преимуществ).

Процедура и методы исследования

Исследование проводилось с использованием оборудования для регистрации движений глаз SMI ETG.

Экспериментальный материал состоял из 6 изображений: 3 мужчины и 3 женщины, причем среди представителей каждого пола было по одному представителю из разных рас: европеоидной, монголоидной и негроидной. Все люди на изображениях были разных возрастов (дети, взрослые, старики).

Степень искажения варьировалась по силе (искажение от 1 до 6, где 1 — оригинал изображения без искажений, 6 — очень сильное искажение), а также по типу искажения (Blur и шум Гаусса).

Задачей испытуемых было определить расу, пол и возраст людей.

Выборка составила 24 человека, и так как каждый испытуемый смотрел на 6 изображений, то в ходе исследования было создано 144 экспериментальных ситуации.



Рисунок 1. Пример шума Гаусса



Рисунок 2. Пример Blur

Результаты исследования

Шум Гаусса вызывает у испытуемых большее напряжение, которое определялось по ширине зрачка (Канеман, 2006) на протяжении всей процедуры определения демографических характеристик человека на изображении.

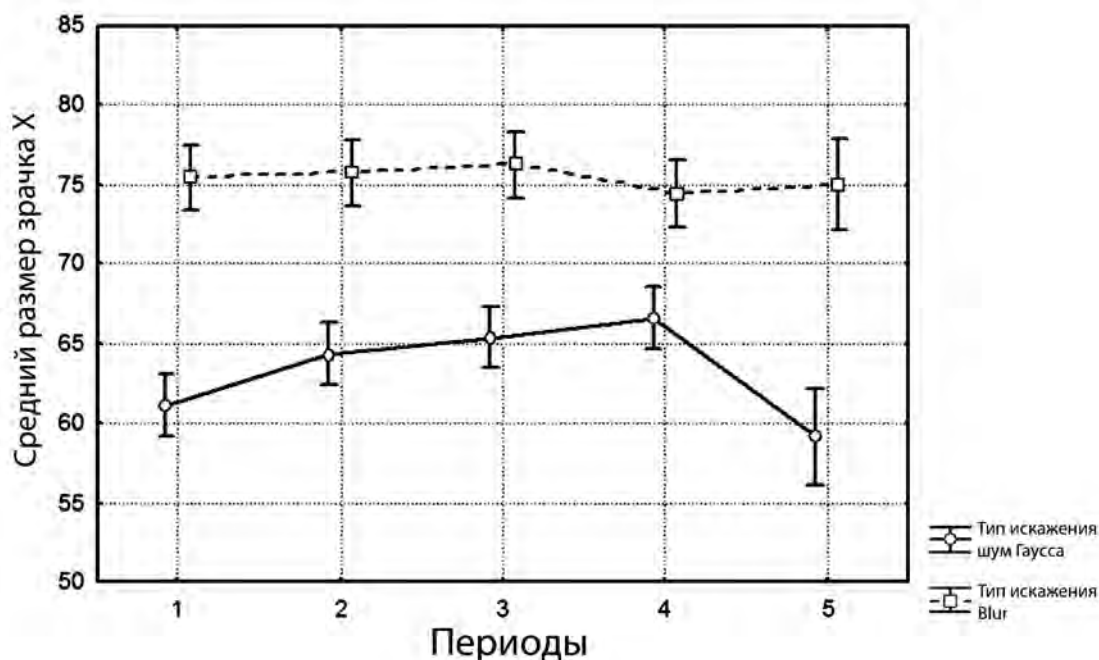


Рисунок 3. Динамика ширины зрачка в зависимости от периода и типа искажения

Периоды выделялись следующим образом: количество фиксаций на каждом изображении стимульного материала делилось на 5 частей. Пер-

вые 4 периода содержат одинаковое количество фиксаций, а в последний период — то, что осталось.

Как видно из данного изображения, шум Гаусса требует не только большего усилия от испытуемых при опознании, но также напряжение на протяжении всего опознания практически не изменяется. Тогда как усилия, которые требуются для опознания при Blur, меняются с течением времени. Интересен переход с четвертого на пятый этап, где происходит уменьшение размера зрачка. Можно предположить, что во время 4 периода испытуемый окончательно принимает решение относительно характера изображения, тогда как при шуме Гаусса испытуемый остается не уверен в правильности своих предположений до самого конца.

Таким образом, видно, что тип искажения влияет на успешность определения демографических характеристик, причем шум Гаусса является большим дистрактором по сравнению с Blur.

Напряжение, вызываемое шумом Гаусса, сильнее и более равномерное, чем напряжение, вызываемое Blur, при разных степенях искажения. Возможным объяснением более сильного влияния шума Гаусса может быть то, что средний уровень яркости изображений с шумом Гаусса был выше.

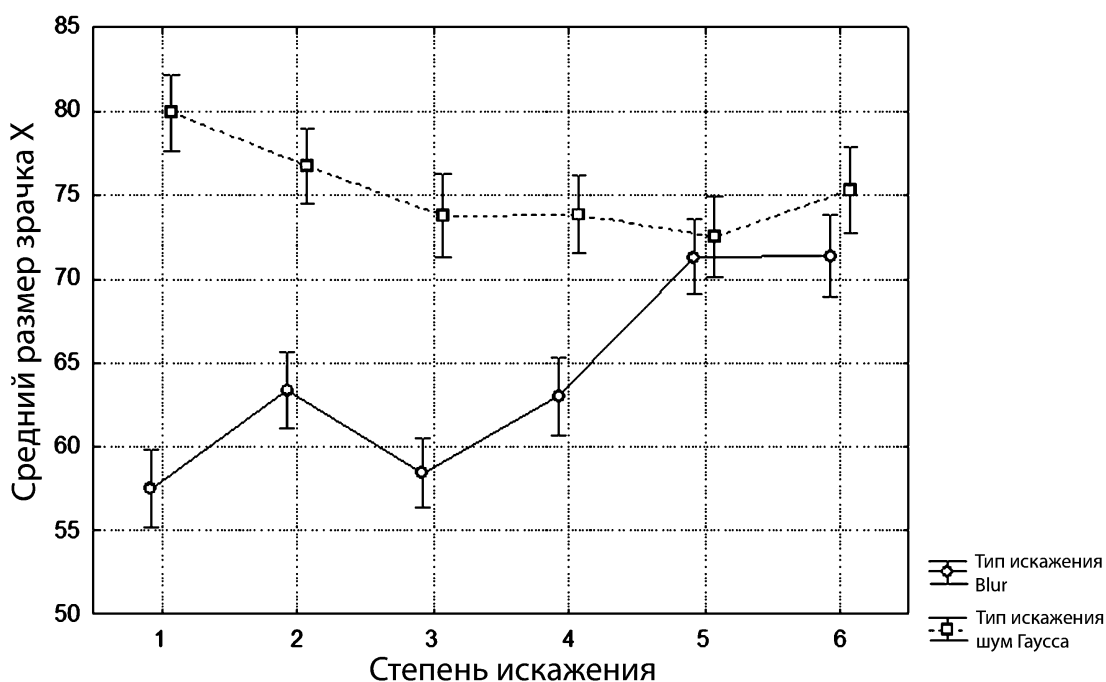


Рисунок 4. Динамика ширины зрачка в зависимости от типа и степени искажения

Выявлено значимое влияние между всеми факторами. Особенно интересным на данном графике является то, что для опознания оригинала при шуме Гаусса требовались большие усилия, чем для опознания изображений при других степенях искажения. Можно предложить два

возможных объяснения. Первый заключается в том, что из-за малого количества испытуемых были привнесены влияния их индивидуальных особенностей, что на большей выборке бы не отразилось. Второй, в случае ошибочности первого, заключается в том, что по плану 10 из 12 оригиналов приходились не на начало серии. А так как шум Гаусса является более сильным искажением, то испытуемый, во время серии встретивший оригинал, не стал расслабляться, а так как оригинал больше не встречался, то соответственно и напряжение, которое испытывал испытуемый, не проходило.

Можно предположить, что в основе распознавания при разных типах искажения используются разные механизмы. Но для них может быть общим то, что при небольших искажениях Blur лица воспринимается холистически, а при больших степенях (с 3–4-ой) — аналитически, что снижает эффективность. А шум Гаусса воспринимается аналитически при любой степени искажения.

Нейронная сеть показала более низкую эффективность при распознавании изображений, зашумленных шумом Гаусса и Blur, по сравнению с людьми. Шум Гаусса оказался слишком сильным искажением для алгоритма Виолы-Джонса, что связано с принципами работы алгоритма.

Заключение

Тип и степень искажения оказывает влияние на качество и стратегию определения демографических характеристик. Кроме того в целях экспериментального смешения использовались различные изображения, варьирувавшиеся по полу, возрасту, расе, проценту площади изображения, занимаемого лицом, наличием дополнительных предметов и др. Данные вариации в силу малой выборки сами сыграли роль дополнительных переменных.

Нейронная сеть показала более низкую эффективность при распознавании лиц.

Литература

- Канеман Д.* Внимание и усилие. М.: Смысл, 2006.
- Хайкин С.* Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006.
- Viola P., Jones M.J.* Robust real-time face detection // International Journal of Computer Vision. 2004. Vol. 57. No. 2. P. 137–154.

Face Recognition under Suboptimal Viewing Conditions

Makarov I.N. *, Vladimirov I.Y.

reoge@mail.ru

Yaroslavl Demidov State University, Yaroslavl, Russia

Abstract. Face perception is a complex problem, investigated by specialists of various fields. Progress in the area of machine vision could advance the understanding of human visual perception as well as creating a face recognition system. The present study is an attempt to investigate the strategies of human face recognition under suboptimal viewing conditions in order to use the acquired data in a neural network learning process. We found significant differences in the effectiveness of demographical features recognition in various distortion types. According to these results, we can suppose there are different mechanisms underlying this effect.

Keywords: eye-tracking, perception, face recognition

К ВОПРОСУ О РЕАЛЬНОСТИ ИНСАЙТА: ИНСАЙТНОСТЬ РЕШЕНИЯ КАК ЯВЛЕНИЕ КОНТИНУАЛЬНОЕ. ИССЛЕДОВАНИЕ НА МАТЕРИАЛЕ СЕМЕЙСТВА ЗАДАЧ ОЛЬССОНА³²

Маркина П.Н. * (1), Владимиров И.Ю. (1,2)

Alxetar@gmail.com

1 — Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова,

2 — Институт общественных наук РАНХиГС

Аннотация. К вопросу о реальности инсайта: инсайтность решения как явление континуальное. Исследование на материале семейства задач Ольссона. В статье приведены аргументы в пользу специфической и неспецифической природы инсайта. На их основании делается вывод о инсайтности как градуальной или континуальной характеристике любой задачи. Для обоснования этого вывода приводится описание эксперимента с задачами со спичками семейства Ольссона.

Ключевые слова: инсайт, классификация задач, специфический подход, неспецифический подход

На протяжении всего периода изучения инсайта ведутся споры о его природе. Сторонники неспецифического подхода отрицают существование особого типа задач, они утверждают, что решение инсайтных задач не отличается от решения задач регулярных, алгоритмизированных (Newell, Simon, 1972). Часть исследователей придерживается гипотезы специфичности инсайта. В обоих случаях задача рассматривается как инсайтная или неинсайтная (реже может присутствовать класс квазиинсайтных задач). Исследований, в которых инсайтность рассматривалась бы как градация, нет. Сторонники теории задачного пространства интерпретируют такую возможность как доказательство искусственности феномена инсайта, а исследователи, разделяющие позицию специфичности инсайтного решения, игнорируют возможность градаций, рассматривая инсайт как качественный скачок в решении, функционирующий по принципу «все или ничего».

Инсайтной задачу делает скрытость процесса решения от рефлексии решателя и эмоциональное переживание момента нахождения ответа.

³² Работа выполнена при поддержке фонда Михаила Прохорова (Карамзинские стипендии — 2015).

Ольссон с коллегами изучал решение класса задач со спичками, в частности таких задач, где для нахождения правильного ответа нужно сделать верным равенство, записанное римскими цифрами (Knoblich et al., 1999). Этот класс задач был представлен тремя группами: А — где для решения нужно переместить палочку из одного числа в другое, В — где палочка перемещается из арифметического знака в число и наоборот и С — где для решения задачи из X нужно сделать V и наоборот. Только последний тип задач был отнесен к инсайтным, потому что для решения такого примера нужно применить декомпозицию чанка, что не является стандартным ходом в решении подобных задач и предполагает некий выход за границы условий задачи.

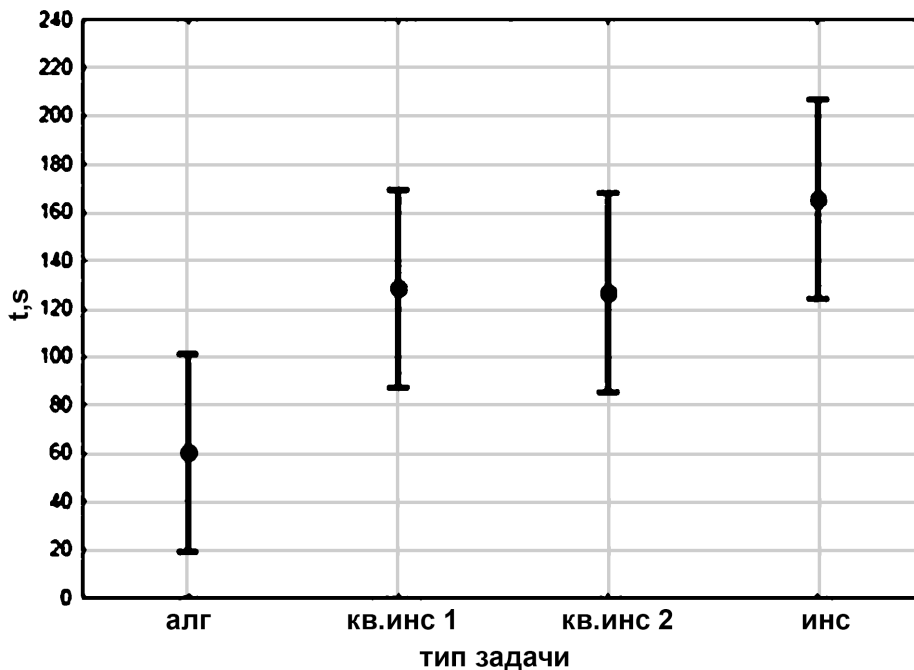


Рисунок 1. Зависимость времени решения от типа задач семейства Ольссона. $F(3,188) = 4.38, p = .005$

Другой исследователь, Д.Т. Вонг, работая с теми же задачами, рассматривает их как инсайтные (Wong, 2009). В противоположность им в качестве неинсайтных задач он использует простые арифметические примеры. В своей работе в качестве критерия инсайтности Вонг использует постэкспериментальное интервью.

Мы в нашем исследовании поставили задачу ответить на вопрос, являются ли задачи, описанные Ольссоном и коллегами как относящиеся к группам А и В, инсайтными, алгоритмизируемыми, или занимают промежуточное положение. В дальнейшем, до разрешения вопроса, в этом тексте мы будем обозначать их как квазиинсайтные.

В нашем исследовании были использованы 4 вышеперечисленных вида задач: 1 — алгоритмизируемые, 2 — квазиинсайтные с переносом

палочки между числами или между знаками, 3 — квазиинсайтные с переносом палочки между знаком и числом и наоборот и 4 — инсайтные с декомпозицией чанка.

Каждый из 24 испытуемых решал 8 задач, по 2 каждого вида. После каждой задачи они отвечали на вопросы о субъективном переживании решения, опросник взят из работы Дж. Эллис и коллег (Ellis et al., 2011). В качестве объективных показателей решения задач использовалось время решения.

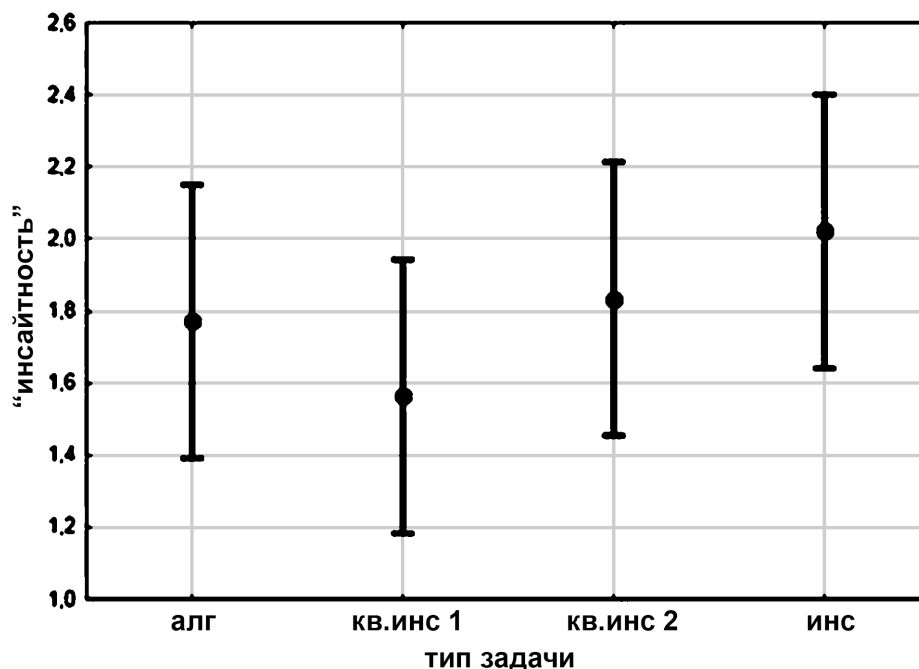


Рисунок 2. Зависимость оценки «инсайтности» решения от типа задач семейства Ольссона. $F(3,188) = 0.96, p = .41$

На рис. 1 представлены данные о времени решения в зависимости от типа задачи. Данные показывают, что дольше всего решаются инсайтные задачи, быстрее всего — алгоритмизированные. Время решения квазиинсайтных задач занимает промежуточное положение. Это позволяет предположить, что трудность накапливается кумулятивно и существует промежуточный между инсайтным и неинсайтным тип задач. Данные могут свидетельствовать в пользу теории специфичности инсайта, дополняя ее понятием «степень инсайтности». Также результаты данного исследования могут быть интерпретированы в русле неспецифического подхода к инсайту. Если можно подобрать промежуточные по сложности задачи, значит, возможно, задачи, которые принято называть инсайтными, действительно отличаются лишь сложностью и количеством переменных. Соотношение показателей пост-экспериментального опросника и типа задач можно увидеть на рис. 2.

Отметим то, что не наблюдается выраженного общего эффекта, и то, что показатели субъективной и внешней оценки инсайтности не совпали. Данное расхождение может говорить о том, что сам инсайт как эмоциональное переживание может быть явлением внешним к процессу решения. Интересно, что решение третьего типа задач (с перемещением спички между числом и оператором) оценивалось тем более инсайтно, чем больше времени тратилось на его решение ($R = .44$, $p = .002$). Указанные факты заставляют всерьез задуматься как о самостоятельности феномена инсайта, так и о принятых критериях его выделения. Полученные нами данные говорят о том, что субъективная оценка степени инсайтности решения является метакогнитивным компонентом решения данного семейства задач, лишь косвенно соотносимым с объективными (внешними) характеристиками решения.

Литература

- Ellis J.J., Glaholt M.G., Reingold E.M.* Eye movements reveal solution knowledge prior to insight // *Consciousness and Cognition*. 2011. Vol. 20. No. 3. P. 768–776. doi: 10.1016/j.concog.2010.12.007
- Knoblich G., Ohlsson S., Haider H., Rhenius D.* Constraint relaxation and chunk decomposition in insight problem solving // *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*. 1999. Vol. 25. No. 6. P. 1534–1555. doi: 10.1037/0278-7393.25.6.1534
- Newell A., Simon H.A.* Human problem solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1972.
- Wong T.J.* Capturing 'Aha!' moments of puzzle problems using pupillary responses and blinks. Unpublished doctoral dissertation, University of Pittsburgh, 2009.

On the Question of Insight: Insightfulness of Judgment as a Continuous Phenomenon. A Study Based on Ohlsson Match Tasks

Markina P.N. * (1), Vladimirov I.Yu. (1,2)

Alxetar@gmail.com

1 — P.G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia;

2 — SPP RANEPa, Moscow, Russia

Abstract. In this study, we adduced some arguments for the specific and non-specific nature of insight. Basing on these arguments, we concluded that insightfulness is a continuous characteristic of any task. To verify this statement, an experiment using Ohlsson match tasks is described.

Keywords: insight, classification of tasks, specific approach, non-specific approach

МОГУТ ЛИ КАРТЫ ЯРКОСТИ ПРЕДСКАЗАТЬ СКОРОСТЬ ПОИСКА ИЗМЕНЕНИЯ?³³

Маршев В.А. *, Четвериков А.А, Кувалдина М.Б.

johannpalich@yahoo.com

Санкт-Петербургский государственный университет

Аннотация. Согласно модели карт яркости (“saliency maps”), при просмотре изображения испытуемые в первую очередь обращаются к наиболее контрастным областям. В данной работе проверялась способность модели предсказывать поведение реальных испытуемых в задаче слепоты к изменению. Были получены противоречивые результаты о возможностях использования автономно анализируемых визуальных качеств и типичных для испытуемых стратегий для предсказания движений глаз. Предсказания модели карт яркости касательно последовательности фиксаций оказались точнее случайного угадывания. Однако не было найдено связи скорости нахождения цели и уровня ее яркости.

Ключевые слова: зрительное внимание, слепота к изменению, карты яркости, движения глаз

Объединив закономерности перемещения явного пространственного зрительного внимания, можно сформировать некоторый общий принцип, руководящий перемещениями глаз человека при выполнении разного рода задач с изображениями. В данной работе анализируется один из подходов к моделированию этого принципа — модель карт яркости (Itti et al., 1998).

Itti et al. (Itti et al., 1998) предполагают, что зрительная система при выборе областей поля зрения, заслуживающих подробной обработки с помощью селективного внимания, ищет наиболее информативные участки изображения. Информативность они интерпретируют как степень отличия данного участка изображения от окружающих по его визуальным характеристикам (Itti et al., 1998; Itti, Koch, 2000). Эта модель предсказывает, что при знакомстве с изображением испытуемые в первую очередь будут обращать взор к областям стимула, наиболее отличным от окружения по их визуальным качествам: цвет, ориентация и интенсивность. Модель показала удовлетворительный прогностиче-

³³ Исследование поддержано грантом РФФИ № 15-06-09321 и НИР СПбГУ № 8.38.287.2014.

ский потенциал в задачах зрительного поиска (Itti, Koch, 2000), свободного просмотра (Ouerhani et al., 2003), подготовки к тесту на запоминание (Underwood, Foulsham, 2006) со стимулами в виде естественных изображений.

Однако достаточно ли учета низкоуровневых визуальных характеристик стимула для надежного предсказания поведения глаз испытуемых при выполнении сложной перцептивной задачи? В данной работе мы попробовали ответить на этот вопрос, взяв в качестве примера такой задачи парадигму слепоты к изменению.

Rensink с коллегами (Rensink et al., 1997) предположили, что нахождение изменения требует привлечения к изменяемому участку изображения явного селективного внимания. Однако результаты исследований вклада визуальной яркости в скорость нахождения изменения носят противоречивый характер. Verma и McOwan (Verma, McOwan, 2010) показали, что изменения с участием объектов, получивших высокую оценку яркости по данным авторской модели, находятся быстрее, чем важные для контекста изображения, оцененные с помощью фокус-группы. Изменения объектов с низким уровнем яркости находились медленнее несущественных для контекста изображения. Другими словами, вклад объективной яркости в скорость обнаружения изменений оказался даже выше, чем вклад субъективной значимости. Эти результаты свидетельствуют о высокой прогностической способности различных моделей карт яркости (Verma, McOwan, 2010).

Wright (Wright, 2005) обнаружил статистически значимые корреляции между эффективностью поиска изменения и различными показателями яркости, оцененными фокус-группой: яркостью изменяемых объектов и визуальной яркостью изменения. Отдельно взятые фильтры, используемые моделью Itti и коллег, однако, статистически достоверной связи с поведенческими данными, полученными в ходе эксперимента, не дали (Wright, 2005). Stirk и Underwood (Stirk, Underwood, 2007) также не обнаружили вклада визуальной яркости в задаче слепоты к изменению, в отличие от соответствия объекта контексту: выпадающие из общего смысла изображения объекты находились раньше вне зависимости от их яркости.

Исследование, проведенное Kelley с коллегами (Kelley et al., 2003), выявило повышение прогностической способности яркости изображения при повороте изображения на 180 градусов. Это может быть связано с изменением контекста изображения, в результате чего визуальная система не смогла более опираться на этот фактор (Kelley et al., 2003).

Проведенные эксперименты (Stirk, Underwood, 2007, Kelley et al., 2003) свидетельствуют о конфликте двух факторов, привлекающих явное внимание испытуемых в задаче слепоты к изменению: соответствие или нарушение контекста изображения и визуальная яркость. В данной рабо-

те мы использовали изображения, изолированные от контекста, чтобы выделить влияние визуальной яркости. Для этого мы применяли искусственные изображения, представляющие собой матрицы 5×5 стимулов, состоящие из простых фигур размером 2.5 угловых градуса синего или коричневого цветов (рис. 1) в парадигме фликера (Rensink et al., 1997). Испытуемым было нужно найти изменяющуюся цель, нажав на нее левой кнопкой мыши. К изображениям применялись следующие типы изменений: форма (квадрат или ромб), цвет (коричневый или синий) и фигура (одна из 64 фигур белого цвета в центре каждого объекта). Все условия генерировались случайно, форма и цвет были сбалансированы в каждой пробе. Во время прохождения эксперимента записывались движения глаз испытуемых.



Рисунок 1. Пример стимульного материала. Светло-серым цветом обозначены синие стимулы, темно-серым — коричневые

Поиск изменения затруднялся тем, что испытуемым была видна только часть изображения, положение которой определялось позицией курсора мыши (*mouse-contingent display*); остальные области стимула скрывались маской белого цвета с гауссовым распределением прозрачности (789×789 пикселей, $SD = 131$ пиксель). Если испытуемый долгое время не двигал

мышью, видимая область уменьшалась. Таким образом, мы активизировали движения глаз и поисковую активность испытуемых, исключая использование скрытого внимания для поиска изменений: в каждый момент времени видимая область была ограничена, поэтому испытуемый вынужден был перемещать как курсор мыши, так и взгляд. В качестве показателей прогностической способности модели использовались две метрики: визуальная яркость изменяемого участка и последовательность фиксаций.

Яркость каждого изменения интерпретировалась двумя способами: разница яркости и максимальная яркость. Сначала рассчитывался порядковый номер фиксации по данным модели (далее — номер фиксации модели) на целевом объекте отдельно в оригинальном и измененном изображениях. Для оценки перепада яркости рассчитывалась разница между номерами фиксаций на оригинальном и измененном изображениях. Для проверки прогностической способности модели был проведен корреляционный анализ между обеими метриками яркости изменения, рассчитанными с помощью модели, и порядковым номером первой фиксации испытуемого на целевом объекте, определенном в результате анализа движений глаз.

Также для сравнения результатов модели и реальных испытуемых сопоставлялись последовательности фиксаций, спрогнозированные моделью и показанные реальными испытуемыми. Для этого применялся алгоритм вычисления расстояния Левенштейна, показывающий степень схожести двух строк (Le Meur, Vaccino, 2013). В случае, если расстояние Левенштейна между прогнозируемой и экспериментальной последовательностями окажется меньше расстояния Левенштейна между прогнозируемой последовательностью и случайной, созданной в результате случайных перестановок в экспериментальной последовательности (генерировалась отдельно для каждого испытуемого в каждой пробе), можно говорить о том, что предсказания модели работают достовернее случайного угадывания.

Результаты показали корреляцию на статистически незначимом уровне как между номером фиксации испытуемого и разностью номеров фиксаций модели на оригинальном и измененном изображениях, так и между номером фиксации испытуемого и минимальным номером фиксации модели на изменяемом участке для оригинального и измененного изображений. В то же время были получены статистически значимые различия при сравнении расстояния Левенштейна между моделируемой последовательностью и экспериментальной и между моделируемой и случайной последовательностями ($t(2440) = -23.8, p < .001$).

Полученные результаты свидетельствуют о недостаточности косвенных показателей яркости в виде номера фиксации модели для оценки

скорости нахождения изменения. В то же время модель оказалась способна предсказать последовательность фиксаций испытуемых на уровне, превышающем случайное угадывание, следовательно контрастность изменяемого участка так или иначе руководит передвижениями глаз испытуемого при поиске изменения.

В рамках дальнейшей работы по этой теме планируется оценить прогностическую способность другого подхода, предлагающего свой принцип перемещения явного внимания по изображению. В качестве этого подхода будет изучаться теория устойчивых последовательностей фиксаций Noton и Stark (Noton, Stark, 1971). В частности, будет изучаться вопрос, позволит ли местоположение изменяемого участка относительно координат повторяющейся последовательности фиксаций предсказать скорость нахождения изменения.

Также планируется изучить способность производных некоторых форм алгоритма модели карт яркости предсказывать скорость выполнения задачи слепоты к изменению. Если карты яркости смогут до определенного уровня предсказывать скорость поиска изменений, это даст возможность предсказывать вероятность ошибок по типу слепоты к изменению на основании анализа низкоуровневых визуальных характеристик.

Литература

- Borji A., Itti L.* State-of-the-art in visual attention modeling // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2013. Vol. 35. No. 1. P. 185–207.
- Foulsham T., Underwood G.* What can saliency models predict about eye movements? Spatial and sequential aspects of fixations during encoding and recognition // Journal of Vision. 2008. Vol. 8. No. 6. P. 1–17.
- Itti L., Koch C.* A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention // Vision research. 2000. Vol. 40. No. 10. P. 1489–1506.
- Itti L., Koch C., Niebur E.* A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis // IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence. 1998. Vol. 20. No. 11. P. 1254–1259.
- Kelley T.A., Chun M.M., Chua K.-P.* Effects of scene inversion on change detection of targets matched for visual salience // Journal of Vision. 2003. Vol. 3. No. 2. P. 1–5.
- Le Meur O., Baccino T.* Methods for comparing scanpaths and saliency maps: strengths and weaknesses // Behavior research methods. 2013. Vol. 45. No. 1. P. 251–266.
- Noton D., Stark L.* Scanpaths in eye movements during pattern perception // Science. 1971. Vol. 171. No. 3968. P. 308–311.

- Ouerhani N., Von Wartburg R., Hugli H., Muri R.* Empirical validation of the saliency-based model of visual attention // *Electronic letters on computer vision and image analysis*. 2003. Vol. 3. No. 1. P. 13–24.
- Parkhurst D.J., Niebur E.* Texture contrast attracts overt visual attention in natural scenes // *European Journal of Neuroscience*. 2004. Vol. 19. No. 3. P. 783–789.
- Rensink R.A., O'Regan J.K., Clark J.J.* To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes // *Psychological science*. 1997. Vol. 8. No. 5. P. 368–373.
- Stirk J.A., Underwood G.* Low-level visual saliency does not predict change detection in natural scenes // *Journal of vision*. 2007. Vol. 7. No. 3. P. 1–10.
- Verma M., McOwan P.W.* A semi-automated approach to balancing of bottom-up salience for predicting change detection performance // *Journal of Vision*. 2010. Vol. 10. No. 3. P. 1–17.
- Wright M.J.* Saliency predicts change detection in pictures of natural scenes // *Spatial vision*. 2005. Vol. 18. No. 4. P. 413–430.

Space-Oriented Attention during Secondary Presentation in Change Detection

Marshev V. *, Chetverikov A., Kuvaldina M.

johannpalich@yahoo.com

Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Abstract. According to a saliency maps model, eyes attend to the most conspicuous areas of a stimulus. Scanpath theory expects eye movements to depend on observers' top level attention mechanisms. The present research tests these two approaches to eye movement prediction in a change blindness paradigm. The attained results did not lead to a clear opinion as to the best eye movement prediction principle. Saliency maps were able to predict eye movement sequences, but failed to predict change detection performance. Search strategies demonstrated by the participants also failed to give reliable information about change detection performance predictions.

Keywords: visual attention, change detection, saliency maps, scanpath

РАЗВИТИЕ ФУНКЦИЙ ПРОИЗВОЛЬНОЙ РЕГУЛЯЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ДЕТЕЙ 7-9 ЛЕТ, УСПЕШНЫХ И ИСПЫТЫВАЮЩИХ ТРУДНОСТИ В ОБУЧЕНИИ (ЛОНГИТЮДНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)³⁴

Матвеева Е.Ю., Корнеев А.А. *, Ахутина Т.В.

korneeff@gmail.com

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Аннотация. Работа посвящена анализу возрастной динамики управляющих функций. В исследовании приняло участие 76 младших школьников (50 успешных в обучении школьников и 26 детей с трудностями обучения). С помощью компьютерных методик “Dots” и «Таблицы Шульце» получены данные об уровне развития управляющих функций по двум срезам — в первом и во втором классе. В исследовании был показан значимый вклад процессов программирования и контроля в формирование нейропсихологического синдрома при трудностях освоения счета, чтения и письма. Несмотря на значительную положительную динамику в развитии управляющих функций, у детей с трудностями обучения во втором классе сохранялось снижение темповых характеристик выполнения заданий по сравнению с успешными в обучении одноклассниками.

Ключевые слова: управляющие функции, внимание, трудности обучения, детская нейропсихология

Основная задача данной работы — проследить возрастную динамику управляющих функций и проанализировать особенности развития у нормально успевающих детей и детей, испытывающих трудности в освоении школьной программы. С этой целью было проведено лонгитюдное исследование 76 учащихся московских школ (36 мальчиков и 40 девочек). Были получены данные по двум срезам — в первом и во втором классе. Средний возраст испытуемых на момент проведения исследования составил 7.9 ± 0.4 года и 8.8 ± 0.4 года в двух срезах соответственно. На основании анализа школьной успеваемости испытуемых и опроса учителей дети были разделены на две группы — группу нормально успевающих (50 детей, 18 мальчиков, 32 девочки) и группу испытывающих трудности в обучении (26 детей, 18 мальчиков, 8 девочек, в дальнейшем — группа ТО).

Все дети в первом классе были протестированы с помощью методики **нейропсихологического обследования**, адаптированной для детей 5–9 лет (17 тестовых методик, см.: Ахутина и др., 2008). По результатам

³⁴ Статья подготовлена при финансовой поддержке РГНФ, проект № 13-36-01050.

нейропсихологического обследования были рассчитаны интегральные показатели, отражающие состояние различных когнитивных функций (7 нейропсихологических индексов; см. Ахутина и др., 2012). Анализ данных нейропсихологического обследования показал, что дети группы ТО демонстрировали значимо худшие результаты по функциям программирования и контроля ($t(65) = 3.147, p = .002$; здесь и далее использован t -критерий Стьюдента), серийной организации движений ($t(65) = 2.769, p = .007$), переработки кинестетической ($t(65) = 2.767, p = .007$), зрительной ($t(62) = 3.975, p < .001$), зрительно-пространственной ($t(63) = 2.581, p = .012$) информации, а также по интегральному показателю функций I блока мозга ($t(63) = 4.441, p < .001$).

Для анализа динамики развития функций произвольной регуляции были использованы компьютерные версии теста “Dots” и «Таблицы Шульте» (Агрис и др., 2014).

Методика “Dots” состоит из трех проб. В 1 пробе (конгруэнтной) стимул (сердечко) появляется на экране то слева, то справа (в квазислучайном порядке); ребенок должен нажимать на кнопку с той стороны, с которой появился стимул. Во 2 пробе (неконгруэнтной) при появлении стимула (синего цветка) необходимо нажимать на кнопку с противоположной стороны. В 3 пробе конгруэнтные и неконгруэнтные стимулы появляются в случайном порядке. Оценивалась продуктивность выполнения (количество правильных ответов в каждой серии) и скоростные характеристики (среднее время правильных ответов).

На продуктивность выполнения заданий теста “Dots” в первом классе значимое влияние оказывают следующие факторы (здесь и далее приводятся результаты дисперсионного анализа): (1) влияние фактора ГРУППА ($F(1,73) = 6.127, p = .016$) — группа нормы выполняет тест лучше, чем группа ТО; (2) влияние фактора ПРОБА — $F(2,72) = 105.395, p < .001$ — по мере усложнения проб продуктивность выполнения падает; (3) влияние взаимодействия ГРУППА \times ПРОБА — $F(2,72) = 3.593, p = .033$ — по мере усложнения задания различия между группами нормы и ТО увеличиваются. Во втором классе сохранялось влияние только одного фактора — ПРОБА ($F(2,62) = 66.804, p < .001$). Анализ возрастной динамики показал, что продуктивность значимо увеличивается во всех пробах теста (влияние фактора КЛАСС для трех проб соответственно: $F(1,62) = 5.549, p = .022$; $F(1,62) = 22.490, p < .001$; $F(1,62) = 9.211, p = .004$), однако в первой серии различия минимальны, а в серии с неконгруэнтными стимулами максимальны. Следует также отметить, что во второй пробе наблюдалось значимое взаимодействие факторов КЛАСС и ГРУППА ($F(1,62) = 5.233, p = .026$), обусловленное снижением и практически исчезновением межгрупповых различий в успешности выполнения этой пробы от первого ко второму классу. Проведенный анализ времени

ответа в методике “Dots” показал отсутствие межгрупповых различий между группами нормы и ТО. Устойчивый эффект на временные параметры оказал только фактор ПРОБА ($p < .001$ и в первом, и во втором классах), все испытуемые стабильно замедляли темп ответов при усложнении заданий. Сравнение времени ответов в первом и втором классах показало, что оно значимо сокращается во всех трех пробах (влияние фактора КЛАСС для трех проб соответственно: $F(1,62) = 15.127, p < .001$; $F(1,62) = 15.532, p < .001$; $F(1,62) = 12.253, p = .001$). При этом максимальные различия достигались в первых двух пробах.

Методика «Таблицы Шульте» состоит из пяти проб (таблицы из 20 ячеек (5×4) с двумя рядами чисел, расположенных в случайном порядке). От испытуемых требовалось как можно быстрее найти и указать числа в следующем порядке: 1) числа черного цвета от 1 до 10; 2) числа красного цвета от 1 до 10; 3) числа черного цвета от 10 до 1; 4) числа черного и красного цвета от 1 до 10 (параллельные ряды); 5) числа красного цвета от 10 до 1. Такая последовательность заданий позволяла оценить способность испытуемого усваивать простую и «параллельную» программы, переключаться с одной программы на другую, оттормаживать нерелеватный стимульный материал, обнаружить вработываемость.

В первом классе на количество ошибок при поиске чисел значимое влияние оказали факторы ГРУППА ($F(1,65) = 4.715, p = .034$) и ПРОБА ($F(4,65) = 16.950, p < .001$). Первоклассники из группы нормы совершают меньше ошибок, чем их сверстники из группы ТО. С другой стороны, количество ошибок меняется от пробы к пробе, их относительно много в первой и четвертой пробах и минимальное количество — во второй. Можно отметить также субзначимый эффект взаимодействия факторов ПРОБА и ГРУППА в первом классе ($F(2,62) = 2.272, p = .071$), обусловленный в основном более выраженным возрастанием числа ошибок в 3, 4 и 5 пробах у детей группы ТО по сравнению с группой нормы. Во втором классе сохраняется значимое влияние фактора ПРОБА ($F(4,60) = 8.587, p < .001$), остальные эффекты факторов и взаимодействий оказались незначимыми. Сравнение числа ошибок в первом и втором классах показало, что значимое снижение этого показателя наблюдается только в первой пробе ($F(1,57) = 15.771, p < .001$). Во всех других пробах влияние фактора КЛАСС не достигает уровня значимости. На время поиска чисел в первом классе значимое влияние оказал только фактор ПРОБА ($F(4,62) = 42.048, p < .001$), что связано с замедлением темпа ответа в 3, 5 и особенно в 4 пробах. При этом группы нормы и ТО в первом классе различались незначимо. Во втором же классе, помимо сохранившегося влияния фактора ПРОБА ($F(4,61) = 17.743, p < .001$, повышение времени ответа только в 4 и 5 пробах), обнаружива-

ется и значимое влияние фактора ГРУППА ($F(1,64) = 10.100, p = .002$), группа нормы начинает во 2 классе выполнять этот тест быстрее группы ТО. Сравнение времени ответов в первом и втором классах по отдельным пробам показало стабильное уменьшение этого показателя ($p < .005$ во всех пробах).

Обсуждение результатов. Одним из основных результатов данной работы является выявление динамики развития функций программирования и контроля у детей 7–9 лет. Наши данные свидетельствуют о том, что от 7 до 9 лет улучшается выполнение всех тестовых заданий, независимо от того, с какими когнитивными операциями они могут быть связаны. Особенно это видно в анализе скоростных параметров. По нашим данным, ко второму классу практически пропадает «эффект первой пробы» при выполнении методики «Таблицы Шульте», а в тесте “Dots” заметно улучшается скорость выполнения именно первой пробы. Характерное для первоклассников снижение продуктивности выполнения самой первой, но не самой сложной пробы может быть следствием дефицита/слабости функций программирования деятельности, трудностей вхождения в задание. Многие исследователи отмечают, что в возрасте 5–7 лет происходит скачок в развитии фронтальных областей коры (Henry et al., 2010). Однако этот процесс, похоже, продолжается и в более позднем возрасте, в 7–9 лет. Именно в этот возрастной период, как по результатам нашего исследования, так и по данным ряда других авторов, наблюдается значительное развитие когнитивных функций, в первую очередь интеллектуальных способностей, произвольного внимания, рабочей памяти (Безруких и др., 2009; Luciana, Nelson, 1998).

Особый интерес представляет динамика развития функций программирования и контроля у детей с ТО. В методике “Dots” эти дети ко 2 классу перестают статистически отличаться от группы нормы, приближаясь, но не уравниваясь с ней по всем параметрам. При выполнении заданий «Таблицы Шульте», несмотря на значительную положительную динамику во времени поиска чисел и сокращения разрыва по продуктивности с детьми группы нормы, дети с ТО значительно отставали от группы нормы по скорости выполнения. Данный факт может свидетельствовать о том, что при улучшении качества выполнения заданий дети с ТО испытывают трудности в автоматизации навыков, при которой растет не только продуктивность, но скорость выполнения. Данные о проблемах автоматизации у детей с ТО получены и в зарубежных исследованиях (Waber, 2010).

Литература

Агрис А.Р., Матвеева Е.Ю., Корнеев А.А. Состояние работоспособности у первоклассников в норме и при трудностях обучения (по данным

компьютерных методик) // Психологические исследования. 2014. Т. 7. № 34. С. 5.

Ахутина Т.В., Матвеева Е.Ю., Романова А.А. Применение луриевского принципа синдромного анализа в обработке данных нейропсихологического обследования детей с отклонениями в развитии // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2012. № 2. С. 84–95.

Ахутина Т.В., Полонская Н.Н., Пылаева Н.М., Максименко М.Ю. и др. Нейропсихологическое обследование // Нейропсихологическая диагностика, обследование письма и чтения младших школьников / Под ред. Т.В. Ахутиной, О.Б. Иншаковой. М.: Сфера; В. Секачев, 2008. С. 4–64.

Безруких М.М., Мачинская Р.И., Фарбер Д.А. Структурно-функциональная организация развивающегося мозга и формирование познавательной деятельности в онтогенезе ребенка // Физиология человека. 2009. Т. 35. № 6. С. 10–24.

Henry L.A., Bettenay C. The assessment of executive functioning in children // Child and Adolescent Mental Health. 2010. Vol. 15. No. 2. P. 110–119.

Luciana M., Nelson C.A. The functional emergence of prefrontally-guided working memory systems in four-to eight-year-old children // Neuropsychologia. 1998. Vol. 36. No. 3. P. 273–293.

Waber D.P. Rethinking learning disabilities: Understanding children who struggle in school. Guilford Press, 2010.

Development of Executive Functions in Primary School Children with Learning Disabilities (the Longitudinal Research)

Matveeva E.Yu., Korneev A.A. *, Akhutina T.V.

korneeff@gmail.com

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract: This paper presents the analysis of developmental changes in executive functions in children with learning disabilities. 76 primary school children participated in this study (50 unimpaired students and 26 children with learning disabilities). The computer techniques “Dots” and “Schulte Tables” were used to evaluate the development of executive functions (participants were tested in their first and second years of education). The study shows a significant contribution of executive functions to the neuropsychological syndrome in learning disabilities. Children with learning disabilities were still slower than the control group in second grade, despite significant development of their executive functions.

Keywords: executive functions, attention, learning disabilities, developmental neuropsychology

ТОПОГРАФИЯ И ДИНАМИКА ВЫЗВАННОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОРИЕНТАЦИИ ЛИНИЙ³⁵

Михайлова Е.С. *, Герасименко Н.Ю., Славуцкая А.В.,
Крылова М.А., Изъюров И.В.

esmikhailova@mail.ru

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН

Аннотация. У 41 испытуемого (20 мужчин) регистрировали ЭЭГ высокой плотности в задаче определения горизонтальной, вертикальной и двух наклонных (45 и 135 град.) ориентаций линий. Уровень активации областей коры определяли по критериям амплитуды компонентов P1, N1, P3, поздней негативности LN-400-600) ВП и плотности тока дипольных источников в соответствующих им временных окнах. Показано, что определение ориентаций является сложным, иерархически организованным процессом. На более раннем этапе максимум активности локализован в первичных зрительных, теменных и нижневисочных областях; позже максимум активации смещается в центральные и префронтальные отделы. Преобладание корковой активности на наклонные линии на раннем этапе переработки сменяется «классическим» oblique-эффектом на более поздних стадиях. Обнаруженные эффекты более отчетливы в группе мужчин. Результаты говорят о сложности нейрофизиологического базиса ориентационной чувствительности, предполагают ее важную роль в организации зрительного поведения человека.

Ключевые слова: зрение человека, ориентационная чувствительность, вызванные потенциалы, дипольный анализ, нейрокартирование

Ориентационная чувствительность является важной составляющей зрительного поведения человека. Детектирование ориентаций является первым этапом анализа формы изображения, происходящим на уровне первичных зрительных зон коры мозга. Ориентационная чувствительность не только лежит в основе выделения элементов контура изображения, но и определяет другие более сложные зрительные функции. Например, опознание предметов лучше выполняется при их ориентации вдоль вертикали или горизонтали, так как распознавание опирается на хранящееся в памяти описание объекта, ориентированное вдоль этих базовых пространственных осей (Tarr, Pinker, 1989). Ориентация в зрительном пространстве, навигационное поведение, многие виды профессиональной деятельности также невозможны без правильного выделения горизонтали и вертикали и без чувствительности к отклонению

³⁵ Работа поддержана Грантами РФФИ (№ 14-04-00706) и РГНФ (№ 15-36-01349а).

от них. Несмотря на важность функции ориентационной чувствительности, сведения о ее мозговой организации у человека пока недостаточны. В настоящей работе мы исследовали механизмы идентификации базовых (горизонталь и вертикаль) и наклонных (45 и 135 град.) ориентаций. Метод регистрации вызванных потенциалов сочетали с моделированием распределенных дипольных источников, что позволило оценить динамическую топографию процессов переработки зрительного сигнала. Проведено сравнение исследуемых показателей в группах мужчин и женщин. До сих пор вопросу гендерной специфики ориентационной чувствительности уделяли недостаточно внимания, хотя данные поведенческих и психофизических исследований указывают на возможность половых различий в выделении и кодировании базовых характеристик зрительного пространства (Lawton, 1996; Dabbs et al., 1998).

Методика

В эксперименте у 41 испытуемого (21 женщина, 22.1 ± 0.5 года и 20 мужчин, 21.3 ± 0.3 год) на 128-канальном энцефалографе (Electrical Geodesics Inc., USA) регистрировали вызванные потенциалы (ВП) на контрастные решетки горизонтальных (0°), вертикальных (90°) и наклонных (45° и 135°) линий. Стимулы заранее показывали испытуемому, а в эксперименте они их опознавали, отвечая нажатием на соответствующие кнопки клавиатуры. Предъявление стимулов, регистрация правильности ответа и времени реакции проводились с помощью программы E-Prime 2.0 (Psychology Software Tools, Inc., USA). Проведен анализ амплитуды компонентов P1 и N1 в ВП затылочных, теменных и височных областей коры, компонента P3 в ВП теменно-центральных областей и поздней негативности (LN) с латентностью пика от 400 до 600 мс в ВП префронтальных отделов. При дисперсионном анализе (метод повторных измерений) в качестве внутригрупповых факторов были выбраны Ориентация, Полушарие, в качестве межгруппового фактора — Пол. Результаты скорректированы поправкой Гринхауса-Гейссера. При внутригрупповых *post-hoc* сопоставлениях использовали тест Ньюмена-Кейлса на множественные сравнения. Для межгрупповых сравнений использовали критерий Стьюдента.

В пакете Brainstorm 3.2. (Biomedical Imaging Group) программной среды Matlab выполнили моделирование распределенных дипольных источников активности во временных окнах исследуемых компонентов ВП. Использовали метод расчета L2-Whitened-Minimum-Norm-Estimates со стандартной анатомией головы ICBM 152, моделью головы OpenMEEG VEM, которая учитывает проводимости отдельных частей головы, включая скальп, череп, оболочки мозга, кору, подкорковые образования, и стандартным положением электродов.

Результаты

Компонент P1. Влияние Ориентации значимо ($p < .001$). Амплитуда P1 на наклонные ориентации больше, чем на базовые, в основном за счет ее низких значений в ответе на горизонталь. При попарных сравнениях максимум различий показан для контраста 0 vs 45 град. ($p < .007$) в правой теменной области (рис. 1А).

По результатам моделирования распределенных дипольных источников P1 зона их локализации для P1 ВП на наклонные линии больше, чем на базовые (рис. 1А). Описанные выше различия более отчетливы в группе мужчин по сравнению с женщинами (рис. 1А и рис. 1Б).

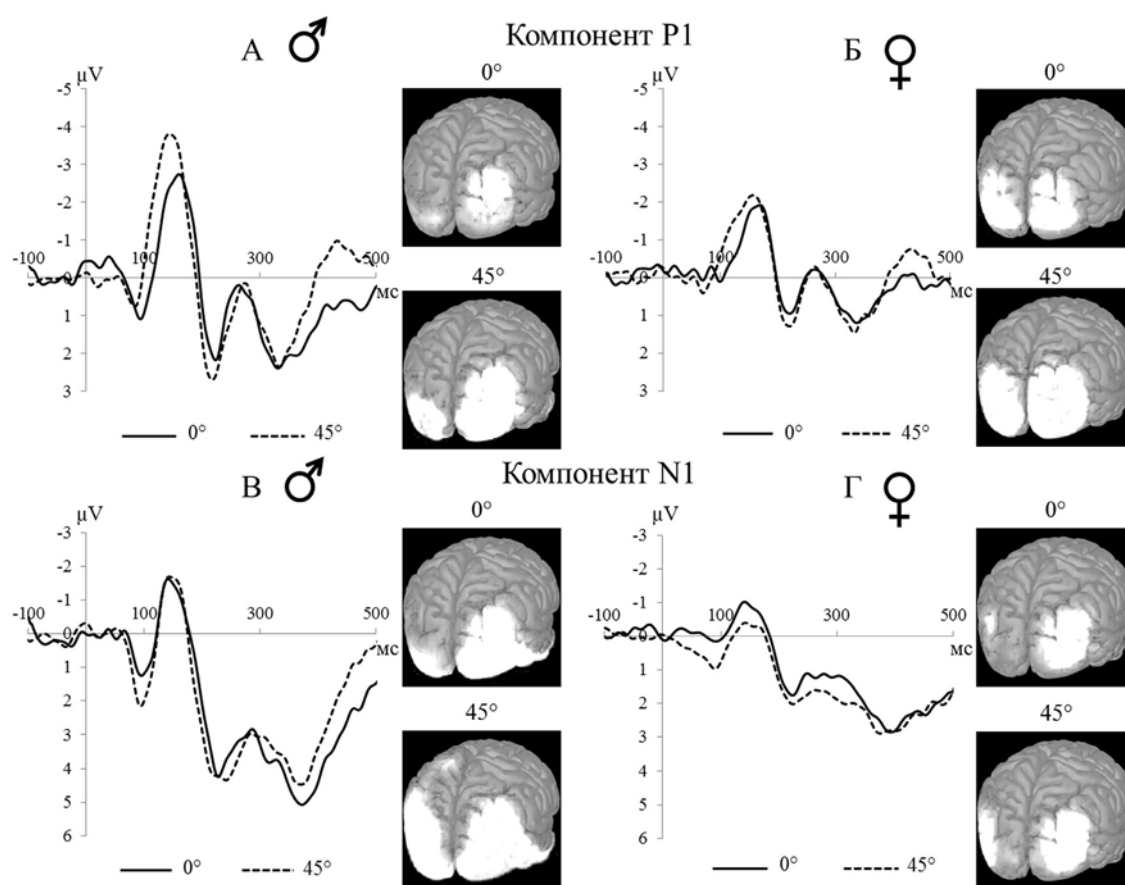


Рисунок 1. Усредненные по группам мужчин (А, В) и женщин (Б, Г) ВП на решетки горизонтальных (0°) и наклонных (45°) линий и распределенные поверхностные дипольные источники компонентов P1 и N1. Фрагменты А и Б — усредненные ВП в отведении P4 и источники P1. Фрагменты В и Г — усредненные ВП в отведении O2 и источники N1

Компонент N1. Обнаружен значимый эффект Ориентации ($p < .0005$). В затылочной группе электродов амплитуда N1 выше на наклонные линии (рис. 1В, Г). По данным post-hoc анализа различия между

горизонталью и наклонными линиями значимы при $.005 < p < .02$, между вертикалью и наклонными линиями при $p < .02$. Амплитуда N1 выше в группе мужчин ($p < .04$). Область локализации источников N1 (рис. 1В, Г) — затылочные, теменные и нижневисочные области с четким правополушарным преобладанием. Как видно на рис. 1В, Г, область локализации источников N1 у мужчин больше, чем у женщин; только у мужчин выделяется четкая зона локализации источников в правой нижневисочной области, и площадь для источников N1 в ВП на наклонные линии больше, чем в ВП на базовые.

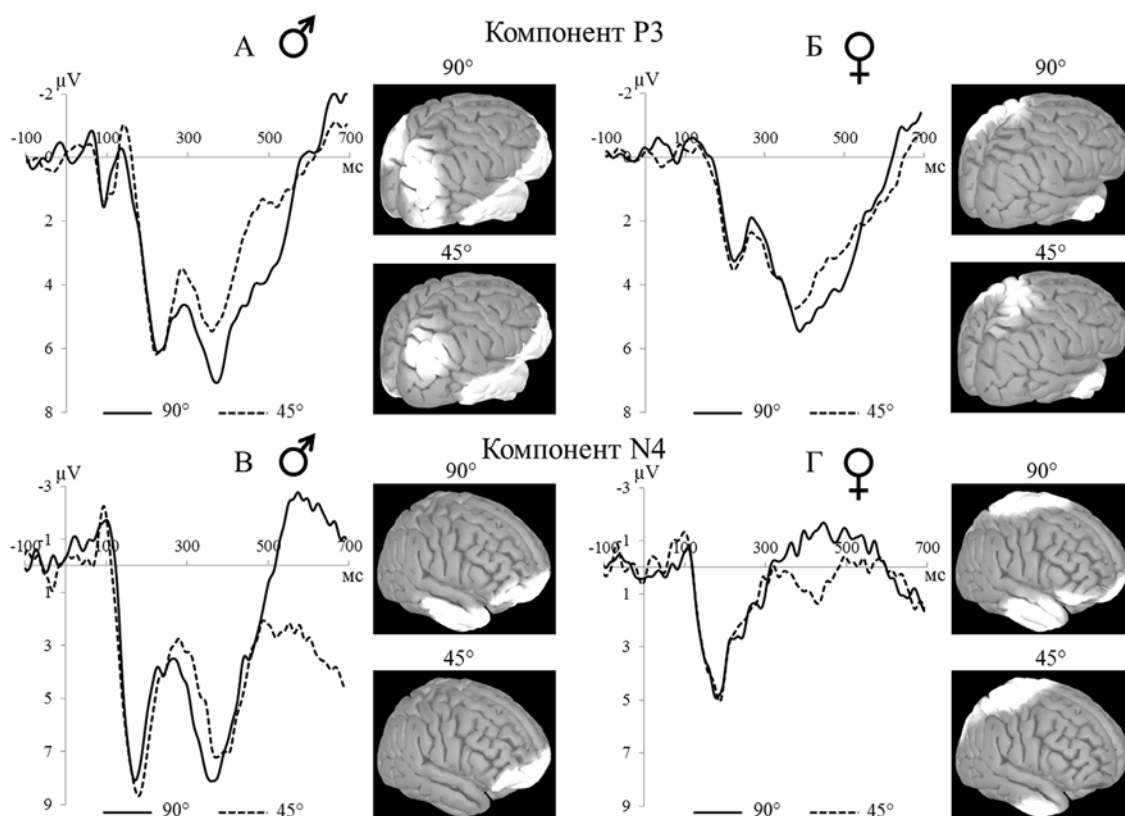


Рисунок 2. Усредненные по группам мужчин (А, В) и женщин (Б, Г) ВП на решетки вертикальных (90°) и наклонных (45°) линий и распределенные поверхностные дипольные источники компонента P3 и поздней негативности LN. Фрагменты А и Б — усредненные ВП на электроде № 61 (левая центрально-теменная область) и источники P3. Фрагменты В и Г — усредненные ВП на электроде № 9 (правая префронтальная область) и источники LN

Компонент P3. Выявлены значимые эффекты Ориентации ($p < .001$) и Пола ($p < .02$). В отличие от P1 и N1, амплитуда P3 выше для базовых линий, чем для наклонных (рис. 2А, Б). Различия более значимы в группе мужчин и по данным post-hoc анализа максимальны в левом полушарии ($p < .0002$). Как видно на рис. А, Б, распределенные дипольные источни-

ки компонента P3 локализуются преимущественно в теменных и центральных областях. В группе мужчин площадь, занимаемая источниками, больше и захватывает височные и префронтальные отделы.

Медленная негативность — LN. Как видно на рис. 2В и 2Г, в префронтальных областях морфология ВП различается у мужчин и женщин. Конфигурация ВП значительно сложнее у мужчин и содержит сложный позитивно-негативный поздний комплекс, который не наблюдается у женщин. Измеряли амплитуду LN с латентностью пика около 600 мс у мужчин и около 400 мс у женщин. Влияние ориентации на амплитуду LN зависело от пола. Только у мужчин для амплитуды LN выявлен эффект Ориентации ($p < .04$) и взаимодействие Ориентация \times Полушарие ($p < .03$). По данным *post-hoc* анализа значимость различий между ориентациями выше в правом полушарии: для контрастов горизонталь — 45 град. ($p < 0.001$) и вертикаль — 45 град. ($p < .01$). У женщин эффект Ориентации не обнаружен. Как видно на рис. 2В и 2Г, в группе мужчин источники LN локализуются в префронтальной коре, а также в передних отделах височной доли. У женщин более четкая область локализации дипольных источников — теменно-центральные и височные области.

Заключение

Таким образом, анализ амплитуды компонентов P1, N1, P3 и медленной негативности LN и моделирование распределенных дипольных источников этих компонентов показали, что ориентационная чувствительность зрительной системы человека обеспечивается сложной и динамически меняющейся системой корковых областей. На ранних этапах переработки информации ориентационно-селективные ответы регистрируются в затылочной, теменной и височной коре, что говорит о роли этих областей в раннем детектировании ориентаций. Более поздние стадии выделения разных ориентаций поддерживаются системой центральных и, что особенно важно, префронтальных отделов коры, обеспечивающих целенаправленное зрительное поведение. Описанная в литературе анизотропия ответов, характеризующаяся более мощным ответом на горизонталь и вертикаль (Appelle, 1972), наблюдается только для более поздних компонентов ВП — P3 и LN. Выявлена связанная с полом специфика: у мужчин выше амплитуда ВП, шире область локализации распределенных дипольных источников, в большей степени вовлечены височные и префронтальные области коры.

Литература

Appelle S. Perception and discrimination as a function of stimulus orientation: the “oblique effect” in man and animals. // *Psychological Bulletin*. 1972. Vol. 78. No. 4. P. 266.

Dabbs J.M., Chang E.-L., Strong R.A., Milun R. Spatial ability, navigation strategy, and geographic knowledge among men and women // *Evolution and Human Behavior*. 1998. Vol. 19. No. 2. P. 89–98.

Lawton C.A. Strategies for indoor wayfinding: The role of orientation // *Journal of Environmental Psychology*. 1996. Vol. 16. No. 2. P. 137–145.

Tarr M.J., Pinker S. Mental rotation and orientation-dependence in shape recognition // *Cognitive Psychology*. 1989. Vol. 21. No. 2. P. 233–282.

Topography and Dynamics of Human Event-Related Potentials in Recognition of Line Orientation

Mikhailova E.S. *, Gerasimenko N.Yu., Slavutskaya A.V., Krylova M.A., Izyurov I.V.

esmikhailova@mail.ru

Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS,
Moscow, Russia

Abstract. High density EEG was registered in 41 healthy participants (20 males) in a task of identification of cardinal (horizontal and vertical) and oblique (45 and 135 degree) orientations. The amplitude of ERP components P1, N1, P3 and Late Negativity (400-600 ms) were analyzed, and dipole sources were modeled for the time periods corresponding to the time windows of these components. It was found that (1) the early orientation-selective cortical responses are initiated in the caudal areas of the brain and were found to be stronger for oblique orientations; (2) late activity in the brain's rostral areas, on the contrary, demonstrated the basic orientation bias. The findings were more significant in males. The data illustrate the complexity of the brain basis of orientation sensitivity and its presumed role in human visual behavior.

Keywords: human vision, orientation sensitivity, event-related potentials, dipoles, neuroimaging

РЕАЛИЗАЦИЯ И АНАЛИЗ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МОДЕЛИ COVIS³⁶

Москвичев А.К. *, Карпов А.Д. *

arseny.moskvichev@gmail.com, anatoly1804@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный университет

Аннотация. В начале работы мы обсуждаем методологическое значение вычислительных моделей в когнитивной науке. Мы демонстрируем, как принцип простоты (бритва Оккама) может быть применен в рамках вычислительного подхода, и почему его необходимо применять. Рассмотренные принципы мы применяем к COVIS — вычислительной модели категоризационного научения. Для научения модели мы использовали различные условия категорий, основанные на интеграции информации, либо на логическом правиле. Рассмотрены результаты научения модели в сравнении с данными испытуемых.

Ключевые слова: имплицитное научение, категоризация, вычислительные модели, COVIS

В области перцептивной категоризации не первое десятилетие конкурирует множество теорий: теория прототипов (*prototype theory*), теория экземпляров (*exemplar theory*), теория порогового принятия решения (*decision bound theory*) и различные гибридные модели. Поражает обилие экспериментальных данных в пользу той или иной теории. В итоге довольно затруднительно выработать критерии и механизмы сравнения подходов.

Представление теорий на языке вычислительных моделей дает нам ряд преимуществ: возможность непосредственно использовать методологические принципы простоты, фальсификации, непротиворечивости и др. В данной работе будут представлены основные результаты реализации и тестирования вычислительной модели COVIS.

Согласно COVIS, за процесс категоризации отвечают две независимые и конкурирующие системы — имплицитная и эксплицитная. В классическом эксперименте в обучающей серии испытуемым предъявляются стимулы (например решетки Габора с двумя признаками: частота и ориентация штриховки) для бинарной классификации с обрат-

³⁶ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта «Исследование условий формирования категорий разного типа с помощью вычислительного моделирования» № 15-06-05245а.

ной связью. В тестовой серии участники классифицируют новые стимулы без обратной связи.

В ситуации разделения категорий на основе логических правил (*rule-based task*) принцип классификации может быть описан простым правилом $X > c$ или комбинацией («и» / «или») таких правил. В условии интеграции информации (*information integration task*) для разделения стимулов на категории всегда необходимо учитывать значения обеих характеристик и их взаимодействие, и структура категории уже не может быть описана комбинацией простых правил. На протяжении обучающей серии эксплицитная система тестирует простые логические правила, имплицитная система исследует сложные интегративные закономерности, после выбирается ответ только одной из систем на основании уверенности предсказания и текущего доверия к каждой из систем. Мы реализовали данный подход при помощи языка программирования R, основываясь на описании вычислительной модели COVIS в статье Эшби и коллег (Ashby et al., 2011).

Первой и наиболее очевидной проблемой является выбор оптимального количества параметров модели. Понятно, что над любой моделью можно надстроить более общую, так что изначальная станет просто частным случаем. При определенном выборе параметров широкая¹ модель сможет объяснить все, что может объяснить узкая, при этом останется возможность изменить параметры и адаптироваться к данным, которые узкая модель описать уже не может. Можно ли в таком случае сразу сделать вывод, что более широкая модель «лучше»? Очевидно, что нет. Рассмотрим пример (см. рис. 1). Точки — имеющиеся данные (истинная зависимость + шум), сплошная линия — истинная зависимость (синусоида). Пунктирная линия — наша модель — полином (слева — третьей, справа — девятой степени).

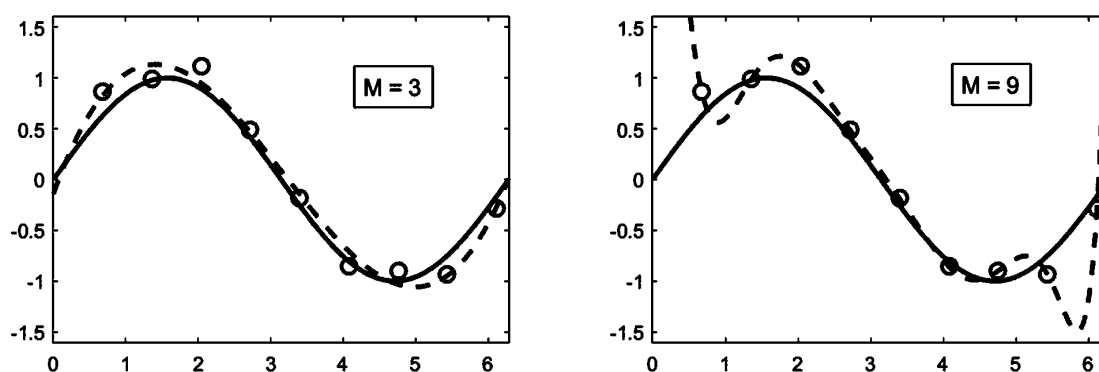


Рисунок 1. Пример переобучения модели

¹ В математической литературе можно также встретить обозначения «длинная» и «короткая» модель, или «модель без ограничений» и «модель с ограничениями».

Данный пример иллюстрирует сразу две важных идеи. С одной стороны, модель с большим количеством параметров может «переобучиться». На рисунке справа все имеющиеся данные объяснены идеально (все точки лежат на пунктирной линии), но предсказательная и объяснительная сила модели очень низка, наша модель совершенно не похожа на истинную зависимость. С другой стороны, ничто не мешает нам установить в модели все коэффициенты выше третьего равными нулю. Тогда правая модель станет аналогичной первой. Но в таком случае возникает закономерный вопрос: зачем нам нужны эти дополнительные нулевые коэффициенты? В некотором смысле мы сталкиваемся с необходимостью применения «бритвы Оккама». Существуют варианты формулирования этого принципа математическим языком (например Minimal Message Length (MML)-критерий). Вторым важным методом является вопрос о том, как подбирать параметры модели. Например, в модели COVIS фигурирует такой параметр, как априорное доверие к эксплицитной системе: какое значение стоит задать? В случае, если модель достаточно проста для того, чтобы применять аналитические методы, используется метод максимального правдоподобия (Ashby, Maddox, 1993) либо простая подгонка (*crude search*) (Ashby et al., 2011). В любом случае цель этих процедур — найти такие параметры, чтобы ответы модели в процессе обучения и после были максимально похожи на ответы испытуемых, и таким образом сделать модель наиболее «похожей» на человека. Однако у такого подхода существуют уязвимые места. Например, если не использовать методы регуляризации, он склонен «переобучаться». В приложении к рассматриваемой экспериментальной модели это означает, что если модель достаточно сложна, то мы всегда будем способны подобрать параметры так, что она будет хорошо описывать ответы испытуемых. Очевидно, что данный вывод катастрофичен, поскольку свойства такого рода модели олицетворяют полную противоположность тому, что мы обязаны требовать от модели в соответствии с принципом фальсифицируемости.

В нашем исследовании приняли участие 8 испытуемых, по 4 человека в каждом из условий. На обучающей стадии испытуемый классифицировал с обратной связью 600 стимулов — решетки Габора. На тестовой стадии предъявлялось 200 новых стимулов. В случае, если разделение на категории задавалось простым логическим правилом (значение ориентации больше 0.5 — категория А, меньше 0.5 — категория В), и модель, и испытуемые классифицировали тестовые стимулы практически со 100 % эффективностью. В условии интеграции информации модель применяла субоптимальную стратегию с опорой на эксплицитную систему, что обеспечивало 80 % правильных ответов. Ответы испытуемых также демонстрируют схожий паттерн (см. рис. 2).

Эффективность классификации на тестовой серии

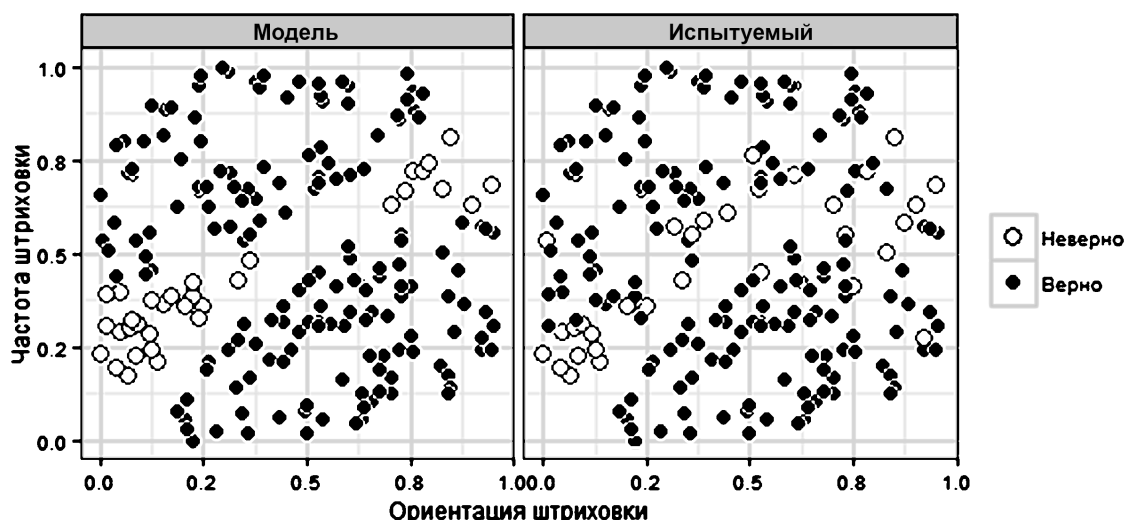


Рисунок 2. Сравнение результатов модели и испытуемого

Причину возникновения ошибок можно объяснить применением логического правила с опорой только на один параметр стимула (значения частоты штриховки), тогда как истинная граница категорий проходит под 45 градусом к началу координат.

Перейдем к описанию результатов упрощения модели. Рассматриваемая версия COVIS моделирует поведение имплицитной системы с помощью двухслойной нейронной сети. У каждого нейрона первого слоя изначально есть свой «эталонный стимул» (всего нейронов 10 000 и их «эталонные стимулы» равномерно распределены по пространству признаков). В процессе категоризации нейрон активируется пропорционально e^{-d} , где d — Евклидово расстояние (в пространстве признаков) от предъявляемого стимула до «эталонного». Во втором слое всего два нейрона. Один соответствует отнесению стимула к категории А, другой — к категории В. Каждый линейно связан со всеми нейронами первого слоя. То есть активация нейрона А $A_{act} = activ_1 * w_a$, где $activ_1$ — вектор активаций нейронов первого слоя после предъявления стимула, а w_a — вектор весов, в котором хранится информация о том, насколько сильно каждый из нейронов первого слоя связан с нейроном А. Для нейрона В — аналогично. Изначально векторы w_a и w_b заполняются случайными числами. Обучение имплицитной системы заключается в постепенном изменении весов, чтобы нейрон А активировался на стимулы категории А больше, чем нейрон В, и наоборот. Одной из возможных доработок модели является упрощение алгоритма изменения весов. В COVIS используется правило с шестью свободными параметрами, влияющими на процесс обучения. В их числе пороги активации NMDA- и AMPA-рецепторов (θ NMDA и θ AMPA), базовый уровень дофамина и отдельные коэффици-

енты скорости обучения *learning rate* (α , β , γ) для разных вариантов активации. Получить эмпирические данные по изолированному обучению имплицитной системы не представляется возможным, что крайне затрудняет подбор значений параметров. Мы реализовали два упрощенных варианта изменения весов. В первом из них сохраняется основная идея изначального правила, но убрана зависимость от порогов NMDA- и AMPA-рецепторов, а также используется только один коэффициент скорости обучения (*learning rate*). Во втором реализуется тривиальная идея коррекции весов по обратной связи. Уменьшаются те веса, которые способствовали неверному ответу, и наоборот. Нам не удалось выявить какого-либо существенного изменения поведения имплицитной системы или тем более всей модели в целом. Это не удивительно, ведь в рассматриваемой задаче у имплицитной системы весьма определенная роль — учиться чему угодно, но медленно. Помимо уменьшения количества свободных параметров (до 2 в первом и до 1 во втором случае), во втором варианте также повышается интерпретируемость результатов обучения модели.

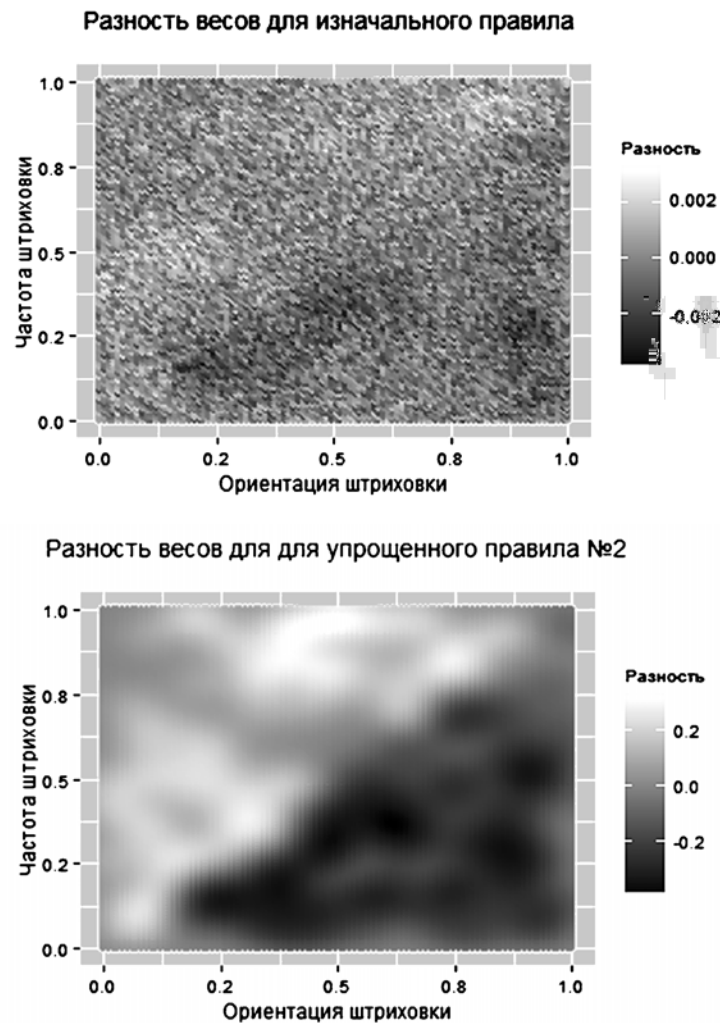


Рисунок 3. Разность весов после обучения модели

На рис. 3 рассмотрен пример результатов обучения модели (категории разделяются прямой линией под 45 градусов к началу координат). При визуализации разности весов отчетливо видны области предпочтения категории А (светлые участки) и В (темные), которые логично соответствуют самим категориям.

Так как изначальная модель не демонстрирует ощутимых преимуществ, мы считаем, что стоит отдать предпочтение упрощенным вариантам, применяя принцип Оккама.

Литература

Ashby F., Paul E., Maddox W. COVIS // Formal approaches in categorization Cambridge University Press New York, 2011. P. 65–87.

Bishop C.M. Pattern recognition and machine learning. New York: Springer, 2006.

Maddox W.T., Ashby F.G. Comparing decision bound and exemplar models of categorization // Perception & Psychophysics. 1993. Vol. 53. No. 1. P. 49–70.

Implementation and Analysis of the COVIS Computational Model

Moskvichev A. *, Karpov A. *

arseny.moskvichev@gmail.com, anatoly1804@gmail.com

Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Abstract. The paper begins with a short theoretical discussion of the methodological importance of computational modeling in cognitive science. We show how the principle of simplicity (Occam's razor) can be applied in the case of computational framework, and why is it crucial to do so. These methodological principles were then applied to the COVIS computational model of human category learning. The model was implemented and tested under several conditions. Several types of information, including integration and rule-based tasks, were used. The performance of the model was analyzed separately and in comparison with the data acquired from the human participants.

Keywords: Implicit learning, categorization, computational modeling, COVIS

СВЯЗЬ ЗАГРУЗКИ РАБОЧЕЙ ПАМЯТИ И СТЕПЕНИ АБСТРАКТНОСТИ ЗАДАЧИ

Мухутдинова А.О. *, Спиридонов В.Ф.

jaf@live.ru

РГГУ, РАНХиГС

Аннотация. В работе изучается связь загрузки рабочей памяти и степени абстрактности задачи «4 дерева» (deBono, 1967). Уэйзон и Шапиро (1971) предполагали, что конкретизирование материала задачи повышает вероятность успешного решения. Чейн и Вейсберг (2010, 2013) говорят о прямом влиянии блоков рабочей памяти на решение инсайтных задач. В этой работе мы совместили оба фактора и проанализировали вклад каждого в успешность решения и связь между ними. Результаты показали, что выделенные факторы конкретности задачи лишь усложняют ее решение, как и загрузка РП. Связи между факторами обнаружено не было. То есть загрузка РП одинаково интерферирует и с абстрактной, и с конкретной задачей.

Ключевые слова: инсайт, решение задач, рабочая память, задача «4 дерева»

В данном исследовании изучается взаимодействие загрузки рабочей памяти и фактора абстрактности-конкретности задачи на материале задачи «4 дерева» (deBono, 1967). Условие задачи звучит так: «Необходимо так посадить 4 дерева, чтобы они находились на равном расстоянии друг от друга».

Т. Киршоу на основе исследования переноса и ослабления ограничений в процессе решения инсайтных задач (Kershaw et al., 2013), утверждает, что основными ограничениями в случае задачи «4 дерева» являются:

1. Заблуждения относительно основ геометрии (решатели склонны располагать деревья на углах квадрата, забывая о том, что диагонали квадрата не равны его сторонам).
2. Репрезентация задачи двумерна (ложная интерпретация перцептивных свойств задачи).

В классической работе Уэйзона и Шапиро (Wason, Shapiro, 1971) исследователи утверждали, что замена материала логической задачи на более реальный, конкретный, приводит к увеличению эффективности решения за счет различных факторов.

К. Холиоук и К. Кох в своей работе (Holyoak, Koh, 1987) пишут о различных типах сходства между двумя ситуациями, выделяя поверхностное и структурное сходство. Их различие основывается на том, связан ли *причинно* различающийся или сходный признак ситуации с целью.

Дж. Чейн и Р. Вейсберг в своих работах по изучению связи между рабочей памятью и решением инсайтных задач (Chein, Weisberg, 2010; Chein, Weisberg, 2013) утверждают, что модально-специфичные блоки рабочей памяти и центральный исполнитель задействованы в решении инсайтных задач и прямо на него влияют.

В данной работе мы хотим выявить возможные связи между степенью абстрактности или конкретности задачи и загрузкой рабочей памяти, используя методику задачи-зонда (Канеман, 2006).

Экспериментальные гипотезы:

1. В связи с различиями в репрезентации мы предполагаем, что решение конкретной задачи будет проходить быстрее, чем решение абстрактной.
2. Наличие или отсутствие задачи-зонда также будет влиять на время решения основной задачи.
3. Также на время решения будет влиять взаимодействие двух этих факторов: наличие задачи-зонда и абстрактность-конкретность основной задачи. То есть в зависимости от степени абстрактности задачи зонд будет по-разному интерферировать с решением.

Методика и процедура

Испытуемые были разделены на четыре группы. Сначала испытуемым на 2 минуты предъявлялась тренировочная серия задачи-зонда. Затем они получали инструкцию решить основную задачу до конца, параллельно выполняя задачу-зонд.

Текст конкретной основной задачи:

«Необходимо так посадить 4 дерева, чтобы они находились на равном расстоянии друг от друга».

Текст абстрактной основной задачи:

«Необходимо так расположить 4 точки, чтобы они находились на равном расстоянии друг от друга».

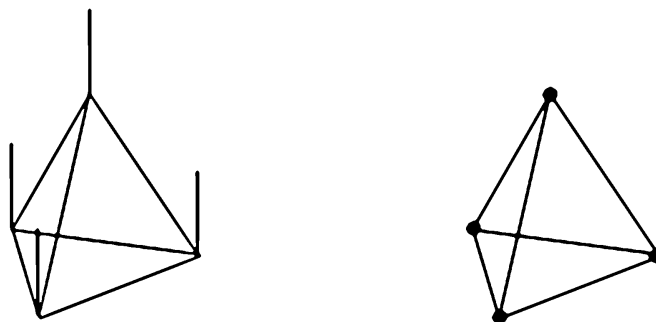


Рисунок 1. Примеры правильного решения конкретной (деревья) и абстрактной (точки) задачи

В качестве задачи-зонда, загружающей рабочую память, была использована задача на слежение. Испытуемым нужно было следить за красным кружком (на рисунке — серым) и нажимать на пробел каждый раз, когда он попадает в правую верхнюю часть экрана, разделенного на 4 части.

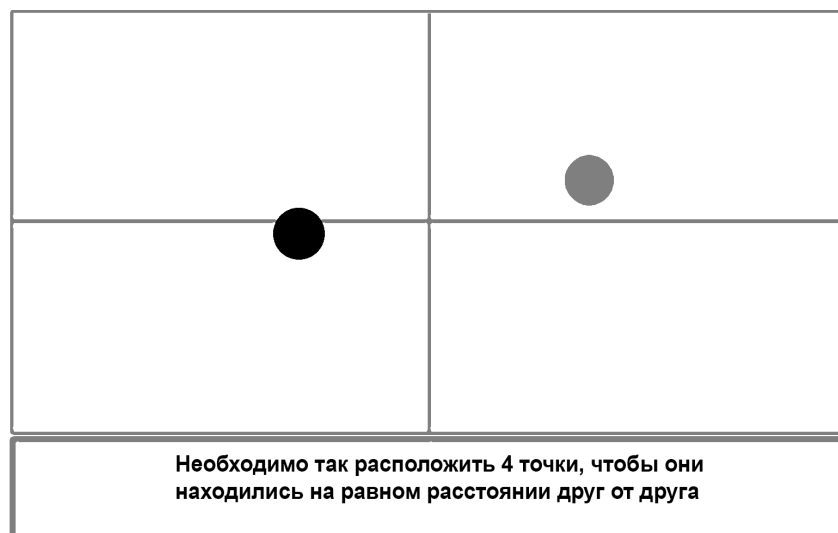


Рисунок 2. Задача-зонд

Таким образом, независимыми переменными в данном эксперименте служили наличие или отсутствие задачи-зонда и абстрактность-конкретность основной задачи. Зависимыми — время решения основной задачи и количество ошибок в выполнении задачи-зонда.

Выборка. В эксперименте приняли участия испытуемые в количестве 61 человек, решившие задачу до конца. Испытуемые, не решившие задачу, были исключены из статистической обработки.

Результаты

В данном исследовании количественно измерялись такие показатели выполнения задания-зонда, как время, затраченное испытуемым на решение задачи до конца (в секундах), а также количество верных ответов в случае, когда испытуемый верно определял нахождение кружка в правой верхней части экрана, пропусков, когда испытуемый не нажимал на клавишу в момент попадания кружка в правую верхнюю часть экрана, и ложных тревог, когда испытуемый нажимал на клавишу, но кружка в нужной части экрана не было, в выполнении задачи-зонда. Показатели задачи-зонда выражены в количестве нажатий на клавишу испытуемым (табл. 1).

С помощью однофакторного дисперсионного анализа мы сравнили средние показатели по времени и по показателям зонда у четырех групп испытуемых.

Различия между группами, разделенными по типу основной задачи (конкретная–абстрактная), по времени оказались слабо значимыми: $F = 6.366, p < .041$. Различия по времени между группами, разделенными по наличию–отсутствию задачи-зонда, оказались высоко значимыми: $F = 17.617, p < .001$.

Таблица 1. N — количество испытуемых, M — среднее по времени решения в группе, Sd — стандартное отклонение

Группа/ Показатель	N	Время решения (с)		Количество верных ответов		Количество пропусков		Количество ложных тревог	
		M	Sd	M	Sd	M	Sd	M	Sd
1 (конкретная—зонд)	16	1161	608	98	52	137	85	74	43
2 (абстрактная—зонд)	15	1024	669	96	74	110	73	66	42
3 (конкретная)	15	721	585						
4 (абстрактная)	15	258	307						

Значимых различий в показателях решения задачи-зонда (правильных попаданиях, пропусках и ложных тревогах), в зависимости от типа основной задачи, обнаружено не было, соответственно, значимых различий между группами при анализе взаимодействия факторов нет.

Обсуждение результатов

Первая гипотеза оказалась противоположной результату. Абстрактная задача решалась быстрее конкретной, но уровень значимости различий невысок. Возможно, это связано с тем, что лишние элементы задачи (деревья, необходимость их сажать) лишь дополнительно загружают рабочую память, не упрощая решения, что противоречит результатам Уэйзона и Шапиро (1971).

Вторая гипотеза подтвердилась. Наличие зонда очень сильно влияет на время решения, следовательно, рабочая память однозначно загружается в процессе решения задачи, что соответствует результатам Чейна и Вейсберга (2010, 2013).

Третья гипотеза не подтвердилась. Зонд одинаково интерферирует с обоими типами задач. Возможно, это связано с фактором конкретности, который по сути своей нагружает РП, но не фасилитирует решение, либо добавление конкретных подробностей в данной задаче не является изменением структурных особенностей ситуации (Holyoak, Koh, 1987) и не связано с целью причинным образом.

Литература

- deBono E.* New think: The use of lateral thinking in the generation of new ideas. N.Y.: Basic books, 1967.
- Chein J.M., Weisberg R.W.* Working memory and insight in verbal problems: Analysis of compound remote associates // *Memory & cognition*. 2014. Vol. 42. No. 1. P. 67–83.
- Chein J.M., Weisberg R.W., Streeter N.L., Kwok S.* Working memory and insight in the nine-dot problem // *Memory & cognition*. 2010. Vol. 38. No. 7. P. 883–892.
- Holyoak K.J., Koh K.* Surface and structural similarity in analogical transfer // *Memory & Cognition*. 1987. Vol. 15. No. 4. P. 332–340.
- Kershaw T.C., Flynn C.K., Gordon L.T.* Multiple paths to transfer and constraint relaxation in insight problem solving // *Thinking & Reasoning*. 2013. Vol. 19. No. 1. P. 96–136.
- Wason P.C., Shapiro D.* Natural and contrived experience in a reasoning problem // *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1971. Vol. 23. No. 1. P. 63–71.

The Relationship Between Working Memory Load and the Abstraction Degree of a Problem

Mukhutdinova A.O. *, Spiridonov V. F.

jaf@live.ru

RSUH (Russian State University for the Humanities), RANEPА (Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration), Moscow, Russia

Abstract. In the present study, we examine the relationship between working memory (WM) load and the abstraction degree of the four-tree problem. Wason and Shapiro (1971) proposed that less abstract material increases the likelihood of a solution. Chein and Weisberg (2010, 2013) demonstrated the essential role of working memory in insight problem solving. We combined both factors and analyzed the contribution of each to the success of the solution and the relation between them. The results indicate that less abstract problems are harder to solve, and WM load also decreases the solution rate. There was no connection between the factors, meaning that WM load identically interferes with both types of problems.

Keywords: insight, problem solving, working memory, 4-tree problem

ЛОЖНЫЕ ВОСПОМИНАНИЯ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКЕ³⁷

Нелюбов М.И. *, Гершкович В.А.

nelubov.m@yandex.ru

Санкт-Петербургский государственный университет

Аннотация. В работе исследуется формирование ложных воспоминаний в рамках DRM-парадигмы, использующей предъявление ассоциативных списков. Изучается влияние поверхностной обработки, а также способности испытуемых отчитаться о замеченной ими связности слов. В эксперименте испытуемым ставится задача на поверхностную обработку стимулов таким образом, чтобы испытуемые не замечали связность слов в списках. Результаты показывают, что в таких условиях ложные воспоминания все равно формируются, при этом в экспериментальной группе наблюдается тенденция к снижению чувствительности, и более строгий критерий. Различий между теми испытуемыми, что заметили связность и не заметили ее, не обнаружено. Результаты обсуждаются с точки зрения концепции уровней обработки и теории размытого следа (*fuzzy trace theory*).

Ключевые слова: ложные воспоминания, DRM-процедура, поверхностная обработка, семантическая обработка, уровни обработки

Одним из способов экспериментального создания и изучения ложных воспоминаний в лаборатории является метод, называемый DRM-процедурой (*Deese-Roediger-McDermott paradigm*; Roediger, McDermott, 1995). Метод получил широкое распространение и довольно прост в применении. Участнику эксперимента предъявляется список слов, называемых целями, состоящий из ассоциаций (например волны, пляж, вода и т.д.) к некоторому другому слову, которое само в списке не фигурирует (море) и называется дистрактором (связанным дистрактором). Если теперь тем или иным способом проверить память испытуемых о том, какие слова они запомнили, окажется, что наряду со словами-целями из предъявленных им списков они сообщают о запомненных ими словах-дистракторах. Несмотря на относительную искусственность метода, он предоставляет удобный способ для изучения иллюзий памяти в лабораторных условиях, моделируя процесс в простом виде.

Эффект процедуры можно было бы объяснить как предубеждение испытуемых указывать на те слова, которые подпадают под замеченную ими ассоциативную или семантическую связность списка. Однако существуют свидетельства, что эффект не может полностью объясняться таким предубеждением. Было показано, что опознание связанного дис-

³⁷ Исследование поддержано НИР СПбГУ № 8.38.287.2014.

трактора может сопровождаться переживанием воспоминания о его предъявлении (Roediger, McDermott, 1995). Также предупреждение испытуемых о дистракторах в лучшем случае ослабляет эффект процедуры, но не сводит его на нет (Gallo et al., 1997, Gallo et al., 2001). При этом нам неизвестно исследование, где создавалась бы ситуация, в которой испытуемые не замечали бы связности списков.

Среди теоретических разработок, обсуждаемых в литературе по DRM-иллюзии, существует теория размытого следа (*fuzzy trace theory*, Brainerd, Reyna, 2002), предлагающая существование двух видов обработки и репрезентации информации в памяти: стенографического (перцептивные свойства и детали) и смыслового (суть и значение). Иллюзия, с точки зрения теории, возникает в результате формирования такой смысловой репрезентации списка, на основе его связности, в которую дистрактор оказывается включен, что позволяет опознать его или вспомнить. При этом опора на стенографическую обработку не поддерживает такую иллюзию.

Смысловая обработка в теории размытого следа считается прерогативой автоматических процессов. В то же время, в концепции уровней обработки (Craik, Lockhart, 1972) семантическая обработка считается более глубоким уровнем и, по-видимому, более требовательным к сознательным усилиям. Так, существуют свидетельства, что подавление сознательного контроля при разделении внимания влияет на воспоминания о стимулах, подвергшихся глубокой обработке (снижает верное узнавание стимулов), но не поверхностной (Hicks, Marsh, 2000).

В данном исследовании мы изучали возникновение DRM-иллюзии в условиях поверхностной обработки. Если включенные в формирование ложных воспоминаний процессы семантической обработки не могут протекать должным образом, и доминирующими будут процессы более поверхностного уровня, мы должны наблюдать улучшение способности испытуемых различать предъявленные слова и дистракторы (чувствительность). Дополнительной задачей исследования была проверка возможности формирования иллюзии в случае, когда участники эксперимента не замечают связности списка.

Эксперимент

В эксперименте участвовало две группы испытуемых. В контрольной группе, проходившей через обычный вариант DRM-процедуры, участвовал 21 человек. В группе с поверхностной обработкой участвовало 40 человек.

В контрольной группе испытуемым предъявлялось 6 списков ассоциаций с инструкцией на запоминание. Каждый список включал 12 слов, которые предъявлялись последовательно, одно за другим. По окончании

списка была пауза в 7 секунд, чтобы передохнуть, после которой начиналось предъявление следующего списка. Сразу по окончании этапа предъявления начинался этап тестирования, в ходе которого участников просили указать, какие слова, по их мнению, были им ранее предъявлены, а какие нет. Предлагалось всего 24 слова (последовательно), среди которых было 12 слов-целей, фигурировавших ранее в списках, 6 слов — связанных дистракторов, и 6 — несвязанных дистракторов (не связанных со списками слов). В ответ на каждое предложенное для узнавания слово испытуемый должен был выбрать ответ «было» или «не было».

В группе с инструкцией на поверхностную обработку предъявлялись те же списки, но испытуемых не просили их запоминать, а просили подсчитывать количество согласных в каждом списке в сумме. По окончании предъявления списка испытуемые давали ответ, сколько согласных букв они насчитали, затем начиналось предъявление следующего списка. В этой группе также сразу после последнего ответа испытуемого начиналось тестирование памяти, которое проходило таким же образом, как и в первой группе.

По окончании тестирования испытуемые опрашивались по поводу того, заметили ли они тематическую связность списка или нет.

Результаты

В группе с инструкцией на поверхностную обработку было 3 человека, не справившихся с заданием по подсчету букв, поэтому анализируются данные 37 человек, суммарная ошибка которых не превышала 10 % от общего числа согласных букв. Среди них 19 не заметили связности списка, 18 — заметили. В группе со стандартной процедурой все участники заметили связность списков. В табл. 1 приведены средние вероятности ответа «было». Были обнаружены различия (ANOVA, применялась поправка Бонферрони) между вероятностями ответа «было» по отношению к разным типам слов. В случае стандартной процедуры: $F(2,62) = 124.20$, $p < .003$. В случае условия с подсчетом букв: $F(2,110) = 70.20$, $p < .003$. В обоих случаях множественные сравнения по методу Шеффе показывают различия между всеми стимулами на уровне $p < .003$. Это, в частности, означает, что испытуемые опознавали связанные дистракторы чаще, чем несвязанные, что означает проявление эффекта процедуры в обоих условиях. Различий (MANOVA) между заметившими связность списка и не заметившими ее во второй группе не обнаружено ($F(3,33) = .254$, $p = .858$) ни для одного типа стимулов.

Скорректированные данные (за вычетом вероятности ответа «было» по отношению к несвязанным дистракторам) представлены в табл. 2. Анализ скорректированных средних с помощью MANOVA показал зна-

чимость фактора условия ($F(2,55) = 23.72, p < .003$) в отношении целей ($F(1,57) = 47.49, p < .003$) и дистракторов ($F(1,57) = 9.51, p = .009$).

Таблица 1. Средние вероятности ответа «было» по категориям слов и условиям

	Цели		Связанные дистракторы		Несвязанные дистракторы	
Стандартная DRM	.83		.46		.016	
Счет букв	.64		.40		.17	
	Заметившие	Не заметившие	Заметившие	Не заметившие	Заметившие	Не заметившие
	.65	.64	.42	.39	.19	.15

Для обоих условий были также подсчитаны непараметрический индекс чувствительности A' и индекс критерия Yesrate. Эти данные представлены в табл. 2.

Различия между группами в случае чувствительности A' проявились только на уровне тенденции (t-критерий, равенство дисперсий не предполагается: $t = -1.847, df = 23.83, p = .077$). Различия для критерия Yesrate статистически достоверны (t критерий, равенство дисперсий не предполагается: $t = -6.486, df = 50.86, p < .001$).

Таблица 2. Средние значения скорректированных вероятностей и индексов чувствительности и критерия

	Скорр. цели	Скорр. дистракторы	Чувствительность A'	Yesrate
Стандартная DRM	.81	.44	.58	.34
Счет букв	.47	.23	.54	.20

В целом результаты показывают, что в случае инструкции на подсчет букв в словах примерно половина испытуемых не замечает связности списков, но DRM-иллюзия все равно возникает, при этом другая половина заметивших не отличается по результатам. В этом условии испытуемые реже опознают как слова-цели, так и дистракторы, по сравнению со стандартной DRM-процедурой, что проявляется в более строгом критерии. При этом участники эксперимента в группе с подсчетом букв демонстри-

руют почти такую же чувствительность, различая цели и дистракторы примерно на том же (довольно низком) уровне.

Выводы

С использованием задачи на поверхностную обработку слов было показано, что в случае, когда испытуемые не замечают связности списков (не отчитываются о ней), DRM-иллюзия все равно формируется, что можно считать еще одним подтверждением того, что эффект процедуры не связан с предубеждением испытуемых. Более того, в экспериментальной группе различий между заметившими и не заметившими связность не обнаружено, то есть фактор не проявил своего влияния.

Также в случае задачи на поверхностную обработку испытуемые реже опознают цели и связанные дистракторы, показывая формально меньшее количество ложных узнаваний, что естественно при такой обработке и, как следствие, худшем запоминании списков. Однако при этом испытуемые не продемонстрировали большей способности различать цели и дистракторы (проявилась тенденция к снижению чувствительности). Это можно интерпретировать в пользу того, что процессы, формирующие иллюзию (смысловая обработка если вставать на позиции теории размытого следа), могут протекать в случае поверхностной обработки на достаточном уровне, чтобы иллюзия возникала, и испытуемые так же легко узнавали не предъявлявшиеся им слова. Возвращаясь к обсуждаемым нами концепциям теории размытого следа и уровней обработки, можно было бы сказать, что хотя смысловая обработка может протекать по-разному в зависимости от инструкций и других условий, и мы можем наблюдать эффекты глубины обработки, возможно, что даже в случае задачи на поверхностную работу со стимулами смысловая репрезентация списка, включающая в себя дистрактор, все еще может успешно сформироваться.

Литература

- Brainerd C.J., Reyna V.F.* Fuzzy-trace theory and false memory // *Current Directions in Psychological Science*. 2002. Vol. 11. No. 5. P. 164–169.
- Craik F.I., Lockhart R.S.* Levels of processing: A framework for memory research // *Journal of verbal learning and verbal behavior*. 1972. Vol. 11. No. 6. P. 671–684.
- Gallo D.A., Roberts M.J., Seamon J.G.* Remembering words not presented in lists: Can we avoid creating false memories? // *Psychonomic Bulletin & Review*. 1997. Vol. 4. No. 2. P. 271–276.
- Gallo D.A., Roediger H.L., McDermott K.B.* Associative false recognition occurs without strategic criterion shifts // *Psychonomic Bulletin & Review*. 2001. Vol. 8. No. 3. P. 579–586.

Roediger H.L., McDermott K.B. Creating false memories: Remembering words not presented in lists // Journal of experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition. 1995. Vol. 21. No. 4. P. 803–814.

False Memory in Shallow Processing

Nelyubov M.I. *, Gershkovich V.A.

nelubov.m@yandex.ru

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Abstract. We investigate the formation of false memories within a (spell out what DRM is) (DRM) paradigm that uses presentation of associative lists. The research question is the effect of shallow processing, and a participant's ability to notice connectedness of the words in the lists. Participants were given a shallow processing task in such a way that prevented them from noticing the connectedness of the words in lists. The results show that false memories are still formed under these conditions, with marginally lower discriminability, and a more conservative criterion is observed. There were no observed differences between participants who did and did not notice the connectedness. The results are discussed in terms of levels of processing, and the Fuzzy-Trace Theory.

Keywords: false memory, DRM-procedure, shallow processing, semantic processing, levels of processing

ПРОДУКЦИЯ ЮМОРА КАК ФОРМА ЮМОРИСТИЧЕСКОЙ ФАСИЛИТАЦИИ РЕШЕНИЯ ИНСАЙТНЫХ ЗАДАЧ³⁸

Никифорова О.С. *, Коровкин С.Ю. *

weis1993@mail.ru, korovkin_su@list.ru

Ярославский государственный университет им. П.Г.Демидова, Ярославль

Аннотация. Данная работа описывает фасилитирующее воздействие продукции юмора на решение инсайтных задач. Описан эксперимент, направленный на выявление возможных когнитивных механизмов фасилитации решения творческих задач. Получены данные, подтверждающие наличие феномена юмористической фасилитации решения творческих задач. В работе продемонстрировано наличие эффекта фасилитации решения только инсайтных задач с помощью предварительной продукции юмора. Такого эффекта при решении неинсайтных задач не обнаружено. Было обнаружено, что расслабления недостаточно для повышения эффективности решения творческих задач.

Ключевые слова: мышление, продукция юмора, фасилитация, инсайт, творческие задачи

В ряде работ показано, что аффективное воздействие оказывает фасилитирующее влияние на решение малых творческих задач и заданий на креативность. Одна из форм уточнений аффективной фасилитации решения творческих задач — это исследования феномена юмора в контексте решения задач. Исследования указывают на существование связи между продуктивностью решения творческих задач и юмором. Юмор рассматривается как одна из составляющих творческого мышления креативности. Неоднократно были получены данные о наличии связи между юмором и повышением креативности и успешностью решения задач (Gick, Lockhart, 1995; O'Quin, Derks, 1997; Isen et al., 1987; Мартин, 2009). С продуктивностью творческих задач связывают понимание юмора, продукцию юмора, «чувство юмора», использование юмора в качестве эвристики при решении задач. При этом юмор нельзя однозначно отнести к аффективным или когнитивным процессам, ввиду чего определение и операционализация юмора и юмористического воздействия на решателя сильно затруднены.

Когнитивные механизмы юмора связаны с актуализацией противоречивых сценариев и способами разрешения конфликта между сценариями. Данные механизмы могут способствовать преодолению ограничений в ходе решения задачи благодаря варьированию набора эвристик и элементов задачи. Они могут создавать преднастройку на поиск отдаленных

³⁸ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-06-07899.

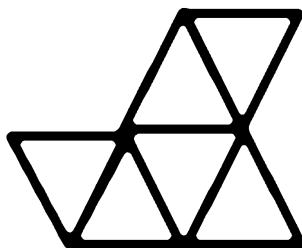
ассоциаций, способствуют «выходу за пределы» в репрезентации задачи. Воздействие когнитивных механизмов может быть как содержательно специфичным, так и содержательно неспецифичным. Аффективные (аффективно-регуляторные) механизмы юмора, в свою очередь, направлены на снижение эмоционального напряжения, которое возникает в ситуации решения, а также способствуют повышению общего уровня ресурса, за счет которых и увеличивается эффективность решения задач. В данном исследовании мы планируем проверить воспроизводимость эффекта фасилитации при условии продукции юмора испытуемым. Также мы хотим сравнить текстовые задачи с наглядными, то есть сопоставить вербальный и образный форматы репрезентации условий задачи.

Гипотезы исследования:

1. Существует эффект фасилитации инсайтных задач с помощью продукции юмора.

2. Эффект фасилитации инсайтных задач является результатом снятия напряжения в ситуации взаимодействия с экспериментатором.

В исследовании принимали участие 36 человек, разделенных на три группы, соответствующие трем условиям. Первое условие — экспериментальное. Этой группе испытуемых в качестве юмористической преднастройки предъявлялись незаконченные предложения и вопросы юмористического характера. Задачей испытуемых было оригинально и нестандартно закончить предложения или ответить на вопросы. Вторая группа — контрольная. Задачей в этой группе было снять напряжение у испытуемых в присутствии экспериментатора. Осуществлялось это при помощи доверительной беседы. Отправной точкой были незаконченные предложения из методики «Незаконченные предложения». Третья группа — контрольная. Данная группа испытуемых не получала материала для преднастройки эмоционального состояния. Также каждая группа испытуемых получала по 4 задачи для решения. Задачи были двух типов: инсайтные и неинсайтные, оба типа в двух видах репрезентации: текстовая и визуальная. Пример текстовой задачи: два человека сыграли 5 раз в шашки и каждый из них выиграл четное количество раз. При этом не было ни одной ничьи. Как это возможно? Пример визуальной задачи: уберите 3 спички так, чтобы получить 3 треугольника.



В каждой группе испытуемым перед решением каждой задачи предъявлялся стимульный материал, соответствующий условию этой группы. Задачи, использованные в исследовании, были предварительно уравнены по времени решения. В качестве параметров эффективности воздействия стимульного материала для продукции юмора подсчитывалось время и правильность решения задач у каждого испытуемого.

Задачи, предложенные для решения, были решены всеми испытуемыми полностью. Результаты проведенного дисперсионного анализа с повторными измерениями показывают наличие значимого эффекта влияния на время решения задач со стороны фактора типа задачи ($F(1,144) = 12.15, p < .001, \eta_p^2 = .27$). Эффект фасилитации решения в значимо большей степени проявляется в инсайтных задачах. С использованием t -критерия выявлены различия во времени решения между инсайтными и неинсайтными задачами в условиях снятия напряжения ($T(23) = 43, p < .01$) и продукции юмора ($T(23) = 49, p < .01$), в то время как в нейтральном условии таких различий во времени решения задач не выявлено ($T(23) = 92, p = .16$).

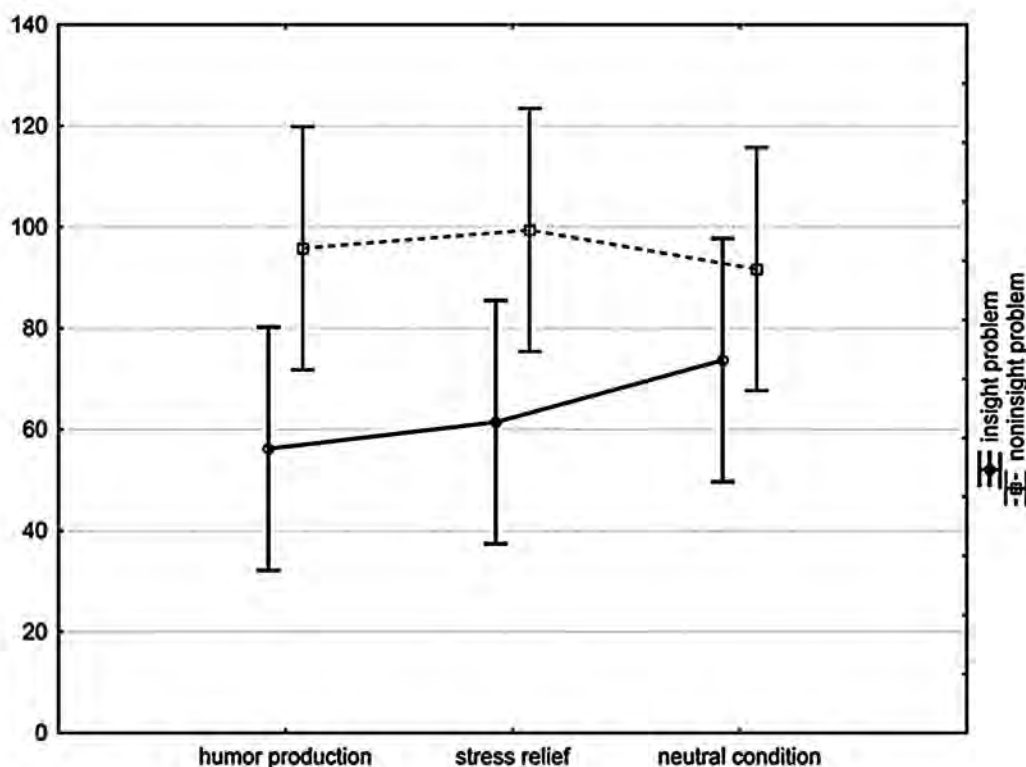


Рисунок 1. Время решения (сек.) инсайтных и неинсайтных задач в экспериментальных условиях

Кроме различий между инсайтными и неинсайтными задачами, выявлены значимые различия в решении задач различной репрезентации ($F(1,144) = 36.38, p < .001, \eta_p^2 = .52$). Визуальные задачи в целом решают-

ся быстрее. Взаимодействия факторов типа задачи и типа репрезентации не обнаружено ($F(1,144) = .35, p = .56, \eta_p^2 = .01$).

Попарное сравнение каждой задачи в разных условиях показывает, что происходит значимый сдвиг по сравнению с нейтральным условием в решении визуальных инсайтных задач в условиях снятия напряжения ($U(24) = 27.5, p = .011$) и продукции юмора ($U(24) = 36.5, p = .043$). Во всех остальных случаях время решения статистически значимо не отличается от нейтрального условия.

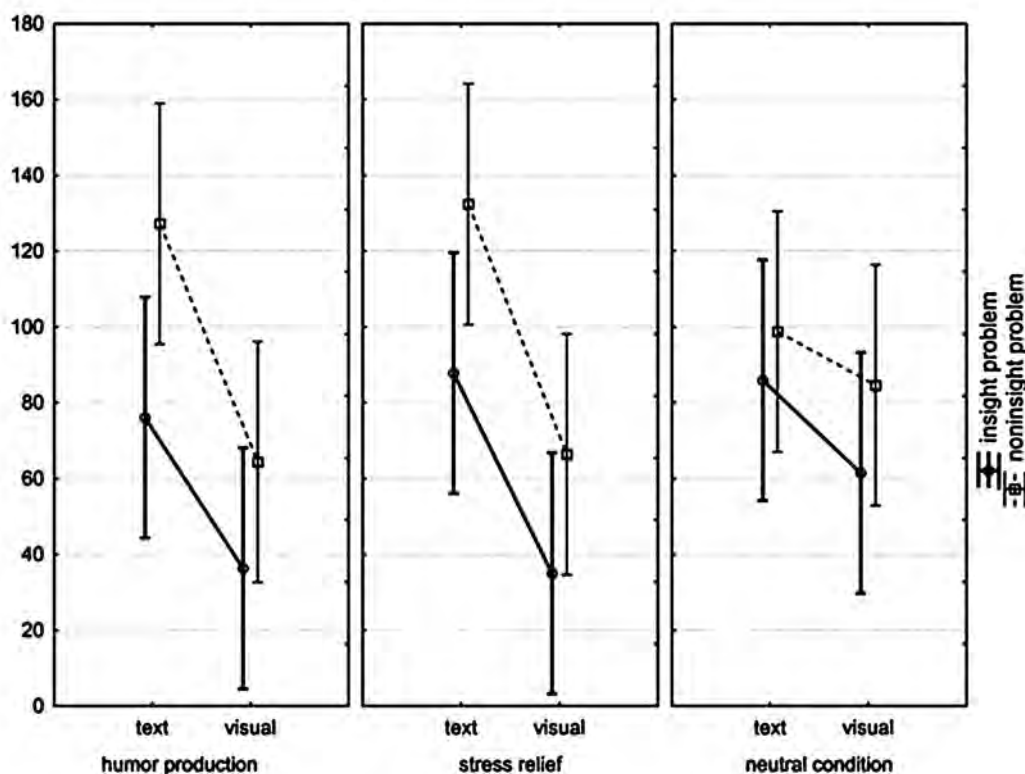


Рисунок 2. Время решения (сек.) инсайтных и неинсайтных задач в экспериментальных условиях в зависимости от формата репрезентации

Таким образом, продукция юмора вызывает эффект фасилитации решения инсайтных задач. Значимого влияния продукции юмора на решение неинсайтных задач не выявлено, что говорит о задачной специфичности юмористического воздействия и подтверждает предположение о связи юмора с творческими процессами. Расслабление (или снятие напряжения в условии эксперимента) является важным условием для эффекта фасилитации, в частности визуальных инсайтных задач. В то же время этого условия недостаточно для проявления эффекта фасилитации инсайтных задач в целом. Вероятно, в юморе присутствует эффект снятия напряжения в ситуации коммуникации решателя с экспериментатором, однако простого расслабления недостаточно для повышения эффективности решения задач. Юмористическая фасилитация, по всей видимости, связана с

низкоуровневыми перцептивными процессами, поскольку эффект проявляется значимо только в визуально предъявляемой задаче.

Литература

Мартин Р. Психология юмора. СПб: Питер, 2009.

Gick M.L., Lockhart R.S. Cognitive and affective components of insight // *The Nature of Insight* / Ed. D.J. Sternberg R.J.. Cambridge, MA: The MIT Press, 1995.

Isen A.M., Daubman K.A., Nowicki G.P. Positive affect facilitates creative problem solving // *Journal of Personality and Social Psychology*. 1987. Vol. 52. No. 6. P. 1122–1131. doi: 10.1037/0022-3514.52.6.1122

O'Quin K., Derks P. Humor and creativity: A review of the empirical literature / Ed. M. Runco. Cresskill, NJ: Hampton Press, 1997.

Humor Production as a Facilitator of Insight Problem Solving

Nikiforova O.S. *, Korovkin S.Yu. *

weis1993@mail.ru, korovkin_su@list.ru

P. G. Demidov Yaroslavl State University, Faculty of Psychology;
Yaroslavl, Russia

Abstract. This paper describes the facilitation effect of humor production on insight problem solving. An experiment aimed to identify potential cognitive mechanisms of insight problem solving facilitation by humor. The experimental data confirm that humor facilitates creative problem solving. The paper demonstrates that preliminary humor production, specifically, facilitates insight problem solving. No facilitation effect was found in non-insight problems. Furthermore, we found that stress relief is not enough to improve the efficiency of creative problem solving.

Keywords: problem solving, humorproduction, facilitation, insight, creative problems

КОНДЕНСАЦИОННАЯ ЗАДАЧА КАК ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ КОГНИТИВНОГО КОНТРОЛЯ³⁹

Новиков Н.А. *, Брызгалов Д.В., Молчанова Д.В., Чернышев Б.В.

nikknovikov@gmail.com

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Аннотация. Успешное выполнение сложных задач связано с функциями когнитивного контроля, такими как поддержание направленного на задачу внимания, удержание в памяти и активация правил задачи, а также подавление преждевременных реакций. Нарушение любой из этих функций может приводить к ошибкам выполнения. В настоящей работе проведено исследование поведенческих данных (качество выполнения задачи и время реакции), полученных в ходе выполнения испытуемыми конденсационной задачи, требующей высокого уровня когнитивного контроля, но не предполагающей каких-либо автоматических реакций, подлежащих торможению. Полученные результаты свидетельствуют о наличии трех независимых групп поведенческих показателей, отражающих общую скорость выполнения задачи, основную причину совершения ошибок и способность к адаптивному повышению моторного порога в случае неопределенности выбора.

Ключевые слова: конденсационная задача, когнитивный контроль, межиндивидуальные различия, время реакции

Термином «когнитивный контроль» описывается совокупность процессов, обеспечивающих целенаправленное поведение, таких как поддержание устойчивого внимания; удержание в памяти целей и правил их достижения; активация релевантных и торможение нерелевантных моторных программ (Yeung, 2013). Когнитивный контроль, как правило, исследуется в задачах, предполагающих наличие некоторой автоматической реакции, подавление которой необходимо для успешного выполнения; при этом определяется влияние уровня конфликта между корректной и ошибочной моторной программой на результат выполнения задачи (Cohen, 2014). Исследования такого рода показали существование нескольких поведенческих эффектов, таких как ускорение ошибочных реакций; замедление реакций, следующих за ошибками; замедление реакций при высоком уровне конфликта; адаптация к уровню конфликта в серии стимулов (Botvinick et al., 2001). В то

³⁹ Исследование осуществлено в рамках программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2015 г.

же время поведенческие эффекты спонтанного снижения когнитивного контроля и его последующей адаптации в задачах, не предполагающих каких-либо автоматических реакций, изучены в меньшей степени. В данной работе мы использовали конденсационную задачу (Posner, 1964), успешное выполнение которой требует высокого уровня когнитивного контроля, но не основано при этом на торможении нежелательных автоматических реакций.

В ходе эксперимента испытуемым ($N = 79$) предъявляли четыре звуковых тона, каждый из которых имел два признака: по высоте он был «низким» либо «высоким» (синусоидальный сигнал 500 Гц или 2000 Гц), по «зашумленности» — либо «зашумленным», либо «чистым» (то есть с наложенным широкополосным шумом или без). Участники эксперимента должны были нажимать одну кнопку в случае высокого чистого или низкого зашумленного звука и другую кнопку в случае низкого чистого или высокого зашумленного звука; таким образом, задача не могла быть решена при учете любого из признаков в отдельности от другого. После правильных ответов, латентность которых не превышала 1700 мс, испытуемым предъявлялась подкрепляющая зрительная обратная связь.

В работе анализировали правильные и ошибочные ответы с латентностью от 300 до 1700 мс; реакции быстрее 300 мс исключали из анализа; реакции медленнее 1700 мс и отсутствующие реакции рассматривали как пропуски ответа. Для каждого испытуемого определяли среднюю латентность правильных и ошибочных реакций. Также вычисляли три дополнительных показателя: «ускорение перед ошибками», определяемое как отношение латентности правильных ответов, предшествующих правильным ответам, к латентности правильных ответов, предшествующих ошибкам; «замедление ошибочных реакций», определяемое как отношение латентности ошибок к латентности правильных ответов; «замедление после ошибок», определяемое как отношение латентности правильных ответов, следующих за ошибками, к латентности правильных ответов, следующих за правильными ответами.

Латентности реакций разного типа сравнивали при помощи парного t -теста. Взаимосвязи между поведенческими показателями определяли при помощи коэффициента корреляции Пирсона. Достоверность корреляций вычисляли с учетом поправки Бонферрони (24 сравниваемых пары показателей). Для определения характера предполагаемого взаимодействия двух поведенческих показателей (1 и 2) с третьим (3) строили две линейных регрессионных модели: в первой модели показатель 3 предсказывался только показателем 1, а во второй — парой показателей 1 и 2. Наборы остатков, полученные в двух моделях, сравнивали при помощи F -теста. В случае, когда остатки во второй модели оказывались достоверно ниже, делался вывод о наличии

взаимосвязи между показателями 2 и 3, не опосредованной показателем 1.

Правильные ответы составляли в среднем 82.9 % всех реакций, ошибочные ответы — 11 %, пропуски ответа — 5.1 %. Средняя латентность всех правильных ответов составляла 876.6 мс; латентность ошибочных ответов — 985.7 мс; латентность правильных ответов, предшествующих ошибкам — 859.9 мс; латентность правильных ответов, следующих за ошибками — 875.3 мс. Латентность ошибок достоверно превосходила латентность правильных ответов ($p < .001$); правильные ответы перед ошибками совершались достоверно быстрее, чем правильные ответы перед правильными ответами ($p = .009$); достоверного различия латентности правильных ответов после ошибок и после правильных ответов обнаружено не было ($p = .68$). Значения коэффициентов корреляции между поведенческими показателями приведены в таблице.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между поведенческими показателями (* — $p < .05$; ** — $p < .01$; *** — $p < .001$)

		1	2	3	4	5	6	7
1	Доля правильных ответов							
2	Доля ошибок	-.82***						
3	Доля пропусков	-.74***	.21					
4	Латентность правильных ответов	-.53***	.14	.73***				
5	Латентность ошибок	-.16	-.21	.53***	.71***			
6	Ускорение перед ошибками	-.01	.12	-.12	-.27	-.46**		
7	Замедление ошибочных реакций	.27	-.42**	.05	.07	.75***	-.40*	
8	Замедление после ошибок	.16	-.21	-.04	-.17	.02	-.05	.19

Быстрота реакции зависит от двух факторов: силы активации репрезентации соответствующей моторной программы и моторного порога, при достижении которого программа реализуется в поведении. При оптимальном уровне когнитивного контроля в ответ на стимул активируется репрезентация «правила задачи», которая позволяет смещать баланс между конкурирующими моторными программами в

сторону программы, ведущей к правильному ответу на стимул (Botvinick et al., 2001).

Мы предполагаем, что время от времени испытуемые начинают полагаться на приобретенный навык и выполнять задачу более «автоматически», снижая уровень когнитивного контроля; это ведет к повышению вероятности совершения ошибки в силу того, что на самом деле задача лишь в очень незначительной степени поддается автоматизации в пределах длительности эксперимента (Лазарев и др., 2014). Такой «псевдоавтоматизированный» режим выражается в сниженной латентности правильных ответов, предшествующих ошибкам. Снижение контроля приводит к недостаточной активации репрезентации правила задачи, в результате чего уровень активности правильной и ошибочной моторной программы оказывается одинаково низким. Таким образом, время достижения моторного порога и вероятность ошибочного ответа оказываются больше, чем в состоянии оптимального выполнения задачи, что выражается в повышенной латентности ошибочных ответов по сравнению с правильными. Поскольку конденсационная задача не предполагает какой-либо моторной программы, автоматическую активацию которой требуется преодолеть, долговременная адаптация системы когнитивного контроля, по всей видимости, в незначительной степени связана с повышением моторного порога, что выражается в отсутствии достоверного замедления после ошибок.

Латентность правильных ответов положительно коррелировала с долей пропусков и отрицательно — с долей правильных ответов; корреляции этого показателя с долей ошибок обнаружено не было. Это означает, что люди с низкой скоростью работы справлялись с задачей хуже за счет большего числа пропусков ответа. Следует отметить, что к пропускам мы относили как отсутствующие реакции, так и реакции, совершаемые позже отведенного времени (1700 мс после стимула); в обоих случаях испытуемые не получали подкрепляющей обратной связи.

Более выраженное ускорение перед ошибками было связано с менее выраженным замедлением ошибочных реакций. Оба этих показателя коррелировали с латентностью ошибок, но не с латентностью правильных ответов. Дополнительный анализ показал, что каждый из этих показателей не улучшает предсказание другого при добавлении его в качестве второго предиктора к латентности ошибок ($p = .39$). Напротив, добавление ускорения перед ошибками к латентности правильных ответов достоверно улучшает предсказание латентности ошибок ($p = .002$). Таким образом, оба показателя имеют отношение к некоторой индивидуальной характеристике, которая предположительно отражает основную причину совершения ошибок испытуемыми, заключающуюся либо в снижении

моторного порога, либо в снижении активации репрезентации правила задачи.

Также была обнаружена отрицательная корреляция между замедлением ошибочных реакций и долей ошибок. Добавление доли ошибочных ответов к латентности ошибок достоверно улучшает предсказание замедления ошибочных реакций ($p = .002$); аналогичный результат наблюдается при добавлении доли ошибочных ответов к ускорению перед ошибками ($p < .001$). Следовательно, существуют два независимых фактора, влияющих на межиндивидуальные различия в замедлении ошибочных реакций. Первый фактор описан выше и связан, предположительно, со склонностью испытуемого совершать ошибки либо по причине недостаточной активации репрезентации правила задачи, либо по причине избыточного снижения моторного порога. Второй фактор, по всей видимости, связан с поведенческой адаптацией, заключающейся в повышении моторного порога в условиях неопределенности ответа. Чем выше способность испытуемого к повышению порога в такой ситуации, тем больше вероятность того, что репрезентация правила успеет активироваться до совершения ошибочного ответа, и, соответственно, тем меньше доля ошибок.

Анализ поведенческих данных выявил следующие закономерности: (1) перед ошибками правильная реакция совершается с уменьшенной латентностью, (2) ошибочные реакции совершаются с бóльшей латентностью, чем правильные; (3) замедление времени ответа после ошибок отсутствует. Это отличает исследуемую задачу от большинства задач, используемых при изучении когнитивного контроля, в которых наблюдается ускорение ошибочных реакций и замедление после ошибок.

Корреляционный анализ показал наличие трех различных характеристик, влияющих на межиндивидуальные различия поведенческих показателей. Первая связана с общей скоростью выполнения задачи и влияет на количество пропусков ответа. Вторая связана со склонностью либо к ускорению перед ошибками, либо к замедлению во время ошибок и не влияет на успешность выполнения. Третья связана со способностью повышать моторный порог в условиях неопределенности и влияет на долю совершаемых ошибок.

Полученные данные показывают, что конденсационная задача является перспективной моделью для исследования когнитивного контроля, позволяющей исследовать его в новом ракурсе.

Литература

- Лазарев И.Е., Чернышев Б.В., Брызгалов Д.В., Вязовцева А.А., Осокина Е.С. Исследование автоматизации принятия решения в условиях умеренно высокой когнитивной нагрузки // Вестник ЯрГУ. Серия «Гуманитарные науки». 2014. Т. 28. № 2. С. 87–91.
- Botvinick M.M., Braver T.S., Barch D.M., Carter C.S., Cohen J.D. Conflict monitoring and cognitive control // Psychological review. 2001. Vol. 108. No. 3. P. 624–652.
- Cohen M.X. A neural microcircuit for cognitive conflict detection and signaling // Trends in neurosciences. 2014. Vol. 37. No. 9. P. 480–490.
- Posner M.I. Information reduction in the analysis of sequential tasks // Psychological Review. 1964. Vol. 71. No. 6. P. 491–504.
- Yeung N. Conflict monitoring and cognitive control // Oxford Handbook of Cognitive Neuroscience / Под ред. K.N. Ochsner, S. Kosslyn. N.Y.: Oxford University Press New York, 2013. P. 275–299.

Condensation Task as an Experimental Model for Studying Individual Differences in Cognitive Control Processes

Novikov N.A. *, Bryzgalov D.V., Molchanova D.V., Chernyshev B.V.

nikknovikov@gmail.com

National Research University 'Higher School of Economics', Moscow, Russia

Abstract. Successful performance in complex tasks is dependent on the functions of the cognitive control system such as maintenance of sustained attention, retention and activation of task rules, and inhibition of preliminary responses. Failure of any of these functions can lead to performance errors. In the present study, we investigated the behavioral data (success rate and response time) obtained during a condensation task, which is highly demanding to the level of cognitive control, but does not assume any specific automatic responses that have to be inhibited. Our results suggest that there are three independent groups of behavioral variables. The first group is related to the overall response latency, the second to the main cause of performance errors, and the third to the participant's ability to increase the motor threshold in the case of choice ambiguity.

Keywords: condensation task, cognitive control, inter-individual differences, response time

ИЗМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЛАБОРАТОРНЫХ МЫШЕЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИСКУССТВЕННОГО ОТБОРА⁴⁰

Перепелкина О.В. *, Лильп И.Г., Тарасова А.Ю., Голибродо В.А.,
Полетаева И.И.

o_perepel73@mail.ru

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Аннотация. В лаборатории физиологии и генетики поведения (Биологический ф-т, МГУ) проводятся два селекционных эксперимента — искусственный отбор мышей на большой и малый относительный вес мозга и селекция мышей на способность к решению теста на экстраполяцию направления движения пищевого стимула. Тестирование животных селектированных линий в двух когнитивных тестах с разной мотивацией (пищевой и оборонительной) показало превосходство мышей с большим весом мозга в решении обеих задач, а мыши, селектированные на высокую способность к экстраполяции, успешней решали тест на поиск входа в укрытие.

Ключевые слова: селекция, вес мозга, элементарная логическая задача, когнитивные способности, мыши

В лаборатории физиологии и генетики поведения (кафедра ВНД, биологический факультет) проводятся два селекционных эксперимента — искусственный отбор мышей на большой и малый относительный вес мозга и селекция мышей на способность к решению теста на экстраполяцию направления движения стимула, исчезнувшего из поля зрения.

Вес мозга — важный морфологический показатель, который обнаруживает не только межвидовую, но и внутривидовую изменчивость. Его используют в сравнительных исследованиях для сопоставления уровня развития ЦНС и поведения у животных близких таксономических групп, а также считают одним из показателей уровня эволюционного развития данной таксономической группы позвоночных. В работах Л.В. Крушинского и его коллег было показано, что в пределах каждого класса позвоночных повышение уровня развития элементарного мышления животных и, соответственно, пластичности их поведения напрямую связаны со степенью цефализации и усложнением структуры мозга. Это означает, что поиск причинных связей между морфологией мозга (в частности, его общего размера и размера его структур) и поведением перспективен для понимания механизмов когнитивных способностей

⁴⁰ При выполнении работы авторы руководствовались правилами Декларации ЕС 2010. Работа частично поддержана РФФИ, грант № 04-13-00747.

животных и для анализа биологических предпосылок эволюционного формирования когнитивных способностей человека.

Когнитивные способности животных и человека в настоящее время активно исследуются, однако в нейрогенетическом аспекте этой проблемы остается много нерешенных вопросов. В связи с этим проведение селекционного эксперимента на способность животных к экстраполяции является перспективным для общего понимания механизмов поведения.

Отметим, что в нашей работе под термином «когнитивные способности» подразумевается способность животных оперировать простейшими законами окружающей среды. В случае теста на экстраполяцию это законы движения и неисчезаемости (Крушинский, 2009).

В начале 1970-х гг. по инициативе Л.В. Крушинского в лаборатории была сделана попытка селективировать крыс на высокие показатели решения теста на экстраполяцию. Но уже в первых поколениях обнаружилось, что крысы — потомки особей с высокими показателями решения этого теста были чрезвычайно тревожными. Они так боялись обстановки теста, что это делало невозможным тестирование их поведения (Крушинский и др., 1975).

Экспериментальные животные и процедуры отбора

Селекция на большой и малый относительный вес мозга (линии БМ и ММ). С 1974 г. по настоящее время в лаборатории было проведено три селекционных эксперимента на вес мозга. Исходной популяцией для двух первых селекций была генетически гетерогенная популяция мышей — гибридов от скрещивания шести инбредных линий (A/HeSto, BALB/cJLacSto, CBA/CalacSto, C3H/HeSto, C57BL/6JSto, CC57BR/MvRap). Исходной популяцией для третьего эксперимента были гибриды F2 от скрещивания линий БМ и ММ второго эксперимента. Критерий отбора: у половины мышей (возраст 60–70 дней) каждого помета в каждой из линий определяли вес мозга и вес тела. На их основе получали линию регрессии «вес тела — вес мозга». Если показатели относительного веса мозга мышей данного помета попадали за пределы доверительного интервала (выше линии регрессии для линии БМ и ниже — для линии ММ), то оставшиеся мыши этого помета использовались для получения следующего поколения селекции. В третьем селекционном эксперименте, начиная с F23, селекцию на вес мозга прекратили, и линии БМ и ММ поддерживают в настоящее время на основе случайного внутрилинейного скрещивания.

Селекция на способность к экстраполяции (линии ЭКС и КоЭКС). Исходной популяцией для проведения этой селекции были гибриды F2–F4 между линиями БМ и ММ. При подборе родительских пар избегали близкородственного скрещивания. Контрольной группой мышей (Ко-

ЭКС) были животные исходной гибридной популяции, разводившиеся рандомбредно. Критериями отбора для получения мышей следующего поколения были правильное решение теста на экстраполяцию при его первом предъявлении и 5 или 6 правильных решений из 6 предъявлений теста. Кроме того, в качестве второго критерия отбора на скрещивание не брали мышей, которые проявляли боязнь обстановки опыта: быстро и хаотично перемещались по экспериментальной камере, — а также тех, у которых были «отказы» от решения теста или его «нулевые» решения (то есть животное не подошло к боковым отверстиям в течение 120 с).

Мышей (самцов и самок) ряда поколений обеих селекций тестировали в двух когнитивных тестах: тест на способность к экстраполяции (основан на пищевой мотивации) и тест — поиск входа в укрытие (основан на оборонительной мотивации).

Способность к экстраполяции направления движения пищевого стимула оценивали в специальной камере (рис. 1) после 18 часов питьевой и пищевой депривации. В камере мышь начинает пить молоко через центральное отверстие, после чего поилку перемещают вправо или влево, и она скрывается из поля зрения, придвигаясь вплотную к одному из боковых отверстий. Правильное решение теста — подход мыши к боковому отверстию, в направлении которого кормушка переместилась. Контрольная поилка («уравновешивание» запаха молока) двигается в противоположном направлении, оставаясь невидимой и недостижимой для мыши. Тест предъявляли 6 раз, а направление движения поилки чередовали в квазислучайном порядке. Результаты теста оценивали по доле (в %) правильных решений у мышей данной группы при первом предъявлении теста, а также по суммарной доле правильных решений за 6 предъявлений.



Рисунок 1. Экспериментальная камера для оценки способности мыши к экстраполяции.

Тест «поиск входа в укрытие» (puzzle-box, Poletaeva, Zorina, 2014) основан на стремлении животного избегать ярко освещенного про-

странства. Экспериментальная камера (рис. 2) для теста разделена на две неравные части. Большая из них ярко освещена, меньшая часть — темная, куда мышь стремится скрыться. В темную часть (укрытие) можно попасть только через специальный лаз, расположенный на уровне пола. Тест состоял из 8 этапов (2 дня). 1-й день: этапы 1 и 2 — лаз открыт, этапы 3 и 4 — лаз засыпан стружкой вровень с полом, на 2-й день повторяли пробу с засыпанным лазом (5 этап), в 6 и 7 этапах лаз был закрыт легкой пробкой, 8 этап — стенка камеры с лазом была засыпана стружкой на высоту 5–7 см. Успешность решения оценивается по времени, которое животное тратит на попадание в темное отделение камеры, а также по доле животных, решивших наиболее сложные для мыши этапы теста с «пробкой». Таким образом, в случаях маскировки лаза (этапы 3–8) тест включал в себя «когнитивные» варианты задачи (для его отыскания надо оперировать представлением о «неисчезаемости» объекта).

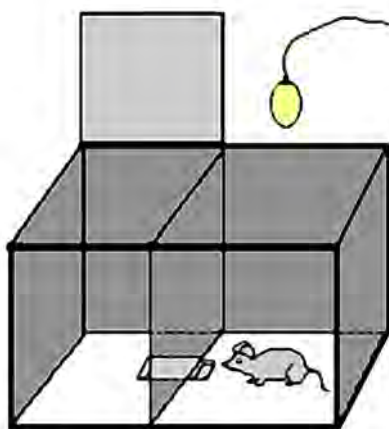


Рисунок 2. Экспериментальная камера для теста «поиск входа в укрытие»

Статистическая обработка данных. Достоверность различий в тесте на поиск входа в укрытие оценивали с помощью многофакторного ANOVA с post-hoc LSD-анализом (пакет статистических программ STATISTICA 6.0). Результаты теста на экстраполяцию обрабатывались с использованием метода альтернативных долей (метод ϕ , Фишера).

Результаты и обсуждение

Способность к экстраполяции у мышей линий БМ и ММ. Доля правильных решений теста на экстраполяцию по первому предъявлению и по сумме 6 предъявлений у мышей линии БМ часто достоверно отличалась от 50 % случайного уровня в ряде поколений селекции (F8, F9, F11, F12, и F19 второго селекционного эксперимента и в F11, F14 и F19 третьего эксперимента). В линии ММ отличие от 50 % случайного уровня (за 6 предъявлений теста) было достоверным только в двух поколениях

второго селекционного эксперимента. После прекращения отбора эти различия сохранились — мыши линии БМ успешно решали этот тест. Таким образом, несмотря на то, что у лабораторных мышей уровень способности к решению данного теста невысок, наши эксперименты показали превосходство мышей линии БМ в решении данной задачи.

Способность к экстраполяции у мышей линий ЭКС и КоЭКС. Во всех поколениях селекции начиная с F3 доля правильных решений теста при первом предъявлении у мышей ЭКС стала достоверно выше 50 % случайного уровня, но она стала выше и у мышей КоЭКС. По ходу селекции в ряде поколений проявились и половые различия в успешности решения этого теста. Таким образом, способность к решению задачи на экстраполяцию в ходе селекции на этот признак значимо не изменилась. Это может быть связано и со сложным характером самого признака, выбранного для отбора, и с особенностями генетического определения сложных признаков поведения в целом, то есть развитие такой способности может определяться влиянием пока неясных неаллельных взаимодействий.

Тест на поиск входа в укрытие практически во всех тестируемых поколениях (начиная с F9) успешнее решали мыши ЭКС. Время выполнения его «когнитивных» этапов было у них достоверно короче, а доля мышей, успешно решивших этап теста с «пробкой»? была достоверно выше. Мыши БМ также решали этот тест успешней, чем мыши ММ, как на его начальных этапах, так и на этапах с «пробкой».

В результате селекционного отбора в двух независимых по своим задачам селекционных экспериментах был обнаружен ряд устойчивых межлинейных различий в когнитивном поведении мышей селектированных линий. Это выразилось в более высоких показателях когнитивных тестов у мышей БМ (тест на способность к экстраполяции направления движения пищевого стимула — пищевая мотивация, и тест на поиск входа в укрытие — оборонительная мотивация), а также в более успешном решении теста на поиск входа в укрытие у линии ЭКС (при отсутствии выраженного успеха селекции на способность к экстраполяции). Следует отметить, что у линии ЭКС относительный вес мозга достоверно больше, чем у мышей КоЭКС в ряде поколений. Селекционные эксперименты подтвердили факт генетической детерминированности различий в весе мозга между линиями, ранее селектированными на этот признак, и сохранение ранее выявленных межлинейных различий в поведении. Поскольку положительная ассоциация между весом мозга и поведением была получена в ряде независимых экспериментов, проведенных и другими авторами (Perrepelkina et al., 2013) она не может быть результатом случайной фиксации аллелей и, по всей видимости, отражает истинную причинную связь между весом мозга и когнитивными способностями. Следует отметить, что наличие корреляций между когнитивными способ-

ностями и весом мозга у животных, не подвергавшихся селекции? нам на настоящий момент не известны.

Слабый ответ на отбор по признаку решениз задачи на экстраполяцию свидетельствует о высокой степени сложности генетической основы этого признака.

Литература

Крушинский Л.В., Астаурова Н. Б., Кузнецова Л. М., Очинская Е.И., Поletaева И. И., Романова Л. Г., Сотская М.Н. Роль генотипических факторов в определении способности к экстраполяции // Актуальные проблемы генетики поведения / Под ред. В.К.Федорова, В.В.Пономаренко. Ленинград: Наука, 1975. С. 98–110.

Крушинский Л.В. Биологические основы рассудочной деятельности. Москва: Изд-во МГУ, 2009.

Perepelkina O.V., Golibrodo V.A., Lilp I.G., Poletaeva I.I. Mice selected for large and small brain weight: The preservation of trait differences after the selection was discontinued // *Advances in Bioscience and Biotechnology*. 2013. Vol. 4. P. 1–8.

Poletaeva I.I., Zorina Z.A. A Genetic Approach to the Study of Simple Cognitive Abilities in Animals // *The Russian Journal of Cognitive Science*. 2014. Vol. 1. No. 3. P. 31–55.

Changes in the Cognitive Abilities of Laboratory Mice as the Result of Artificial Selection

Perepelkina O.V. *, Lilp I.G., Tarasova A.Yu., Golibrodo V.A., Poletaeva I.I.

o_perepel73@mail.ru

Moscow State University, Biology Department, Moscow, Russia

Abstract. In the Laboratory of Physiology and Genetics of Behavior (Biology Department, MSU) two selection experiments were performed: the selection of mice for large and small relative brain weight and for success in a cognitive task (extrapolation of stimulus movement direction). The capacity of these animals to solve two cognitive tasks (based on food motivation and aversion) was analyzed. Mice with larger brain weights were superior to mice with smaller brain weights in both tests, while mice selected for extrapolation capacity were more successful than controls in solving the test for the ability to find the masked escape route.

Keywords: selection, brain weight, elementary logic task, cognitive abilities, mice

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ ПАЦИЕНТАМИ С ДВИГАТЕЛЬНЫМИ НАРУШЕНИЯМИ ТЕХНОЛОГИИ «ИНТЕРФЕЙС МОЗГ-КОМПЬЮТЕР, ОСНОВАННЫЙ НА ПРЕДСТАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЙ» (ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)⁴¹

Перепелкина О.С. * (1,3), Васильев А.Н. (2,3), Либуркина С.П. (2,3), Ганин И.П. (2,3), Каплан А.Я. (2)

neptizzza@gmail.com

1 — кафедра нейро- и патопсихологии МГУ им. М.В. Ломоносова; 2 — лаборатория нейрофизиологии и нейро-компьютерных интерфейсов МГУ им. М.В. Ломоносова; 3 — РНИМУ им. Н.И. Пирогова

Аннотация. В данной работе описано исследование успешности освоения технологии «интерфейс мозг-компьютер (ИМК), основанный на представлении движений», пациентами с моторной дисфункцией верхних конечностей (после спинальных травм и инсульта головного мозга). Целью этого пилотного исследования был поиск психологических предикторов успешности работы в данном типе ИМК, для чего было проведено тестирование эмоциональной, мотивационно-личностной и когнитивной сфер у пациентов. Значимой связи между успешностью освоения ИМК и тревогой, депрессией, когнитивными нарушениями и мотивационно-личностными особенностями выявлено не было. Эффективность освоения технологии статистически значимо снижают различные функциональные состояния, например, такие как усталость и чувство истощенности.

Ключевые слова: интерфейс мозг-компьютер, моторное воображение, психологические предикторы, двигательные нарушения

Введение

Технология «интерфейс мозг-компьютер» (ИМК) представляет собой уникальную парадигму взаимодействия с окружающей средой, при которой активность головного мозга может напрямую считываться и передаваться на исполнительные устройства без участия мышц. ИМК, основанный на представлении движений, используется в рамках комплексных программ постинсультной реабилитации (Page et al., 2007; Caria et al., 2011; Каплан и др., 2013). В таких интерфейсах человек создает управляющий сигнал для ИМК при помощи сознательного воображения движений тех или иных частей тела. Подобное моторное представление вызывает в мозге паттерны электрической активности, сходные с таковыми для реальных движений (Poggio et al., 1996). Меха-

⁴¹ Работа выполнена при частичной поддержке РНИМУ им. Н.И. Пирогова.

низм возникновения такой реакции, по-видимому, обусловлен включением контуров программирования движений в премоторных, моторных и соматосенсорных областях коры.

Данное исследование было направлено на адаптацию методик классического интерфейса мозг-компьютер, основанного на представлении движений, для использования его пациентами с двигательными нарушениями неврологического происхождения. Было проведено клинко-психологическое тестирование пациентов с целью выявления взаимосвязи эффективности освоения технологии пациентами с различными психологическими параметрами.

Методика

Испытуемые. В исследовании приняло участие 17 пациентов с моторной дисфункцией верхних конечностей: 11 со спинальными травмами (ТБСМ) уровня С7–С3 (10 мужчин, средний возраст 28.2 ± 7.6) и 6 больных с диагнозом «инсульт головного мозга» (ОНМК) (4 мужчин, средний возраст 60.4 ± 7.4). Все пациенты подписали добровольное Информированное согласие на участие в исследовании.

Процедура. Количество сессий для каждого пациента варьировало от 2 до 10 (в среднем 5.5 ± 2.5). Каждая сессия (60–90 мин.) состояла из нескольких тренировочных записей, в ходе которых испытуемый в ответ на визуальный стимул, предъявляемый на мониторе, выполнял задание на мысленное представление движения, чередовавшееся с задачей «зрительного внимания» (при которой испытуемый рассматривал абстрактное изображение на мониторе). В исследовании использовались следующие типы заданий моторного представления: кинестетическое представление движений собственных рук (фаланг пальцев, движений в кистях, локтевом и плечевом суставах), кинестетическое представление движений ног (бедер и стоп); для контроля использовалась ментальная задача представления музыки, в ходе которого необходимо было мысленно воспроизводить знакомую мелодию.

Регистрация ЭЭГ. Во время исследования велась запись электроэнцефалограммы (ЭЭГ) при помощи оборудования BrainVision actiChamp (Brain Products GmbH, Германия), а также 30 Cl/Ag электродами, расположенными в соответствии с системой 10–10. Обработка ЭЭГ сигнала велась в программе MATLAB 8.3 (MathWorks).

Анализ эффективности освоения методики. Проводилось сравнение спектральных характеристик паттернов в активном состоянии (представление движения) и фоновом состоянии (задача зрительного внимания). Анализировались два основных параметра сигнала ЭЭГ: пространственное распределение паттернов (позволяющее оценивать локализацию активации моторных структур) и их выраженность. Выраженность пат-

тернов определялась по изменению частотных характеристик (спектров) ЭЭГ при исследуемых состояниях. Статистические характеристики выраженности паттерна использовались в качестве оценки эффективности результатов тренировочных сессий и их сравнения для испытуемых.

Клинико-психологические методики. Пациенты, участвующие в исследовании, прошли психологическое тестирование. Были использованы следующие группы методик: 1) исследование эмоциональной сферы — шкала ситуативной тревожности Спилбергера-Ханина (Ханин, 1976), гериатрическая шкала депрессии (Захаров, Вознесенская, 2013) для диагностики депрессии у пожилых людей, самоопросник депрессии CES-D (Маркин, 2007) для скринингового выявления депрессивного расстройства у пациентов более молодого возраста; 2) исследование мотивационно-личностной сферы — опросник мотивации достижения Мехрабиан (Шапкин, 2000), личностный опросник Айзенка ЕРІ (Русалов, 1992); 3) исследование когнитивной сферы проводилось с помощью комплексного скринингового нейропсихологического обследования по методике КНОКС (КНОКС, Тонконогий, 2011); 4) также проводилась оценка динамики степени субъективной комфортности переживаемого человеком функционального состояния до и после экспериментальной сессии с помощью методики Шкала состояний (Леонова, Кузнецова, 2007). Статистический анализ проводился в программе STATISTICA 10.0. Достоверность различий оценивалась с помощью *U*-критерия Манна-Уитни и критерия Вилкоксона; наличие связи — с помощью коэффициента корреляции Спирмена.

Результаты и выводы

При анализе посессионной динамики параметров эффективности у пациентов, посетивших 3 и более сессий (13 человек), были выявлены 4 условные группы испытуемых: 1) с изначально высокой эффективностью, слабо изменяющейся с увеличением количества сессии (5 человек, 39 %); 2) со стабильно низкой эффективностью, флуктуирующей во времени (2 человека, 15 %); 3) с изначально высокой или средней эффективностью, ухудшающейся со временем (3 человека, 23 %); 4) с изначально низкими или средними результатами, улучшающимися по мере увеличения количества тренировок (3 человека, 23 %).

Результаты *клинико-психологических методик* продемонстрировали, что и среди пациентов, перенесших инсульт, и среди спинальных пациентов, были пациенты с легкой (5 чел.), умеренной (2 чел.) и сильной депрессией (3 чел.); высоким (7 чел.) и очень высоким (3 чел.) уровнем ситуативной тревожности. Однако статистической связи эмоциональных особенностей (по шкале Спилбергера-Ханина и шкалам депрессии) с эффективностью освоения технологии выявлено не было. Мотивационно-

личностные особенности (по методикам Мехрабиана и Айзенка) также не внесли статистически значимого вклада в успешность освоения. Когнитивные нарушения по результатам скринингового нейропсихологического обследования (КНОКС) были выявлены только у нескольких постинсультных пациентов (у 3 чел. легкая и у 2 чел. средняя степень когнитивного дефицита). Значимой корреляции между эффективностью освоения технологии и когнитивным уровнем, а также возрастом пациентов выявлено не было. Также не было выявлено значимых различий (по критерию Манна-Уитни) по показателям эффективности между группами постинсультных и спинальных пациентов.

Влияние тренинга на функциональное состояние. Общие показатели методики (индекс субъективного комфорта) по всем тренировочным сессиям у всех пациентов значимо не различались до и после тренинга. Однако обнаружены значимые различия по шкалам «сильный — слабый», «сонный — бодрый» до и после тренинга ($p < .05$ по критерию Вилкоксона) и шкале «свежий — усталый» ($p < .01$). То есть функциональное состояние несколько ухудшается после тренинга: усиливаются усталость, слабость и сонливость. При этом уровень мотивации достижения у спинальных пациентов положительно коррелирует с хорошим самочувствием после тренинга ($R = 0.87, p < .05$), а состояние интереса (по шкале «заинтересованный — скучный») у всех пациентов отрицательно коррелирует с порядковым номером сессии ($R = -0.29, p < .05$), то есть интерес падает с возрастанием порядкового номера сессии.

Было выявлено, что *эффективность* освоения технологии связана с функциональным состоянием пациента. Общий индекс субъективного комфорта, полученный в конце тренинга, положительно коррелирует с показателями эффективности ($p < .05$), тогда как негативные параметры самочувствия, такие как усталость, слабость и истощенность, измеренные и до, и после тренинга, отрицательно коррелируют с эффективностью ($p < .05$). Показатель сниженного настроения (по шкале «веселый — грустный»), измеренный после тренинга, также отрицательно коррелирует с эффективностью ($p < .05$).

Таким образом, статистически значимой связи между успешностью освоения технологии и эмоциональными (тревога, депрессия) и когнитивными нарушениями, мотивационно-личностными особенностями (мотивация достижения, интроверсия/экстраверсия и нейротизм), возрастом и заболеванием в данном исследовании выявлено не было. Негативные функциональные состояния, такие как усталость и чувство истощенности, отрицательно сказываются на эффективности, поэтому целесообразно выбирать время суток, в котором каждый пациент чувствует себя наиболее оптимально. Также важно следить за эмоциональным состоянием пациента во время эксперимента, так как понижение на-

строения отрицательно коррелирует с эффективностью. Необходимо также усовершенствовать технологию, чтобы она была менее утомительной и более интересной для пациентов. Данные результаты являются предварительными и требуют дальнейших исследований.

Литература

- Захаров В.В., Вознесенская Т.Г.* Нервно-психические расстройства: диагностические тесты. М.: МЕДПРЕСС, 2013.
- Каплан А.Я., Кочетова А.Г., Шишкин С.Л., Басюл И.А., Ганин И.П., Васильев А.Н., Либуркина С.П.* Экспериментально-теоретические основания и практические реализации технологии «интерфейс мозг – компьютер» // Бюллетень сибирской медицины. 2013. Т. 12. № 2. С. 21–29.
- Леонова А.Б., Кузнецова А.С.* Психологические технологии управления состоянием человека. М.: Смысл, 2007.
- Маркин С.П.* Нарушение когнитивных функций во врачебной практике. Воронеж: Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко, 2007.
- Русалов В.М.* Модифицированный личностный опросник Айзенка. М.: Смысл, 1992.
- Тонконогий И.М.* Краткое нейропсихологическое обследование когнитивной сферы (КНОКС). М.: ПЕРСЭ, 2010.
- Ханин Ю.Л.* Краткое руководство к шкале реактивной и личностной тревожности Ч. Д. Спилбергера. Л.: 1976.
- Шапкин С.А.* Опросник мотивации достижения: новая модификация // Психологический журнал. 2000. № 2. С. 113–127.
- Caria A., Weber C., Brötz D., Ramos A., Ticini L.F., Gharabaghi A., Braun C., Birbaumer N.* Chronic stroke recovery after combined BCI training and physiotherapy: a case report // Psychophysiology. 2011. Vol. 48. No. 4. P. 578–582.
- Page S.J., Levine P., Leonard A.* Mental practice in chronic stroke results of a randomized, placebo-controlled trial // Stroke. 2007. Vol. 38. No. 4. P. 1293–1297.
- Porro C.A., Francescato M.P., Cettolo V., Diamond M.E., Baraldi P., Zuiani C., Bazzocchi M., Di Prampero P.E.* Primary motor and sensory cortex activation during motor performance and motor imagery: a functional magnetic resonance imaging study // The Journal of Neuroscience. 1996. Vol. 16. No. 23. P. 7688–7698.

Assessing Motor Imagery Bci Performance in Patients with Motor Disabilities: A Pilot Study

Perepelkina O.* (1,3), Vasilyev A. (2,3), Liburkina S. (2,3), Ganin I. (2,3), Kaplan A. (2)

neptizzza@gmail.com

1 — department of Neuro- and Pathopsychology, Lomonosov MSU;

2 — Laboratory for Neurophysiology and Neuro-Computer Interfaces, Lomonosov MSU;

3 — Pirogov RNRMU, Moscow, Russia

Abstract. This work describes the assessment of motor imagery brain-computer interface (MI BCI) performance in patients with motor disabilities resulting from spinal cord injury or stroke. The aim of this pilot study was to find the psychological predictors of MI BCI efficiency. In order to find these predictors we used emotional, motivational, personality and cognitive tests. No significant correlations were found between BCI performance and anxiety, depression, cognitive deficit, motivation and personality. A significant decrease in BCI performance was correlated with different functional states, such as fatigue and a feeling of exhaustion.

Keywords: brain-computer interface, motor imagery, psychological predictors, motor disability

ВОЗМОЖНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ КОРРЕЛЯТОВ СЛЕПОТЫ К ИЗМЕНЕНИЮ С ПОМОЩЬЮ фМРТ

Печенкова Е.В. * (1), Кувалдина М.Б. (2,3), Румшиская А.Д. (1),
Литвинова Л.Д. (1), Ямщикова П.А. (4), Сеницын В.Е. (1)

1 — Лечебно-реабилитационный центр Минздрава РФ, Москва, Россия;
2 — Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; 3 — Университет Хельсинки, Финляндия;
4 — Свободный университет, Амстердам, Нидерланды.

Аннотация. Поиск нейрофизиологических коррелятов слепоты по невниманию с помощью фМРТ представляет собой проблему, поскольку явление слепоты по невниманию для конкретной задачи и ключевого стимула может быть получено на одном испытуемом только один раз. Данная работа посвящена апробации методики, позволяющей реализовать межгрупповой экспериментальный план с одной пробой на одном испытуемом в фМРТ-исследовании. Полученные данные демонстрируют устойчивые нейрофизиологические корреляты задачи слежения за множественными движущимися объектами и указывают на возможные различия активации в области лобных глазодвигательных полей (FEF) между испытуемыми, не осознавшими присутствия ключевого объекта, и контрольной группой, которой он не предъявлялся.

Ключевые слова: слепота по невниманию, фМРТ, неосознаваемая обработка информации, единичная проба

Введение

Слепота по невниманию (англ. *inattentional blindness, IB*) — это неспособность заметить перцептивно яркий объект в зрительном поле в случае, если зрительное внимание человека привлечено к не связанной с этим объектом задаче (Simons, Chabris, 1999; Most et al., 2001). Работы на основе поведенческих показателей демонстрируют, что в случае IB происходит неосознаваемая обработка информации о ключевом (незамеченном) стимуле (Mack, Rock, 1998; Кувалдина, 2010). В связи с этим особенно интересными и актуальными становятся возможные нейрофизиологические исследования IB, так как они могли бы выявить мозговые корреляты обработки информации о неосознаваемом критическом стимуле и пролить свет на более общие мозговые механизмы осознания.

Однако проведение подобных исследований IB связано со значительными методическими трудностями, поскольку для конкретной задачи и конкретного типа ключевого стимула эффект может быть получен на одном испытуемом только один раз. Человек, проинформированный об эффекте, при повторных пробах обычно успешно справляется с монито-

рингом критического объекта за счет механизмов распределенного внимания. В связи с этим в экспериментальной психологии для изучения ИВ, как правило, используется межгрупповой экспериментальный план с большим количеством испытуемых, выполняющих по одной пробе. В проведенных на данный момент фМРТ-исследованиях ИВ этот подход не соблюдался, и исследователи либо существенным образом изменяли исходную методику эксперимента, проводя повторные пробы на одном испытуемом, что ставит под сомнение соответствие полученных данных ранее описанным в литературе эффектам (например, Thakral, 2011), или же не измеряли собственно эффект ИВ во время сканирования, а приходили к умозаключению о его мозговых механизмах косвенным путем (Todd et al., 2005; Matsuyoshi, Ikeda, 2010).

Целью данной работы была апробация методики, которая позволила бы реализовать межгрупповой экспериментальный план с одной пробой на одном испытуемом также и в фМРТ-исследовании. Достижение необходимой статистической мощности сравнений в подобном экспериментальном плане, как и в обычном исследовании с поведенческими зависимыми переменными, может быть достигнуто за счет увеличения количества испытуемых, что компенсирует снижение точности оценки прироста BOLD-сигнала на каждом испытуемом.

Для этой цели была выбрана парадигма слепоты по невниманию, поддерживаемой динамически (Most et al., 2001), которая основана на задаче слежения за множественными движущимися объектами (*multiple objects tracking, MOT*). Мы предположили, что паттерны активации мозга при выполнении этой задачи окажутся чувствительными к наличию или отсутствию критического стимула, а также к эффекту ИВ в случае предъявления ключевого стимула (заметил его испытуемый или нет). В качестве наиболее вероятных зон головного мозга, внутри которых могли бы наблюдаться такие различия, мы предположили область межтеменной борозды (*interparietal sulcus, IPS*), которая, согласно нейрофизиологической теории зрительного внимания, описывающей нейронные «досье объекта» (*neural object-file theory*; Xu, Chun, 2009), вовлечена как в перцептивное выделение объекта (iIPS; предполагается активация в условии наличия критического объекта по сравнению с его отсутствием), так и в его опознание (sIPS; предполагается активация только при осознании объекта).

Методика

В исследовании приняли участие 56 испытуемых с отсутствием противопоказаний к МРТ, данные 9 были исключены из обработки по техническим причинам или в связи с предварительной осведомленностью. Характеристики оставшихся испытуемых: средний возраст 28 ± 7

лет; 28 женщин; 44 праворуких. Сканирование проводилось на томографе Siemens Avanto 1.5T. T2*-взвешенные функциональные изображения имели следующие параметры: TR 2 с, TE 50 мс, FA 83°; 23×64×64 воксела размером 4×4×4 мм. Также регистрировались вспомогательные изображения: анатомические T1-ВИ и карты неоднородности магнитного поля. Данные фМРТ анализировались с помощью пакета SPM12.

Находясь в томографе, испытуемые просматривали видеоролик длительностью 17 с, в ходе которого на сером фоне предьявлялись черные и белые круги. Они хаотично равномерно перемещались по экрану, соударяясь с его краями. Через 4 с после начала ролика на экране появлялся ключевой объект — серый квадрат, который равномерно перемещался слева направо вдоль центральной линии экрана с той же скоростью, что и круги. Задача испытуемого состояла в том, чтобы посчитать количество соударений белых кругов с краями экрана. После видеоролика предьявлялся ряд вопросов относительно основного задания и задача узнавания, в которой испытуемому предлагалось выбрать из предложенного набора все фигуры, которые он заметил в просмотренном ролике. Запись фоновый уровень BOLD-сигнала проводилась в течение двух 20-секундных периодов до и после основной пробы, во время которых испытуемого просили фиксировать взглядом крест в центре экрана. Общая продолжительность экспериментальной процедуры в томографе составляла около 5 минут. Классификация испытуемого как заметившего или не заметившего критический объект проводилась на основе его ответов, результатов выполнения задачи узнавания и устного прояснения полученных во время сканирования ответов после сканирования. В ходе основной серии эксперимента половине испытуемых, чьи данные были включены в анализ, предьявлялся ролик с критическим объектом (23), остальные испытуемые (24) вошли в контрольную группу.

Результаты

Возможности анализа данных по одной пробе от испытуемого иллюстрируются групповыми данными по 16 испытуемым контрольной группы (рис. 1). Сравнение активации в период, аналогичный периоду предьявления ключевого стимула в экспериментальной группе, с фоновым уровнем, демонстрирует паттерн активации, типичный для данного задания (лобные глазодвигательные поля (FEF), межтеменная борозда (IPS) билатерально) и статистически значимый с поправками на множественные сравнения (FWE, $p < .05$).

В экспериментальной группе 69 % из 23 участников не заметили ключевого стимула. Активация, вызванная предьявлением незамеченного ключевого стимула, сравнивалась с активацией в аналогичный период решения основной задачи в контрольной группе. Обнаруженные раз-

личия между группами локализованы в правой области FEF (активация больше в контрольной группе, рис. 2).

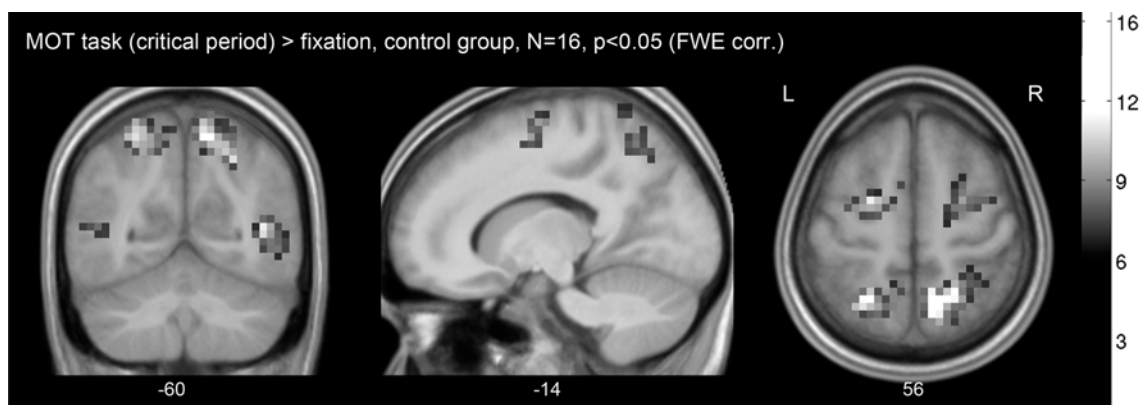


Рисунок 1. Мозговые корреляты задачи MOT в период, аналогичный периоду предъявления критического стимула в контрольной группе, групповые данные. $n = 16$, $p < .05$, FWE_{corr}



Рисунок 2. Мозговые корреляты IB (активация, более выраженная для сравнения «критический стимул > фиксация» у контрольной группы по сравнению с испытуемыми, продемонстрировавшими IB). $n1 = n2 = 16$, $p < .001$ (uncorr), $k = 3$

Обсуждение

Полученная в нашем фМРТ-исследовании активация, вызванная решением задачи слежения за несколькими движущимися зрительными объектами, по локализации соответствует литературным данным (Howe et al., 2009). Активация, обнаруженная в работах Дж. Тодда с коллегами и Д. Мацуоши и Т. Икеда (Matsuyoshi, Ikeda, 2010; Todd et al., 2005), и связываемая с IB, в нашем исследовании оказывается скорее связана с задачей (слежением за движущимися объектами) и общей активацией внимания. Наши данные не подтвердили гипотезу о том, что активация разных зон IPS будет отражать разницу между перцептивной обработкой

и опознанием ключевого стимула в ИВ. Возможная интерпретация несколько большей активации FEF у испытуемых, которым не предъявлялся ключевой объект, по сравнению с испытуемыми, которые его не заметили, может заключаться в том, что при предъявлении ключевого объекта вне зависимости от его осознания осуществляется отвлечение / перенаправление внимания, которое снижает активацию в FEF, связанную с выполнением основной задачи слежения за движущимися зрительными объектами. Вместе с тем, дополнительных свидетельств в пользу этой интерпретации со стороны поведенческих данных получено не было, так как эффективность решения основной задачи (МОТ) в экспериментальной и контрольной группах не различалась.

Выводы

Межгрупповой экспериментальный план с единственной пробой на испытуемом возможен для фМРТ-исследований и может оказаться перспективным при изучении мозговых коррелятов ИВ, однако требует повышения статистической мощности используемых сравнений. Полученные предварительные данные о нейрофизиологических коррелятах неосознаваемой обработки зрительного объекта могут быть интерпретированы как свидетельства различного направления пространственного внимания в случае ИВ по сравнению с контролем, хотя на уровне поведенческих показателей никаких различий между испытуемыми, испытывавшими эффект ИВ, и контрольной группой не зафиксировано.

Литература

- Кувалдина М.Б.* Феномен «слепоты по невниманию» как следствие неосознаваемого игнорирования. СПб.: СПбГУ, «Адмирал», 2010.
- Howe P.D., Horowitz T.S., Morocz I.A., Wolfe J., Livingstone M.S.* Using fMRI to distinguish components of the multiple object tracking task // *Journal of Vision*. 2009. Vol. 9. No. 4. P. 10.
- Mack A., Rock I.* Inattention blindness. MIT press Cambridge, MA, 1998.
- Matsuyoshi D., Ikeda T., Sawamoto N., Kakigi R., Fukuyama H., Osaka N.* Task-irrelevant memory load induces inattention blindness without temporoparietal suppression // *Neuropsychologia*. 2010. Vol. 48. No. 10. P. 3094–3101.
- Most S.B., Simons D.J., Scholl B.J., Jimenez R., Clifford E., Chabris C.F.* How not to be seen: The contribution of similarity and selective ignoring to sustained inattention blindness // *Psychological Science*. 2001. Vol. 12. No. 1. P. 9–17.
- Simons D.J., Chabris C.F.* Gorillas in our midst: Sustained inattention blindness for dynamic events // *Perception-London*. 1999. Vol. 28. No. 9. P. 1059–1074.
- Thakral P.P.* The neural substrates associated with inattention blindness // *Consciousness and cognition*. 2011. Vol. 20. No. 4. P. 1768–1775.

Todd J.J., Fougine D., Marois R. Visual short-term memory load suppresses temporo-parietal junction activity and induces inattention blindness // Psychological Science. 2005. Vol. 16. No. 12. P. 965–972.

Xu Y., Chun M.M. Selecting and perceiving multiple visual objects // Trends in cognitive sciences. 2009. Vol. 13. No. 4. P. 167–174.

Revealing the Neural Correlates of Inattention Blindness with fMRI

Pechenkova E.V. * (1), Kuvaldina M.B. (2,3), Rumshiskaya A.D. (1), Litvinova L.D. (1), Iamshchinina P.A. (4), Sinitsyn V.E. (1)

1 — Federal Center for Treatment and Rehabilitation, Moscow, Russia; 2 — Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia; 3 — University of Helsinki, Finland; 4 — Vrije University, Amsterdam, Netherlands

Аннотация. Finding the neural correlates of inattention blindness (IB) using fMRI is challenging because for a given task and a given type of critical stimulus, inattention blindness can be obtained only once per participant. This paper describes preliminary data from an IB study with a between-subject fMRI design and a single trial per participant. The results manifest reliable neural correlates of the multiple object tracking task and indicate the possible difference in activation at the frontal eye fields (FEF) between non-noticers and the control group who were not presented with the critical object.

Ключевые слова: inattention blindness, fMRI, unconscious processing, single trial

СООТНОШЕНИЕ СЕМАНТИКИ И КОННОТАЦИИ В ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПРИ ИМПЛИЦИТНОМ И ЭКСПЛИЦИТНОМ НАУЧЕНИИ⁴²

Покидышева С.Н. * (1), Котов А.А. (2)

svietla77@gmail.com

1 — филологический факультет Российского университета дружбы народов; 2 — лаборатория когнитивных исследований, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Аннотация. В естественных условиях научения мы используем обратную связь в виде слов для того, чтобы настроить правило категоризации. Однако кроме прямого значения, слово содержит дополнительную, эмоционально-оценочную информацию, которую нельзя игнорировать. В экспериментальных условиях мы исследовали, как соотносится семантика и коннотация обратной связи при эксплицитном и имплицитном научении.

Ключевые слова: имплицитная vs. эксплицитная система научения, слова с эмоциональным значением, проверка гипотезы

Вопрос о связи имплицитного и эксплицитного компонентов знания в процессе категоризации и научения традиционно решался на основе противопоставлений одного механизма обработки информации другому. При решении этого вопроса исследователи пришли к созданию моделей множественных систем научения, в основе которых находится принцип зависимости формирования правил категоризации объектов от распределения их свойств. Согласно одной из моделей категориального научения, COVIS (Ashby и др., 1998), вербальная система научения ответственна за эксплицитное научение таким правилам, в которых количество релевантных признаков по сравнению с нерелевантными невелико, и поэтому такое правило легко поддается вербализации. Напротив, имплицитная система научения нужна для определения правил, в которых число релевантных признаков велико, и обобщение формируется через определение их коррелирующей структуры.

Важную роль в обработке информации и последующем категориальном научении, кроме формата сохранения правила, играет и обратная связь. Так, в случае имплицитной системы научения задержка в получении обратной связи нарушает формирование нужной ассоциации (Maddox и др., 2003). В случае эксплицитной системы ограничение на временной

⁴² Исследование проведено при финансовой поддержке гранта Президента РФ в рамках научного проекта МК-1846.2014.6

интервал до получения обратной связи отсутствует, поскольку рабочая память позволяет удержать небольшое количество выделенной в объекте информации достаточно продолжительное время. Но эта система научения требовательна ко времени после получения обратной связи — если это время не будет предоставлено, то у человека не будет возможностей для анализа отношения семантики обратной связи (положительная она или отрицательная) к выделенной информации об объекте (Maddox и др., 2004).

Вместе с этим в естественных условиях научения обратная связь содержит не только семантический компонент, но и коннотативный. Например, реакция обучающего на ошибку обучающегося может содержать как семантический компонент — «Все правильно», так и сочетание указания на результат действия и его эмоциональное переживание — «Ура! Победа!». Несмотря на то что традиционно взаимоотношения вербального и эмоционального содержания в ходе научения противопоставляются, в недавних исследованиях отмечается, что именно у человека, благодаря развитию речи, также развивается и большое количество так называемых понятий об эмоциях или значениях слов, связанных с эмоциями (см. обзор Lindquist и др., 2014). Несомненно, эти эмоциональные значения составляют важную часть обратной связи в ходе научения, однако в подавляющем большинстве исследований они исключаются. В нашем эксперименте мы разделили семантику обратной связи и ее коннотацию с целью выявить, при каком их соотношении успешность эксплицитного и имплицитного научения будет максимальной.

Метод

Испытуемые. Студенты гуманитарных вузов (N = 140), средний возраст 19 лет.

Материал: категориальное научение. Испытуемые получали задание, в котором им предлагалось найти различия между двумя группами изображений несуществующих насекомых. В условиях эксплицитного научения изображения двух групп различались по одному признаку из пяти, например по форме крыльев. Причем релевантный признак варьировался в разных условиях. В условиях имплицитного научения изображение относилось к группе на основании как минимум четырех признаков из пяти. Каждое изображение насекомого демонстрировалось до 10 с, и как только испытуемый нажимал кнопку с вариантом ответа, на экране появлялась обратная связь — слово, ассоциирующееся с некоторым эмоциональным содержанием (см. ниже), напечатанное заглавными или строчными буквами. По условиям инструкции, заглавные буквы означали, что выбор был сделан верно, строчные буквы обозначали

неправильный ответ. Таким образом, регистр букв выражал семантический компонент обратной связи.

Материал: обратная связь. Помимо того, были ли слова напечатаны заглавными или строчными буквами, они также различались по тому, к какой эмоциональной группе относились: они ассоциировались со значением «радость» или «грусть». Таким образом, значение слов выражало коннотативный компонент обратной связи: радость имела естественную связь с правильными ответами, а грусть — с неправильными. Слова с эмоциональным значением были выбраны из материала исследования эмоционального эффекта Струпа на русскоязычной выборке (Сысоева, 2010). В частности, на основе информации опросников автор выделил набор существительных, ассоциация которых с эмоциональным содержанием слов «грусть» и «радость» изменялась от максимальной к минимальной. Для целей нашего исследования мы выбрали лишь слова с максимальными оценками ассоциаций по этим эмоциям. Например, к группе «радость» относились такие слова, как *дружба, веселье, восторг, отдых* и др.; а к группе «грусть» — *тоска, разлука, обида, печаль* и др.

Процедура. Испытуемые были разделены на группы в соответствии с фактором «тип соотношения семантики обратной связи с ее коннотацией». В одном варианте соотношения слова, имеющие связь с коннотацией радости, предъявлялись в случае правильных ответов, а слова с коннотацией грусти — в случае неправильных ответов. Такое соотношение мы называли *прямым*, поскольку оно соответствует обычным ожиданиям испытуемых. В другом варианте, с *обратным* соотношением — связь была противоположной. Также мы использовали дополнительный вариант сочетания для контроля. В контрольной группе все слова относились или к группе «радость», или к группе «грусть». Такое сочетание мы называли *постоянным* соотношением.

Каждый испытуемый видел по 10 изображений с объектами двух групп. Этот набор демонстрировался ему в случайном порядке шесть раз для оценки динамики успешности в выведении правила категоризации. Испытуемые попадали в одно из шести условий, образованных сочетанием фактора «тип научения» (два значения) и фактора «тип соотношения» (три значения). Зависимой переменной была средняя успешность категоризации внутри каждого из шести блоков.

Результаты и обсуждение

Успешность эксплицитного и имплицитного научения в разных вариантах сочетания семантики обратной связи с ее коннотацией отражены на графике (рис. 1).

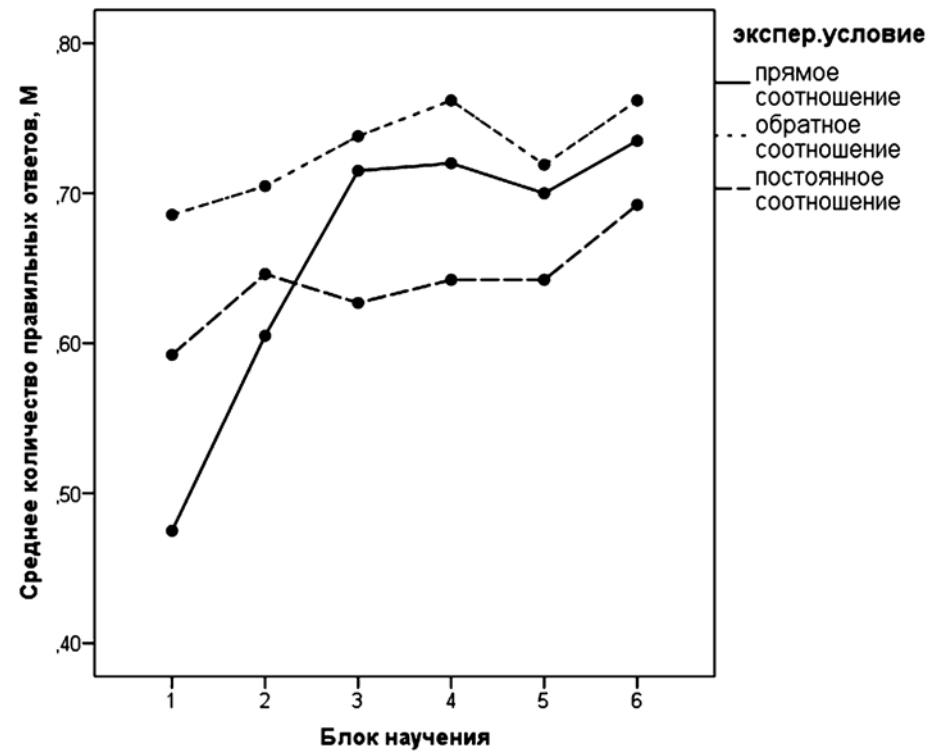
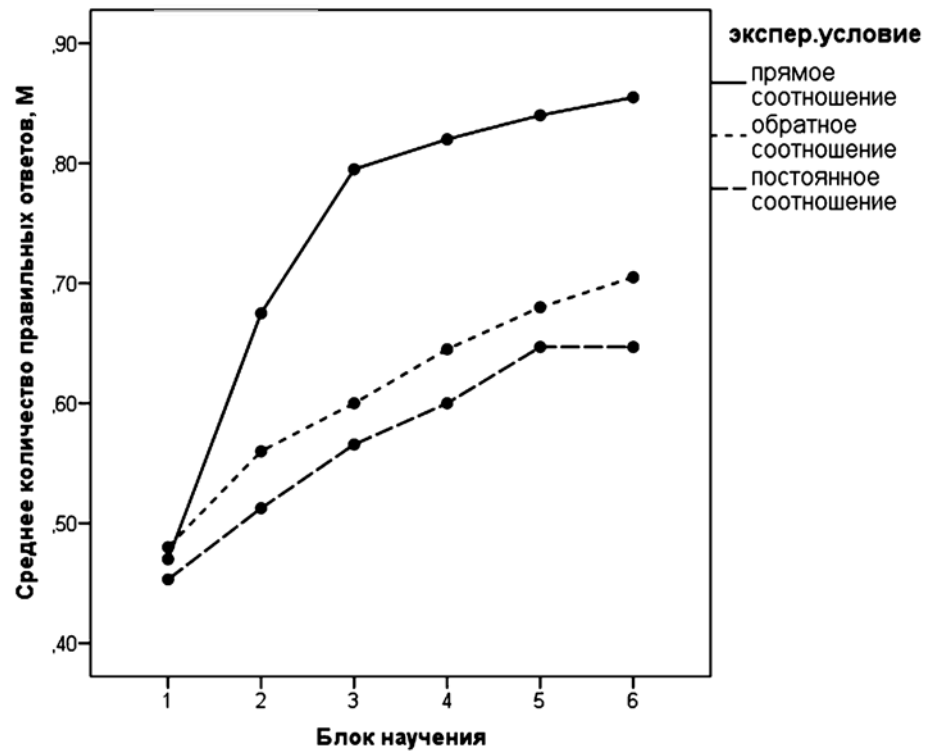


Рисунок 1. Успешность эксплицитного научения (слева) и имплицитного научения (справа) при разных соотношениях семантики обратной связи с ее коннотацией

В случае эксплицитного научения дисперсионный анализ с повторными измерениями (ANOVA) показал, что в условии с прямым соотношением испытуемые значимо лучше формировали правило категоризации, в отличие от условия с обратным соотношением, $F(1,38) = 6.08$, $p = .018$. Условия с постоянным соотношением и с прямым соотношением также значимо различались (*posthoc* сравнения по методу Тьюки), $p = .001$. При постоянном соотношении, как видно по графику, успешность была ниже. Успешность научения в условии с постоянным соотношением не отличалась от условия с обратным соотношением (*posthoc* сравнения по методу Тьюки), $p = .61$. Таким образом, результаты контрольной группы с постоянным соотношением показывают, что прямое соотношение семантики обратной связи с ее коннотацией улучшает эксплицитное научение, делает его более быстрым и легким. Однако обратное соотношение не является затрудняющим обстоятельством — в противном случае результаты научения при нем были бы ниже уровня контрольной группы.

В условиях имплицитного научения результаты были более неожиданными. Мы обнаружили, что при обратном соотношении испытуемые демонстрировали более высокую успешность научения, чем при прямом соотношении, $F(1,39) = 7.06$, $p = .009$. Эта успешность достигается прежде всего за счет того, что при обратном соотношении, как видно по графику, успешность на первых блоках научения начинается не с уровня случайных ответов (0.5), а приблизительно с уровня 0.7. Лишь с третьего блока обе линии растут с одинаковой скоростью. Это подтверждается и наличием значимого взаимодействия между факторами прямого и обратного научения и фактором блока научения, $F(5,39) = 7.71$, $p = .008$. Возможное объяснение этого взаимодействия таково: в условиях с менее привычным обратным соотношением в начале научения испытуемые относятся к предлагаемому материалу научения более осознанно. В этом случае они могут избрать стратегию ориентации на произвольный один признак, а не на четыре, как это предполагалось по условиям структуры материала. Именно ориентация на один признак из пяти и дает успешность около 70 %. Лишь к середине обучения они привыкают к данному соотношению обратной связи и формируют имплицитное правило, превышая уровень успешности, продемонстрированный на первом блоке к четвертому блоку, $t(20) = 2.54$; $p = .02$.

Успешность научения в условии с постоянным соотношением не отличалась от условия с прямым соотношением (*posthoc* сравнения по методу Тьюки), $p = .77$; но была значимо ниже успешности в условии с обратным соотношением (*posthoc* сравнения по методу Тьюки), $p = .003$.

Наши результаты впервые показывают, что коннотация обратной связи является столь же важным компонентом, как и ее семантика. Особенно

это касается условия эксплицитного научения, зависящего от вербальной формы сохранения результатов научения. В случае имплицитного научения мы обнаружили интересный феномен, связанный с тем, что обратное соотношение коннотации с семантикой обратной связи изменяет тип научения: увеличивает эксплицитность варианта научения на его начальных этапах. Обсуждение таких зависимостей будет особенно интересным в рамках междисциплинарного характера конференции.

Литература

- Сысоева Т.А.* Эмоциональный эффект Струпа и его связь с эмоциональным интеллектом // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2010. Т. 7. № 4. С. 117–125.
- Ashby F.G., Alfonso-Reese L.A., Turken U., Waldron E.M.* A neuropsychological theory of multiple systems in category learning // Psychological Review. 1998. Vol. 105. No. 3. P. 442–481. doi: 10.1037/0033-295X.105.3.442
- Lindquist K.A., MacCormack J.K., Shablack H.* The role of language in emotion: predictions from psychological constructionism // Frontiers in psychology. 2015. Vol. 6. doi: 10.3389/fpsyg.2015.00444
- Maddox W.T., Ashby F.G., Bohil C.J.* Delayed feedback effects on rule-based and information-integration category learning. // Journal of experimental psychology: learning, memory, and cognition. 2003. Vol. 29. No. 4. P. 650–662.
- Maddox W.T., Ashby F.G., Ing A.D., Pickering A.D.* Disrupting feedback processing interferes with rule-based but not information-integration category learning // Memory & Cognition. 2004. Vol. 32. No. 4. P. 582–591.

“What’s in a name?”: Meaning and Connotation of Emotive Words in Category Learning

Pokidysheva S.N. *(1), Kotov A.I.A. (2)

svietla77@gmail.com

1 — Department of Linguistics at Peoples’ Friendship University of Russia;

2 — Laboratory for Cognitive Research at National Research University

“Higher School of Economics”

Abstract. Whenever we speak of category learning, we deal with the feedback given to us in the form of words. But a word as such contains not only the meaning itself; it also bears additional information, or connotation, which is too important to be ignored. We tested the interrelation between the meanings and connotations of words given as routine feedback during explicit and implicit category learning.

Keywords: cognitive learning, implicit vs. explicit knowledge, emotive words, hypothesis testing

ОТРАЖЕНИЕ КОРКОВОЙ РЕГУЛЯЦИИ УМСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПОЗДНИХ КОМПОНЕНТАХ ССП

Продиус П.А. *

prodiusnn@yandex.ru

Нижегородская государственная медицинская академия

Аннотация. Изучались особенности регуляции умственной деятельности в группах, отличающихся эффективностью переработки информации. При сравнении ССП (связанные с событием потенциалы) в условиях простой и трудной дифференцировки сигналов были обнаружены различия в амплитуде ССП в диапазоне от 421 до 475 сек для трудной дифференцировки. Обсуждаются возможные механизмы регуляции переработки информации.

Ключевые слова: связанные с событием потенциалы, оддболл-парадигма, регуляция умственной деятельности, индивидуальные различия

Введение

Для изучения мыслительных процессов исследуют как поведение, так и функциональную активность головного мозга. Процессы переработки информации во время умственной деятельности коррелируют со связанными с событием потенциалами (ССП). Наиболее изучена положительная волна с пиковой латентностью 280–350 мс (P300) (Squires et al., 1975). Регистрируют и другие компоненты ССП (N200, N400, P600), используя для этого различные парадигмы. Поздние компоненты ССП являются биоэлектрическим отражением собственно умственной деятельности. Латентный период ССП связывают со временем, необходимым на обработку информации об объекте. Для P300 он коррелирует с академической успеваемостью студентов (Polich, 2007, 1992). N400 является коррелятом семантической обработки, а волну P600 связывают с синтаксической обработкой информации и декларативной памятью. Остается неясным, какие компоненты ССП определяют регуляцию умственной деятельности. К методическим трудностям выделения исполнительных и регулирующих компонентов когнитивной сферы человека относится необходимость учета большого числа факторов. Для выделения компонентов ССП, относящихся к регуляции, мы использовали сравнение ССП двух групп, отличающихся эффективностью обработки информации. По нашему предположению, период с наибольшими различиями на кривой ССП может указывать, какие именно этапы переработки информации являются определяющими для более эффективной умственной деятельности. При разделении на группы с разной эффективностью обработки информации и при регистрации ССП

мы использовали разные сенсорные модальности стимулов и тип умственной операции для нивелирования второстепенных факторов корковой регуляции. Кроме того, в обоих исследованиях мы использовали невербальные стимулы для снижения выраженности нейролингвистических компонентов ССП. Разный уровень сложности использовали для усиления произвольных корковых механизмов регуляции переработки информации.

Методика

Разделение испытуемых на ТОЧНУЮ и НЕТОЧНУЮ группы проводили с помощью методики Когана «Сравнение похожих рисунков». Испытуемые, которые при выборе схожего с образцом рисунка сделали от 0 до 4 ошибок, попали в ТОЧНУЮ, а от 5 до 9 ошибок — в НЕТОЧНУЮ группы. В данном испытании ведущий сенсорный канал — зрительный, тип мыслительной операции — поиск сходства.

Регистрация ССП. Регистрировали ССП на слуховые сигналы. Первое задание легкое — oddball с простой дифференцировкой (тоны 1000 и 2000 Гц), второе более трудное (тоны 1400 и 1600 Гц) с вероятностью предъявления (80/20 % и 70/30 % соответственно). В данном испытании ведущий сенсорный канал — слуховой, тип мыслительной операции — поиск различий. Регистрация ЭЭГ проводилась в четырех отведениях (Fz, C3, C4 и Pz). Регистрацию ССП проводили с помощью электроэнцефалографа Нейрон-Спектр-4 ВПМ и программы Нейро-МВП.Net с частотой дискретизации 1000 Гц.

Сравнение ССП и статистический анализ. Для сравнительного анализа брали усредненные программой Нейро-МВП.Net кривые, зарегистрированные для значимых стимулов длительностью 500 мс. Достоверность поточечного сравнения средних значений амплитуды ССП проводили с помощью *t*-критерия Стьюдента. Коррекцию на множественное сравнение с помощью критерия перестановок (Maris, Oostenveld, 2007) проводили в модуле NME для Python (www.nmr.mgh.harvard.edu/mne/stable/index.html).

Результаты

На рис. 1 представлены кривые, построенные по средним значениям связанных с событием потенциалов на предъявление значимых согласно инструкции стимулов. У неточных испытуемых начальный отрезок ССП для простого задания в значительной степени аналогичен кривым, усредненным для незначимого стимула, называемым V-волной (P60, N100, P160). Во всех отведениях начальный отрезок ВП хорошо отличим от более поздних компонентов — N200, P300. Таким образом, наиболее типичный вид ССП на значимый стимул в простом задании наблюдается

в неточной группе. С помощью поточечного сравнения удалось выделить для этого задания интервалы с достоверными различиями между группами в интервале от 214 до 238 мс (табл. 1). В ССП обеих групп, зарегистрированных в трудном задании, амплитуда положительной волны Р300 уменьшилась в среднем в 2 раза для точных и 2.2 раза для неточных по сравнению с легким заданием. Кривая ССП в точной группе

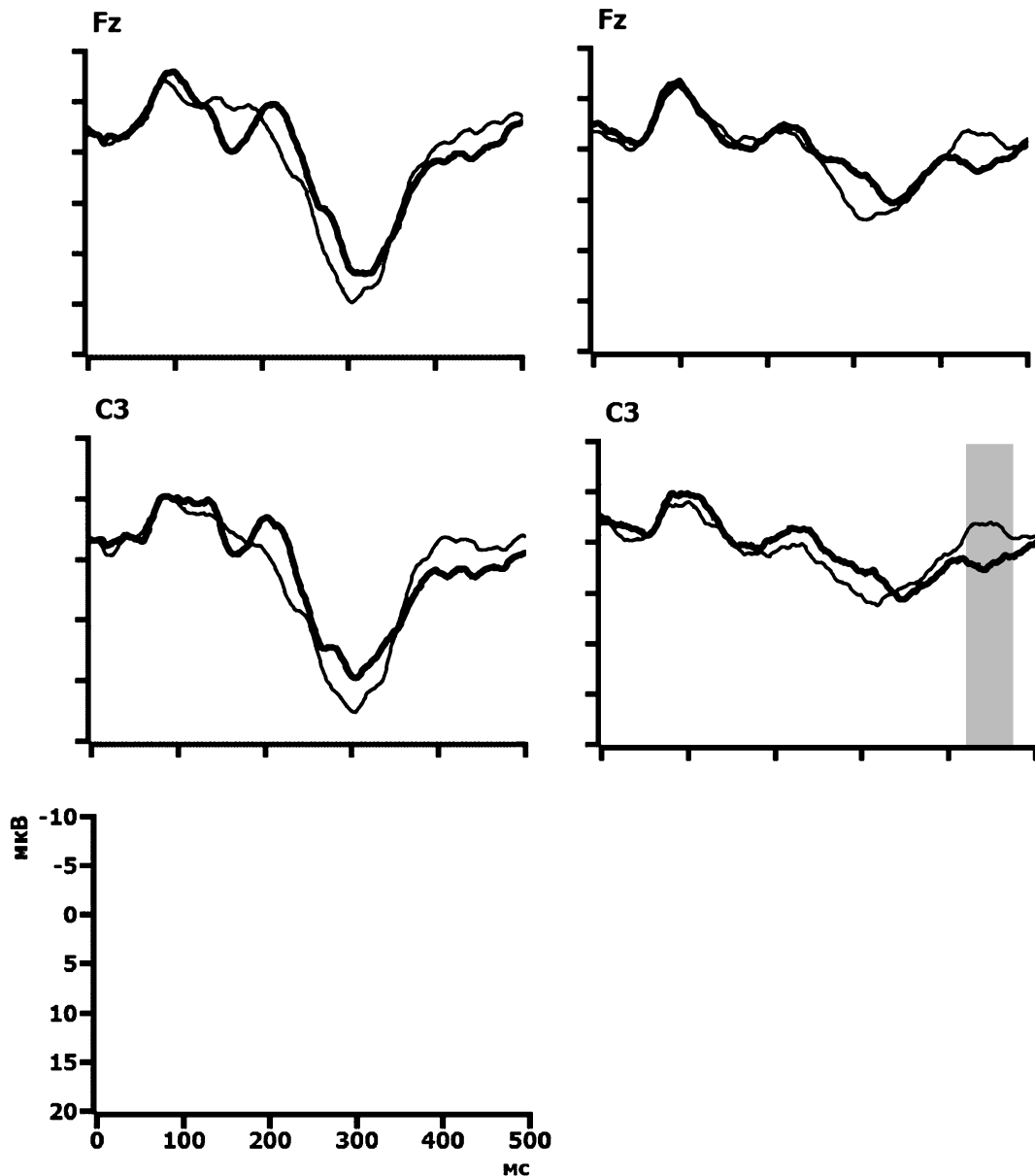


Рисунок 1. Кривые ССП на значимые стимулы в задании с легкой (слева) и трудной (справа) дифференцировкой. Интервал ССП со статистически достоверными отличиями ($p < .05$) между точной (толстая линия) и неточной (тонкая линия) группами с поправкой на множественное сравнение выделен серой полосой

отличается от кривой в неточной группе более короткой пиковой латентностью P300 (317 и 342 мс соответственно) и более выраженным компонентом N400. Для этого задания выделили несколько интервалов ССП с достоверными различиями в диапазоне от 296 до 475 мс (табл. 1). После поправки на множественные сравнения интервалов обнаружили достоверные различия между группами для интервала 421–475 мс в левом центральном отведении. Таким образом, наибольшие различия ССП проявились в трудном задании на более поздних этапах обработки информации.

Таблица 1. Статистически достоверные отличия ($p < .05$) на кривой ССП (500 мс) между точными и неточными группами без поправки на множественное сравнение — обычный текст, с поправкой — жирный курсив

Отведение	Простая дифференцировка Интервал кривой ССП от–до (мс)	Трудная дифференцировка Интервал кривой ССП от–до (мс)
Fz	215–238	296–318
C3	214–230	421–475

Обсуждение

Повышение трудности задания в дискриминационных тестах уменьшает амплитуду и увеличивает пиковую латентность P300. В нашем исследовании в обеих группах наблюдали значительное снижение амплитуды P300 (в 2–2.2 раза), но в неточной группе было более заметно увеличение пиковой латентности P300, а в точной — увеличение амплитуды поздней негативной волны в диапазоне 400–500 мс. В oddball-парадигме волна N300 не имеет специальной интерпретации. Для объяснения подобных различий необходимо обратиться к литературным данным, которые связывают участие поздних компонентов ССП с разными сигнальными системами. Когнитивная обработка физических характеристик объектов происходит при участии P300 (Azizian et al., 2006) и более ранних компонентов. Семантический анализ связывают с поздней негативной волной N400 (Kutas 2011). В нейролингвистике негативную волну N400 связывают со сложностью лексико-семантической интеграции (увеличение амплитуды N400) (VanPetten, Luka, 2006). В нашем испытании были использованы стимулы, которые нельзя отнести к вербальным. В некоторых исследованиях поздние компоненты ССП связывают с ментальной репрезентацией, причем волну N300 соотносят с активацией ментальной репрезентации невербальных стимулов, а

N400 — вербальных (West, Holomb 2002). В других исследованиях показано, что N400 увеличивается при категоризации невербальных объектов в более трудных заданиях (Бетелева, 1998). Все эти данные наводят на мысль, что компонент N400 при обработке невербальных объектов может относиться к внутренней речи. С увеличением трудности задания наблюдается усиление выраженности физиологических компонентов внутренней речи (Соколов, 2007). Амплитуда N400 выше при назывании нарисованного объекта, чем при прочтении слова (Stuss, 1983). Можно предположить, что в неточной группе решающую роль в обработке информации могут играть когнитивные механизмы, относящиеся к первой сигнальной системе (N200 и P300).

В точной группе в обработке и регуляции умственной деятельности могут доминировать семантические нейронные сети (N400), в том числе с участием внутренней речи. «Речевой образ», как компонент внутренней речи можно рассматривать в качестве одного из ключевых системообразующих факторов регуляции произвольной умственной деятельности человека.

Литература

- Бетелева Т.Г.* Изменения событийно связанных потенциалов в процессе классификации изображений // Физиология человека. 1998. Vol. 24. No. 4. P. 64–70.
- Соколов А.Н.* Внутренняя речь и мышление. М.: ЛКИ, 2007.
- Azizian A., Freitas A., Watson T., Squires N.* Electrophysiological correlates of categorization: P300 amplitude as index of target similarity // Biological psychology. 2006. Vol. 71. No. 3. P. 278–288.
- Jung R.E., Haier R.J.* The Parieto-Frontal Integration Theory (P-FIT) of intelligence: converging neuroimaging evidence // Behavioral and Brain Sciences. 2007. Vol. 30. No. 02. P. 135–154.
- Kok A.* On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity // Psychophysiology. 2001. Vol. 38. No. 3. P. 557–577.
- Kutas M., Federmeier K.D.* Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event related brain potential (ERP) // Annual review of psychology. 2011. Vol. 62. P. 621–647.
- Maris E., Oostenveld R.* Nonparametric statistical testing of EEG-and MEG-data // Journal of neuroscience methods. 2007. Vol. 164. No. 1. P. 177–190.
- Polich J.* Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b // Clinical neurophysiology. 2007. Vol. 118. No. 10. P. 2128–2148.
- Polich J., Martin S.* P300, cognitive capability, and personality: a correlational study of university undergraduates // Personality and Individual Differences. 1992. Vol. 13. No. 5. P. 533–543.

- Sams M., Möttönen R., Sihvonen T.* Seeing and hearing others and oneself talk // Cognitive Brain Research. 2005. Vol. 23. No. 2. P. 429–435.
- Squires N.K., Squires K.C., Hillyard S.A.* Two varieties of long-latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli in man // Electroencephalography and clinical neurophysiology. 1975. Vol. 38. No. 4. P. 387–401.
- Stuss D.T., Sarazin F., Leech E., Picton T.* Event-related potentials during naming and mental rotation // Electroencephalography and Clinical Neurophysiology. 1983. Vol. 56. No. 2. P. 133–146.
- Van Petten C., Luka B.J.* Neural localization of semantic context effects in electromagnetic and hemodynamic studies // Brain and Language. 2006. Vol. 97. No. 3. P. 279–293.
- West W.C., Holcomb P.J.* Event-related potentials during discourse-level semantic integration of complex pictures // Cognitive Brain Research. 2002. Vol. 13. No. 3. P. 363–375.

Cortical Modulation of Mental Activity Reflected in Late ERP Components

Prodius P.A. *

prodiusnn@yandex.ru

Nizhny Novgorod State Medical Academy, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. We have studied the peculiarities of mental activity regulation in groups with different efficiency of information processing. We have compared ERPs (event-related potentials) in the conditions of simple and difficult signal differentiation and have revealed distinctions in ERP amplitude in the range of 421-475 s for difficult differentiation. Possible mechanisms of the regulation of information processing are discussed.

Keywords: event-related potentials, oddball paradigm, regulation of mental activity, individual differences

ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ФУНКЦИЙ I БЛОКА МОЗГА НА ВЫПОЛНЕНИЕ МЕТОДИКИ RAN/RAS МЛАДШИМИ ШКОЛЬНИКАМИ

Пронина Е.А. *, Корнеев А.А., Ахутина Т.В.

proninus1@gmail.com

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Аннотация. В докладе рассматривается влияние состояния функций I блока на выполнение методики RAN / RAS. Было выделено два варианта слабости энергетических функций у младших школьников: гиперактивность и замедленность. Нам удалось продемонстрировать дифференциальное влияние разных вариантов слабости I блока на время выполнения методики. Обнаружены различия проявлений слабости функций I блока мозга в зависимости от возраста (класса) детей. Кроме того, была получена связь количества ошибок при выполнении методики со слабостью функций III блока.

Ключевые слова: детская нейропсихология, I блок мозга, методика RAN/RAS

Постановка проблемы

Методика RAN/RAS (*Rapid Automatized Naming / Rapid Alternating Stimulus* — быстрое автоматизированное называние / быстро меняющиеся стимулы) изначально была предложена для оценки и прогнозирования успешности чтения, поскольку она требует хороших визуально-вербальных связей и включает в себя речевой компонент (Denckla, Cutting, 1999). Однако дальнейшие исследования показали, что время выполнения задания отчетливо отражает и проблемы переработки информации в целом, то есть является чувствительным к трудностям обучения вообще, а не только к трудностям чтения (Waber, Wolf et al., 2000; Waber, 2011). В литературе было предложено два объяснения полученному факту: с одной стороны, он может быть следствием нарушения управляющего контроля (*executive mental control*) (Denckla and Cutting, 1999), с другой стороны, возможны трудности автоматизации, то есть трудности перехода от энергозатратного контролируемого выполнения задания к менее энергоемкому (Waber, 2011). Вторая интерпретация, связанная с анализом достаточности энергетических ресурсов, может быть сопоставлена с представлениями о слабости процессов поддержания активности мозга как механизме нарушений нейродинамики психических процессов у взрослых и детей (Лурия, 1973; Агрис и др., 2014; Sergeant, 2005; Sonuga-Barke, 2010; Van der Meere, 2005). Однако методика RAN/RAS для оценки состояния энергетических функций мозга ранее не применялась. С точки зрения концепции А.Р. Лурия о трех блоках мозга (1973) методика

RAN / RAS может рассматриваться как чувствительная к слабости функций I блока мозга, участвующего в регуляции активации корковых структур. **Целью** нашего исследования является анализ дифференцированного влияния вариантов слабости функций I блока мозга на выполнение методики RAN/RAS. Поскольку эта методика часто используется для оценки и прогнозирования успешности чтения, анализ ее выполнения может приблизить к более точному выявлению механизмов трудностей чтения (шире, трудностей обучения) у детей.

Методики

Каждый ребенок проходил полное нейропсихологическое обследование (Ахутина и др., 2013) и выполнял методику RAN/RAS. Полный тест RAN/RAS состоит из 6 субтестов, в каждом из которых — пять разных стимулов, относящихся к одной семантической категории: объекты; цвета; цифры; буквы; чередующиеся буквы и цифры; чередующиеся буквы, цифры и цвета. Каждый субтест предъявляется на отдельном листе, на котором 50 стимулов чередуются в случайном порядке. Перед каждым субтестом испытуемый выполняет тренировочные задания, называя 5 элементов серии. Убедившись в правильности называния, экспериментатор предлагает называть все стимулы по очереди как можно быстрее и точнее. Оцениваются время выполнения и допущенные ошибки.

Выборка

В исследовании приняли участие 99 учеников общеобразовательных школ города Москвы: 56 человек из них были обследованы дважды — во время учебы в 1 и 2 классе, 25 человек — только в 1 классе и 18 — только во втором.

На основании данных нейропсихологического обследования были выделены группы, различающиеся по состоянию I блока мозга. Для этого использовались оценки выполнения батареи по следующим параметрам: утомляемость, замедленность, гиперактивность, импульсивность, инертность. Проведенный факторный анализ оценок позволил выделить два фактора, объясняющих 78 % дисперсии. В первый фактор с большими факторными нагрузками вошли оценки утомляемости, замедленности и инертности. Во второй фактор — показатели гиперактивности и импульсивности. На этом основании были рассчитаны два индекса: (1) индекс замедленности, в который вошли оценки утомляемости, замедленности и инертности и (2) индекс гиперактивности, в который вошли оценки гиперактивности и импульсивности. Далее на основании этих двух индексов были выделены три группы испытуемых: (а) дети с хорошим состоянием активационных компонентов ВПФ — те, у которых оба индекса не превышали средние по группе больше чем на 1 стандартное отклонение

(группа нормы по I блоку); (б) дети с достаточно выраженными признаками гиперактивности/импульсивности — те, у которых индекс гиперактивности был выше среднего по выборке больше чем на 1 стандартное отклонение и хуже индекса замедленности (далее — группа Г); (в) дети с низким темпом переработки информации и утомляемостью — те, у которых индекс замедленности был больше среднего по выборке на 1 стандартное отклонение и хуже индекса гиперактивности (группа З). В группу нормы по I блоку в 1 классе вошло 49 детей (средний возраст 7.8 ± 0.41 лет), во 2-м — 52 (8.8 ± 0.4 лет); в группу Г — 12 (7.4 ± 0.43 лет) и 8 (8.9 ± 0.4 лет) детей соответственно; в группу З — 15 (7.7 ± 0.27 лет) и 14 (8.7 ± 0.35 лет) детей соответственно.

Результаты

Был проведен дисперсионный анализ для повторных измерений с внутригрупповым фактором ПРОБА и межгрупповым фактором ГРУППА.

В 1 классе по параметру времени он показал значимое влияние фактора ПРОБА ($F(5,330) = 109.3$, $p < .001$). То есть значимо изменение времени выполнения от пробы к пробе. Наибольшего времени выполнения требуют первые две пробы «Объекты» и «Цвета», далее следуют пробы «Буквы, цифры и цвета» и «Буквы и цифры» и наименьшее время выполнения — у проб «Цифры» и «Буквы». Значимо взаимодействие факторов ГРУППА и ПРОБА ($F(10,330) = 2.1$, $p = .021$) — различия между группами в разных пробах меняются: они минимальны в пробах «Цифры», «Буквы» и «Буквы и цифры», в первых двух пробах «Объекты» и «Цвета» отстают обе группы со слабостью I блока, в последней пробе «Буквы, цифры и цвета» отстают гиперактивные. Во 2 классе по параметру времени значимо влияние фактора ПРОБА ($F(5,310) = 149.0$, $p < .001$), то есть время меняется от пробы к пробе. Наибольшего времени выполнения снова требуют первые две пробы «Объекты» и «Цвета». Минимальное время выполнения — у проб «Цифры» и «Буквы», чуть большего времени требует название проб «Буквы и цифры» и «Буквы, цифры и цвета». Также значимо влияние взаимодействия факторов ГРУППА и ПРОБА ($F(10,310) = 2.8$, $p = .002$) — различия между группами в разных пробах меняются: они минимальны в «Цифрах», «Буквах и цифрах», в первых двух пробах отстают обе группы 3 блока, особенно замедленная, в последних — отстают дети с низким темпом, а гиперактивные, напротив, ускоряются.

В 1 классе по параметру количества ошибок значимо влияние фактора ПРОБА ($F(5,330) = 9.8$, $p < .001$), то есть количество ошибок меняется от пробы к пробе. Наибольшее количество ошибок — в первой пробе «Объекты» и в последней пробе «Буквы, цифры и цвета». Минимальное количество ошибок — в третьей пробе «Цифры». Во 2 классе

по параметру количества ошибок также значимо влияние фактора ПРОБА ($F(5,310) = 4.3$, $p = .001$): минимальное количество ошибок совершается в третьей пробе «Цифры», в то время как в остальных пробах, в среднем, количество ошибок сходно. Фактор ГРУППА и взаимодействие факторов ГРУППА и ПРОБА не значимы, то есть по ошибкам группы не различаются.

Таблица 1. Сравнение времени выполнения и количества ошибок в трех группах по I блоку

Проба	Группа	Время выполнения, среднее (стд. отклон.)		Количество ошибок, среднее (стд. отклон.)	
		1 класс	2 класс	1 класс	2 класс
Объекты	норма	52.7(7.4)	47.5(8.2)	2.9(1.7)	2.5(1.6)
	гиперактивные	57.4(10.4)	51.1(14.8)	3.9(2.4)	2.6(1.3)
	замедленные	59.7(11.8)	55.2(8.2)	3.6(3.9)	3.5(3.8)
Цвета	норма	52.0(10.3)	45.9(10.4)	2.4(1.7)	2.8(2.1)
	гиперактивные	61.6(21.9)	48.7(11.0)	2.8(1.6)	2.4(1.8)
	замедленные	55.8(15.5)	51.9(13.2)	2.1(1.5)	2.3(1.6)
Цифры	норма	35.1(8.3)	28.6(6.4)	1.4(1.4)	1.1(0.9)
	гиперактивные	36.2(8.7)	28.4(9.9)	1.3(1.0)	1.5(1.1)
	замедленные	34.7(7.3)	27.9(6.2)	0.8(1.0)	1.2(1.7)
Буквы	норма	32.4(9.6)	26.7(5.0)	2.4(3.3)	2.0(1.9)
	гиперактивные	33.5(7.5)	27.0(4.9)	2.9(4.0)	3.0(2.0)
	замедленные	32.3(6.3)	30.3(6.5)	1.5(1.4)	2.3(2.3)
Буквы и цифры	норма	41.0(11.8)	31.4(6.6)	2.9(2.4)	2.5(2.0)
	гиперактивные	42.0(10.9)	27.1(4.5)	2.7(1.5)	1.8(1.0)
	замедленные	38.9(7.5)	34.0(3.3)	2.2(2.2)	2.2(1.6)
Буквы, цифры и цвета	норма	44.5(12.8)	34.6(6.7)	3.0(2.3)	2.5(2.2)
	гиперактивные	49.8(15.9)	31.3(5.1)	4.2(3.2)	2.1(1.5)
	замедленные	44.3(8.9)	35.7(5.0)	2.8(2.6)	2.5(2.1)

Применение корреляционного анализа по методу Спирмена позволило показать наличие значимых корреляций времени выполнении проб с нейрорепсихологическими индексами состояния и I и III блоков мозга. При

анализе количества ошибок в 1 классе отмечены значимые корреляции с индексом программирования и контроля в пробах «Объекты» ($r = .253$, $p = .036$), «Буквы и цифры» ($r = .424$, $p < .001$), «Буквы, цифры и цвета» ($r = .257$, $p = .033$); с индексом серийной организации в пробах «Цвета» ($r = .255$, $p = .035$), «Цифры» ($r = .277$, $p = .021$), «Буквы и цифры» ($r = .305$, $p = .011$). Во втором классе наблюдается значимая корреляция с индексом серийной организации в пробе «Объекты» ($r = .254$, $p = .044$).

Выводы

Полученные результаты позволяют говорить о дифференцированном влиянии вариантов слабости функций I блока мозга на выполнение методики RAN/RAS, которое отражается во временных параметрах выполнения прежде всего первых двух проб «Объекты» и «Цвета» и последней пробы «Буквы, цифры и цвета». Обнаружены различия проявлений слабости функций I блока мозга в зависимости от возраста (класса) детей — так, последнюю пробу гиперактивные дети в 1 классе делают в более низком темпе, чем дети замедленной группы, а во 2 классе обгоняют своих сверстников, но делают при этом много ошибок. Кроме того, получены данные о зависимости количества совершаемых ошибок при выполнении методики от состояния функций III блока мозга (программирование и контроль и серийная организация движений и действий), которая наиболее отчетливо видна у первоклассников.

Литература

- Агрис А.Р., Ахутина Т.В., Корнеев А.А.* Варианты дефицита функций I блока мозга у детей с трудностями обучения. Часть 1 // Вестник Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 2014. № 3. С. 34–46.
- Агрис А.Р., Ахутина Т.В., Корнеев А.А.* Варианты дефицита функций I блока мозга у детей с трудностями обучения. Часть 2 // Вестник Моск. ун-та. Сер. 14. Психология. 2014. № 4. С. 44–55.
- Denckla M.B., Cutting L.E.* History and significance of rapid automatized naming // *Annals of Dyslexia*. 1999. Vol. 49. No. 1. P. 29–42.
- van der Meere J.* State regulation and attention deficit hyperactivity disorder // *Attention Deficit Hyperactivity Disorder*. Springer, 2005. P. 413–433.
- Norton E.S., Wolf M.* Rapid automatized naming (RAN) and reading fluency: Implications for understanding and treatment of reading disabilities // *Annual review of psychology*. 2012. Vol. 63. P. 427–452.
- Sergeant J.A.* Modeling attention-deficit/hyperactivity disorder: a critical appraisal of the cognitive-energetic model // *Biological psychiatry*. 2005. Vol. 57. No. 11. P. 1248–1255.
- Sonuga-Barke E.J., Wiersma J.R., van der Meere J.J., Roeyers H.* Context-dependent dynamic processes in attention deficit/hyperactivity disorder:

differentiating common and unique effects of state regulation deficits and delay aversion // *Neuropsychology review*. 2010. Vol. 20. No. 1. P. 86–102.

Waber D.P. Rethinking learning disabilities: Understanding children who struggle in school. Guilford Press, 2011.

Waber D.P., Wolff P.H., Forbes P.W., Weiler M.D. Rapid automatized naming in children referred for evaluation of heterogeneous learning problems: how specific are naming speed deficits to reading disability? // *Child Neuropsychology*. 2000. Vol. 6. No. 4. P. 251–261.

The I (first) Brain Unit Function's Influence on Performance of a RAN/RAS Technique in Primary School Children

Pronina E.A. *, Korneev A.A., Akhutina T.V.

proninus1@gmail.com

Lomonosov Moscow State University

Abstract. The paper examines the state of the I unit function's influence on performing a RAN/RAS technique. Two options of energy function's weakness in primary school children were identified: hyperactivity and slowness. We demonstrate the differential effects of different variants of I unit weakness on the execution of techniques. We found differences in symptoms of I unit functions' weakness depending on the children's age (class). In addition, we found a connection between the number of mistakes during technique performance with III unit functions' weakness.

Keywords: child neuropsychology, I (first) brain unit, technique RAN/RAS

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОГНИТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОБАК ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЛЕТУЧИХ МАРКЕРОВ ГЕПАТОКАРЦИНОМЫ ИЗ СЛОЖНОЙ СМЕСИ ВЕЩЕСТВ, ВЫДЕЛЯЕМОЙ БОЛЬНЫМ ЖИВОТНЫМ

Родионова Е.И. (1) *, Кочевалина М.Ю. (1), Морозова О.В. (2), Когунь Г.А. (3)

a.rodionova@gmail.com

1 — Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН; 2 — Научно-исследовательский институт канцерогенеза РОНЦ им. Н.Н. Блохина РАМН; 3 — Кинологический отдел ДУАБ ОАО «Аэрофлот — Российские авиалинии»

Аннотация. Биомаркерами онкологических заболеваний, присутствующими в моче, могут быть летучие органические соединения. Когнитивные возможности и обоняние собак открывают широкие перспективы для идентификации летучих биомаркеров. Мы использовали мышинные модели онкологических заболеваний, чтобы исследовать способности собак к обнаружению гепатокарциномы (подкожное введение ткани ГКЦ Н33). При работе с собаками мы применяли протокол поиска образца по заданному запаху. Точность идентификации собаками образцов от мышей с опухолью на 1, 3 и 9 сутки после введения была 69.6 %, 80.0 %, 66.7 %, а чувствительность — 95.2 %, 97.3 %, 94.7 % соответственно. Когнитивные возможности собак позволяют им не только обнаруживать биомаркеры гепатокарциномы в моче, но и отличать развитие опухоли от сопутствующего воспаления.

Ключевые слова: обоняние, когнитивные возможности собак, гепатокарцинома, летучие биомаркеры

Введение

Уже довольно давно известно, что развитие злокачественных опухолей различной природы изменяет состав летучих органических соединений (ЛОС), выделяемых пациентами (Horváth et al., 2009; Horváth et al., 2010; Nakim et al., 2010). Все более аккуратно проводимые эксперименты показывают, что вероятность существования ЛОС, маркирующих конкретные онкологические заболевания на ранних стадиях высока (Walczak et al., 2012). Современные достижения инструментальных аналитических методов позволяют быстро анализировать ЛОС, полученные из дыхания, крови, кожи и мочи пациентов, и с большой точностью определять их состав и соотношение веществ. Но какие именно из выделяемых веществ свидетельствуют о прогрессии опухоли, приборы сообщить не могут.

Поэтому надежных биомаркеров (в том числе и летучих) онкологических заболеваний пока выделить не удалось.

Тем не менее в настоящее время показано, что онкологические заболевания могут быть обнаружены по запаху собаками (Godon et al., 2008; Horváth et al., 2008), причем надежность животных в выявлении онкологических заболеваний по запаху выше, чем современных приборов (Gordon et al., 2008; Horváth et al., 2008; Horváth et al., 2010; McCulloch et al., 2006; Sonoda et al., 2011). Этот факт дает надежду на то, что биомаркеры конкретных онкологических заболеваний могут быть найдены среди ЛОС, выделяемых организмом.

С нашей точки зрения успех поиска ЛОС, маркирующих онкозаболевания, в значительной степени зависит от возможности сравнивать комплексы ЛОС и выделять из массива проб те, в которых содержатся одинаковые, связанные с определенным заболеванием или стадией его развития комплексы ЛОС. В настоящее время не существует инструментальных методов, позволяющих делать такие сравнения. Однако очевидно, что животные-макросматики без труда распознают друг друга по запаху и из индивидуального запаха получают огромное количество сведений об особи — ее поле, социальном и гормональном статусе, степени родства с другими особями, болезнях и т.д. То есть когнитивные возможности этих животных позволяют им проводить тонкий анализ сложной смеси обонятельных стимулов, выделяемой конкретным организмом, и выделять из нее разные комплексы ЛОС, которые свидетельствуют о вышеперечисленных и других особенностях этого организма. «Запах болезни», исходящий как от конспецификов, так и от особей другого вида, — жизненно важная информация для животных, и они реагируют на этот запах даже без дополнительного обучения (Arakawa et al., 2011). Высокая чувствительность обонятельной системы и поведенческие задачи, которые эти животные решают с помощью обоняния в природе, привели к развитию у этих животных механизмов тонкого анализа и сравнения смесей запахов, позволяющих выделять из них сложные комплексы, связанные с гормональным, иммунным статусом особи и т.д. (McCulloch et al., 2006; Schoon et al., 2002). Когнитивные возможности собак мы можем использовать для поиска комплексов ЛОС, связанных с развитием злокачественных опухолей. Мы не можем получить от животных информацию о составе запаховой смеси, но их можно обучить или поставить эксперимент таким образом, чтобы животное указывало, какие именно смеси из предложенных содержат паттерны ЛОС, связанные с прогрессией опухоли.

В настоящее время практически все работы с собаками проводятся на людях, а анализ ЛОС выделений больного человека связан с большими трудностями, так как на их состав влияют не только тип опухоли, пора-

женный орган, но и пол, возраст, эмоциональное состояние, различные привычки людей (курение, диета), принимаемые медикаменты и многие другие факторы (Penn, Potts, 1998; Qin et al., 2010). Значительная часть ЛОС определяется генотипом индивида (Navlicek, Roberts, 2012), а человеческая популяция очень гетерогенна, поэтому состав ЛОС у разных людей значительно отличается. В связи с этим неясно, реагируют ли собаки на развитие болезни или, например, на эмоциональное состояние больных людей или принимаемые медикаменты. Мышиные модели онкологических заболеваний позволяют снизить разнообразие анализируемых ЛОС, так как генетические и другие различия между линейными мышами несравненно меньше, чем различия между людьми. Очень перспективна модель перевиваемых опухолей. Она дает возможность единовременного старта прогрессии опухоли на разных индивидах, а также возможность контролировать ее развитие и анализировать связанные с ним изменения в спектре ЛОС и выделять те комплексы, которые непосредственно связаны с ростом опухоли.

Использование когнитивных возможностей собак в сочетании с контролируемой моделью развития опухоли у мышей позволит, как мы предполагаем, найти ответы на многие вопросы. Если «запах прогрессии опухоли» действительно существует, мы надеемся, что собаки помогут нам в получении более детальной информации о кодирующих его ЛОС.

Методы

Экспериментальной моделью служили гибридные мыши BDF1-f1 (DBA2 x C57Bl/6), которым подкожно перевивали клетки низкодифференцированной гепатокарциномы Н33. В качестве контроля использовали образцы мочи здоровых гибридных мышей BDF того же пола и возраста, содержащихся в тех же условиях на том же самом рационе, которым в тот же день, когда опытным мышам перевивали опухолевую ткань, вводили 1 мл физраствора. С 1 по 14 сутки после перевивки опухолевых клеток или введения физраствора у мышей собирали образцы мочи. Всего было использовано 79 больных и 91 здоровая мышь. После отбора образцы мочи замораживали при -20°C и размораживали непосредственно перед проведением эксперимента.

Гистологическое исследование реакции на подкожное введение опухолевой ткани Н33 было проведено для выявления динамики развития заболевания. Исследовано 27 случаев подкожного введения ткани мышинного штамма ГЦР Н33 3-х месячным самцам BDF. Образцы подкожных тканей забирали с 1 по 9 сутки после введения от трех мышей в каждый срок. Образцы фиксировали в буферном 10 % формалине, далее обезвоживали в спиртах и заливали в парафин (гистопласт). Приготавливали серии срезов 5–7 мк и окрашивали гематоксилином и эозином.

Детекторами запахов были 4 собаки, обученные «выбору по подобию» — методу, применяемому в криминалистике. Собаку знакомили с запахом образца мочи больной мыши, помещенного в стандартную стеклянную банку, в течение одной минуты. Затем собака выбирала из предложенных в таких же банках 11 образцов, включающих в себя 1 образец мочи другой больной мыши и 10 образцов мочи здоровых мышей контрольной группы. Мы провели три серии экспериментов, предъявляя образцы мочи от больной мыши на 1, 3 и 9 сутки после перевивки опухолевой ткани. С собаками работали профессиональные инструкторы. При нахождении искомой пробы собаки садились и подавали голос. Инструктор, ведущий собаку, не знал, в какой банке лежит искомый образец. Для решения каждой из поставленных задач проводили 12 предъявлений. Результаты представлены в виде двух общепринятых показателей, чувствительности и специфичности. Чувствительность мы рассчитывали как отношение правильно определенных образцов мочи больных мышей к общему количеству образцов мочи больных мышей. Специфичность — это отношение контрольных образцов, неверно выбранных собаками, к общему количеству контрольных образцов.

Результаты

На 1 сутки после введения опухолевой ткани на месте травмы наблюдается кровоизлияние, опухолевая ткань представлена небольшими группами живых и погибших опухолевых клеток. На 3 сутки в опухолевой ткани наблюдается небольшое количество митозов, в том числе патологических, местами опухолевая ткань прорастает в межклеточное пространство жировой ткани. На 9 сутки опухолевый узел с многочисленными митозами, в т.ч. патологическими, и центральным некрозом окружен соединительнотканной капсулой. Наблюдается инвазия опухолевых клеток в капсулу, волосяные фолликулы, мышцы и жировую ткань.

Собаки выделяют образец мочи больной мыши на 1, 3, 9 сутки после инъекции опухолевых клеток с чувствительностью 69.6 %, 80.0 % и 66.7 %. Как мы видим, чувствительность определения проб больных животных собаками значительно меняется в зависимости от времени, прошедшего с момента перевивки мышам-донорам опухолевой ткани. Самый высокий результат мы получили на образцах от третьих суток после перевивки — собаки успешно определили 80 % проб больных животных. Чувствительность определения проб, отобранных как на 1, так и на 9 сутки после перевивки опухолевой ткани, значительно ниже. Этот результат коррелирует с результатами гистологического анализа развития опухоли у мышей. На первые-вторые сутки перевитая опухолевая ткань присутствует в небольшом количестве, многие клетки гибнут, заболевание еще не начало развиваться. На третьи сутки начинаются па-

тологические митозы опухолевых клеток и прорастание опухолевой в окружающие здоровые ткани, и, вероятно, больные животные начинают выделять четкий паттерн ЛОС, связанный с заболеванием. На 9 сутки в опухоли развиваются многочисленные дополнительные процессы — некроз, воспаление и другие, что мешает собакам четко выделять больное животное. Надо отметить, что при этом специфичность определения образцов мочи больной мыши на 1, 3, 9 сутки после инъекции опухолевых клеток практически не меняется и составляет соответственно 95.2 %, 97.3 % и 94.7 %. Это говорит о том, что собакам может быть трудно выбрать искомую пробу, но они очень редко выбирают вместо нее мочу здорового животного.

Заключение

Собаки способны проводить тонкий анализ индивидуального запаха мыши и показывать, в каких пробах присутствуют комплексы ЛОС, сопутствующие болезни. Более того, по-видимому, животные способны отличать эти комплексы от ЛОС, сопутствующих воспалению, иммунной реакции и т.д. Такая способность выделения комплексов веществ, несущих информацию о прогрессии опухоли в сочетании с последующим химическим анализом ЛОС, выделяемых больными и здоровыми животными, поможет сделать поиск биологических онкомаркеров более направленным.

Литература

- Cornu J.-N., Cancel-Tassin Gé., Ondet V., Girardet C., Cussenot O.* Olfactory detection of prostate cancer by dogs sniffing urine: a step forward in early diagnosis // *European urology*. 2011. Vol. 59. No. 2. P. 197–201.
- Gordon R.T., Schatz C.B., Myers L.J., Kosty M., Gonczy C., Kroener J., Tran M., Kurtzhals P., Heath S., Koziol J.A., others.* The use of canines in the detection of human cancers // *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*. 2008. Vol. 14. No. 1. P. 61–67.
- Havlicek J., Roberts S.C.* MHC-correlated mate choice in humans: a review // *Psychoneuroendocrinology*. 2009. Vol. 34. No. 4. P. 497–512.
- Horvath G., Andersson H, Paulsson G.* Characteristic odour in the blood reveals ovarian carcinoma // *BMC cancer*. 2010. Vol. 10. No. 1. P. 643.
- Horvath G., af Klinteberg Järverud G., Järverud S., Horváth I.* Human ovarian carcinomas detected by specific odor // *Integrative cancer therapies*. 2008. Vol. 7. No. 2. P. 76–80.
- Horvath I., Lazar Z., Gyulai N., Kollai M., Losonczy G.* Exhaled biomarkers in lung cancer // *European Respiratory Journal*. 2009. Vol. 34. No. 1. P. 261–275.

- McCulloch M., Jeziarski T., Broffman M., Hubbard A., Turner K., Janecki T.* Diagnostic accuracy of canine scent detection in early-and late-stage lung and breast cancers // *Integrative cancer therapies*. 2006. Vol. 5. No. 1. P. 30–39.
- Peng G., Hakim M., Broza Y.Y., Billan S., Abdah-Bortnyak R., Kuten A., Tisch U., Haick H.* Detection of lung, breast, colorectal, and prostate cancers from exhaled breath using a single array of nanosensors // *British journal of cancer*. 2010. Vol. 103. No. 4. P. 542–551.
- Penn D., Potts W.K.* Chemical signals and parasite-mediated sexual selection // *Trends in Ecology & Evolution*. 1998. Vol. 13. No. 10. P. 391–396.
- Qin T., Liu H., Song Q., Song G., Wang H.-z., Pan Y.-y., Xiong F.-x., Gu K.-s., Sun G.-p., Chen Z.-d.* The screening of volatile markers for hepatocellular carcinoma // *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. 2010. Vol. 19. No. 9. P. 2247–2253.
- Schoon A., Haak R.* K9 suspect discrimination: Training and practicing scent identification line-ups. Brush Education, 2002.
- Sonoda H., Kohnoe S., Yamazato T., Satoh Y., Morizono G., Shikata K., Morita M., Watanabe A., Morita M., Kakeji Y., others.* Colorectal cancer screening with odour material by canine scent detection // *Gut*. 2011. Vol. 60. P. 814–819.

Use Of Dogs' Cognitive Abilities to Identify Volatile Markers Associated with Hepatocellular Carcinoma in a Complex Substance Mixture Secreted by Sick Animals

Rodionova E. * (1), Kochevalina M.(1), Morozova O. (2), Kogun G. (3)

a.rodionova@gmail.com

1 — Institute for Information Transmission Problems, Moscow, Russia;
2 — Institute of Carcinogenesis, N.N. Blokhin Cancer Research Center, Moscow, Russia; 3— Cynological Division of Aviation Security Service, Aeroflot — Russian Airlines, Moscow, Russia

Abstract. The biomarkers responsible for cancer signatures in urine could be volatile organic compounds. Dogs' cognitive abilities are very useful for the discovery of cancer's volatile biomarkers. We used mouse cancer models to investigate dogs' ability to detect hepatocarcinoma (HCC H33 tissue was inoculated subcutaneously). A match-to-sample-like protocol of scent identification lineups by dogs was used. The accuracy of the dogs' indication of 1-, 3- and 9-day tumor was 69.6%, 80.0%, 66.7% and sensitivity was 95.2%, 97.3%, 94.7%, respectively. Dogs' cognitive abilities allow them not only to detect hepatocarcinoma signatures in urine, but also to discriminate between cancer and concomitant inflammation.

Keywords: olfaction, dogs' cognitive abilities, hepatocarcinoma, cancer volatile biomarkers

ЭФФЕКТ ПОВТОРНОГО СКАНИРОВАНИЯ В фМРТ-ИССЛЕДОВАНИИ: МОТОРНЫЕ И КОГНИТИВНЫЕ ПРОБЫ

Румшицкая А.Д. *, Власова Р.М., Мершина Е.А., Печенкова Е.В.

aleneroom@mail.ru

ФГАУ «Лечебно-реабилитационный центр» Минздравсоцразвития, Москва

Аннотация. Данное исследование направлено на изучение эффекта повторного тестирования в рамках повторных фМРТ-сканирований на примере двигательных проб и проб на зрительное и моторное представление. Нами были найдены статистически значимые отличия в активации между первой и второй сессией сканирования (средний интервал 6 мес) при выполнении моторного задания ($N = 13$, $FDR_c = 65$). При выполнении заданий на воображение статистически значимых различий найдено не было. Данные результаты говорят о наличии систематического эффекта повторного сканирования, не связанного с каким-либо систематическим изменением настроек оборудования или экспериментальным воздействием между двумя измерениями. Отсутствие данного эффекта при выполнении проб на воображение может быть связано как с процессами двигательного научения движениям в случае реальной моторной задачи, так и с меньшим размером и большей вариабельностью изучаемого эффекта в заданиях на воображение.

Ключевые слова: эффект повторного сканирования, эффект повторного тестирования, пробы на представление, моторные пробы, фМРТ

Введение

Эффект повторного тестирования широко известен в поведенческих экспериментах и заключается в «уменьшении или увеличении восприимчивости испытуемых к экспериментальному воздействию под влиянием тестирования» (Дружинин, 2000, §4.3, стр. 25). Однако в фМРТ-исследованиях этот возможный источник систематического смещения практически не принимается во внимание, несмотря на то что экспериментальный план для оценки эффекта от лечебного воздействия в клинических выборках чаще всего включает повторное сканирование (Rapp et al., 2012). Работы по ретестовой надежности фМРТ (воспроизводимости картины активации мозга), как правило, акцентируются на физической и физиологической стороне проблемы, то есть обсуждают, какой вклад в результаты вносят настройки томографа, которые могут отличаться от сканирования к сканированию, или же насколько постоянны паттерны активации, сопровождающие выполнение одного и того же задания у одного и того же человека в разное время. При этом различия результатов повторных сканирований, связанные с состоянием испытуе-

мого, как правило, не рассматриваются как систематические (Raemaekers et al., 2012; Greve et al., 2013). Психологический же аспект повторного выполнения того же самого задания в специфической экспериментальной среде фМРТ-исследования разработан недостаточно хорошо. Поэтому **целью данного исследования** явилась проверка гипотезы о наличии систематических изменений паттернов активации при повторном фМРТ-сканировании испытуемых, выполняющих одно и то же экспериментальное задание, на материале двигательных и когнитивных задач.

Материалы и методы

Всего в исследование было включен 21 здоровый доброволец: 16 женщин, 5 мужчин, средний возраст 26 лет. Сканирование каждого испытуемого было проведено дважды со средним интервалом 6 мес. В период между сканированиями добровольцы не проходили систематического обучения видам деятельности, связанным со зрительным воображением. 13 испытуемых из 21 (средний возраст 27 лет, из них 10 женщин) также не проходили обучения, связанного с двигательной сферой.

Использовались три пробы, построенных по блочному плану исследования: моторная проба и пробы на моторное и зрительное представление. В ходе моторной пробы испытуемые совершали заранее разученные циклические движения стопами каждой ноги поочередно. Периоды движения (10 блоков) чередовались с периодами покоя (11 блоков). Во время периодов моторного представления испытуемые воображали то же движение ногами, которое выполняли в предыдущей пробе; во время периодов зрительного представления испытуемые воображали аквариум с рыбками, который видели перед началом исследования. Данные периоды (по 10 блоков) чередовались друг с другом и с периодами покоя (11 блоков). Моторная проба выполнялась с открытыми глазами, проба на представление — с закрытыми. Смена периодов осуществлялась по устной команде исследователя. В рамках одного сканирования каждый испытуемый выполнял по 3 подхода каждой из проб.

Сканирование проводилось на томографе Siemens Avanto 1.5 T. T2*-взвешенные функциональные изображения были получены с помощью ЭП-последовательности (EPI) с параметрами TR 3560 мс, TE 50 мс и FA 90°. Регистрировались объемы головного мозга, состоящие из 36x64x64 вокселей размером 3.6x3.6x3 мм, расстояние между срезами 0.75 мм, срезы ориентированы параллельно плоскости, проходящей через переднюю и заднюю комиссуры (АС/РС). Каждому блоку пробы (экспериментальному или периоду покоя) соответствовала регистрация 6 функциональных объемов.

В анализ данных по моторной пробе и пробе на моторное представление были включены 13 здоровых добровольцев, не проходивших

обучения в двигательной сфере; проба на зрительное представление анализировалась по всем испытуемым. Индивидуальные карты активации строились с помощью общей линейной модели в пакете SPM8, для моторной пробы в модель включалось условие движения, для пробы на воображение — условия зрительного и моторного представления. Для каждого испытуемого были получены карты активации по результатам сопоставления каждого активного условия с периодами покоя. Групповые карты активации строились на основе индивидуальных с использованием программы GLMflex (модель случайных эффектов с воксельным удалением выбросов). В модель включались следующие внутригрупповые факторы: сеанс сканирования, подход внутри одного сеанса сканирования. При анализе групповых карт активации использовалась поправка на множественные сравнения FDR на уровне кластеров ($q < .05$) при $p < .005$ без поправки на множественные сравнения на уровне вокселей. Координаты пиков активации для групповых результатов представлены в пространстве MNI, соответствие с анатомическими структурами устанавливалось с помощью атласа AAL (Tzourio-Mazoyer et al., 2012).

Результаты

Области, интенсивность активации в которых по результатам моторной пробы отличалась в первой и во второй сессиях сканирования, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты сопоставления на основе одностороннего Т-критерия активации в моторной пробе (первая сессия сканирования > вторая сессия сканирования)

Объем области активации в вокселях	Координаты пиков в пространстве MNI	Область головного мозга
134	6 -56 14	червь мозжечка
88	-6 64 62 6 -72 58	предклинье: левое и правое полушария
	-18 -60 58	верхняя теменная доля левого полушария
	-22 -44 50	задняя часть постцентральной извилины слева
50	-42 -32 34	надкраевая извилина левого полушария

Активация в области червя мозжечка (рис. 1), надкраевой (рис. 2), верхней теменной и постцентральной извилин левого полушария была более интенсивной во время первой сессии сканирования по сравнению со второй. Областей, продемонстрировавших больший прирост BOLD-сигнала во второй сессии сканирования, чем в первой, обнаружено не было.



Рисунок 1. Основные области, интенсивность активации в которых в моторной пробе отличалась в первой и второй сессии сканирования, групповые данные (N = 13, FDRc = 58). L — левое полушарие, R — правое полушарие, 1 — активация в предклинье обоих полушарий, 2 — активация в области червя мозжечка

В области предклинья (рис. 1) обоих полушарий в групповых данных по обеим сессиям сканирования отмечается деактивация при выполнении движения, которая была более выражена во второй сессии сканирования при сравнении с первой.

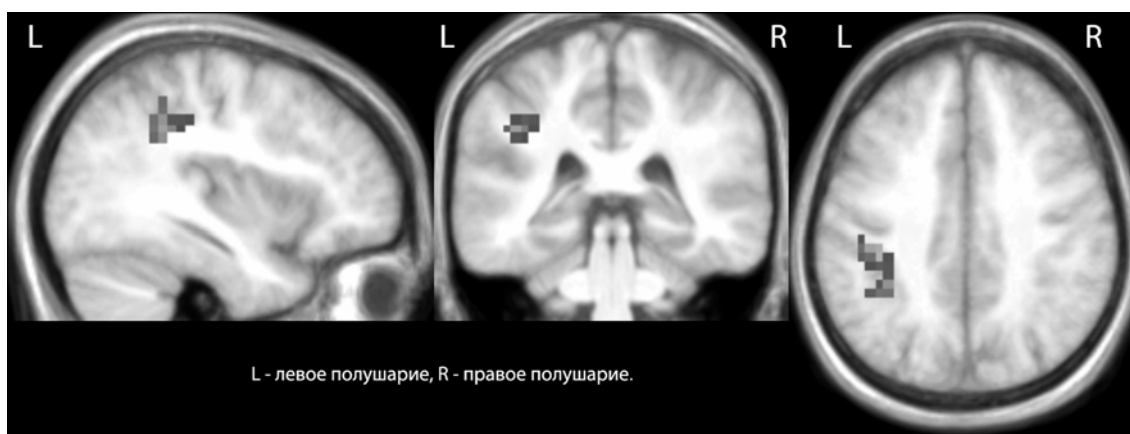


Рисунок 2. Активация по результатам моторной пробы в области надкраевой извилины левого полушария, интенсивность которой была больше в первой сессии сканирования, чем во второй, групповые данные (N = 13, FDRc = 58)

При анализе данных испытуемых, выполнявших пробы на воображение, статистически значимых различий между первой и второй

сессиями сканирования получено не было, в то время как групповые данные по каждой сессии сканирования при выполнении обоих заданий включали типичные зоны активации. Активация при выполнении пробы моторного представления включала премоторную и дополнительную моторную кору билатерально, верхнюю теменную извилину и нижнюю теменную дольку левого полушария, нижнюю лобную извилину билатерально, полушария мозжечка. Активация при выполнении пробы на зрительное представление также включала премоторную и дополнительную моторную кору билатерально, а также область предклинья левого полушария, средней и нижней лобной извилины слева, подкорковых ядер, червя мозжечка.

Обсуждение и выводы

Полученные результаты показывают, что, аналогично эффекту повторного тестирования, существует систематический «эффект повторного сканирования», то есть различия активации при сканировании одного и того же испытуемого в одном и том же томографе при выполнении одинакового задания, имеющие закономерный характер, однако не связанные с каким-либо систематическим экспериментальным воздействием между двумя измерениями. В то же время в нашем исследовании систематический эффект повторного сканирования был получен только для моторной пробы и не был получен для когнитивных заданий. Это может быть связано как с процессами обучения реальным движениям в случае моторной задачи, так и с меньшим размером и большей вариабельностью изучаемого эффекта в заданиях на воображение и дополнительно указывает на то, что природа полученного эффекта не связана с физическим аспектом измерений (настройки томографа) или неспецифическими физиологическими изменениями у испытуемого. Более достоверные выводы могут быть сделаны по результатам дальнейших исследований с использованием более широкого спектра когнитивных и моторных задач и интервалов времени.

Полученные нами результаты демонстрируют возможность обнаружения нейрофизиологических коррелятов на экспериментальных процедурах, а также лишней раз подчеркивают необходимость наличия контрольной группы в любом исследовании, в котором испытуемые сканируются два или более раз.

Литература

- Дружинин В.Н.* Экспериментальная психология. СПб.: «Питер», 2000.
- Greve D.N., Brown G.G., Mueller B.A., Glover G., Liu T.T.* A survey of the sources of noise in fMRI // *Psychometrika*. 2013. Vol. 78. No. 3. P. 396–416.

Raemaekers M., Du Plessis S., Ramsey N.F., Weusten J., Vink M. Test-retest variability underlying fMRI measurements // *Neuroimage*. 2012. Vol. 60. No. 1. P. 717–727.

Rapp B., Caplan D., Edwards S., Visch-Brink E., Thompson C.K. Neuroimaging in aphasia treatment research: Issues of experimental design for relating cognitive to neural changes // *Neuroimage*. 2013. Vol. 73. P. 200–207.

Tzourio-Mazoyer N., Landeau B., Papathanassiou D., Crivello F., Etard O., Delcroix N., Mazoyer B., Joliot M. Automated anatomical labeling of activations in SPM using a macroscopic anatomical parcellation of the MNI MRI single-subject brain // *Neuroimage*. 2002. Vol. 15. No. 1. P. 273–289.

fMRI Rescanning Effect: Motor and Cognitive Tests

Rumshiskaya A.D. *, Vlasova R.M., Mershina E.A., Pechenkova E.V.

aleneroom@mail.ru

Medical Center of Treatment and Rehabilitation, Moscow, Russia

Abstract. In the present study we examined the retesting effect in repeated fMRI scans with a motor task and imaginary (motor and visual) tasks. We found statistically significant differences in activation between the first and second session of the scan (with an average interval of six months) in the motor task (N = 13, FDRC = 65). The results of the imaginary tasks showed no significant changes in task-related activation. These results indicate the presence of a systematic rescanning effect not associated with any systematic drift of the equipment parameters or experimental exposure between the two measurements. The absence of this effect in the imaginary tasks might be explained by motor learning processes in the case of motor tasks, and by a smaller effect size and greater variability in the imaginary tasks.

Keywords: imaginary task, motor task, rescanning effect, retesting effect, fMRI

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ОТНОШЕНИЙ СИММЕТРИИ МЕЖДУ «ЗНАКОМ» И «ОБОЗНАЧАЕМЫМ» У СЕРЫХ ВОРОН⁴³

Самулеева М.В. *, Смирнова А.А., Обозова Т.А., Зорина З.А.

samuleeva@gmail.com

Лаборатория физиологии и генетики поведения кафедры ВНД биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Аннотация. Для исследования механизмов формирования эквивалентных отношений, а именно того, как и когда отношения между знаком и обозначаемым становятся симметричными, двух серых ворон без предшествующего экспериментального опыта обучили выбору по условному соответствию образцу ($S \rightarrow Cc$; $V \rightarrow Cc$). С тестом на понимание симметричности отношений, в котором образцы и стимулы для выбора поменяли местами, обе птицы не справились. Со вторым тестом, который провели после обучения ворон с пятью новыми парами стимулов, справилась одна из птиц. И обе вороны справились с третьим тестом, который провели после того, как при помощи тестов на перенос с новыми стимулами выяснили, что птицы связали буквы «S» и «V» с понятиями «сходство» и «различие».

Ключевые слова: вороны, выбор по условному соответствию образцу, симметричность отношений, эквивалентность, понятия «сходство» и «различие»

К настоящему времени многочисленными исследованиями показано, что высокоорганизованные животные способны к символизации, то есть могут устанавливать эквивалентные отношения между объектами и исходно индифферентными для них знаками (например, Boysen, Hallberg, 2000; Rumbaugh et al., 2000; Pepperberg, Gordon, 2005). Подобные исследования вносят вклад в изучение биологических предпосылок возникновения языка человека.

В настоящее время основное внимание уделяется исследованию механизмов формирования эквивалентных отношений, в частности того, как и когда отношения между знаком и обозначаемым становятся симметричными, что означает возможность смены их ролей (если $A = B$, то $B = A$). Способность к пониманию симметричности отношений изучают с помощью методики выбора по условному соответствию образцу. Субъекту предъявляют образец и два стимула для выбора. Вначале его обучают выбирать стимул B по образцу A ($A \rightarrow B$) и стимул D по образцу C ($C \rightarrow D$). После завершения обучения проводят тест, в котором образцы и стимулы для выбора меняют местами, проверяя, сможет ли субъект выбрать стимул A по образцу B ($B \rightarrow A$) и стимул C по образцу D ($D \rightarrow C$).

⁴³ Исследование поддержано грантом РФФИ № 13-04-00747.

Известно, что испытуемые-люди всегда решают этот тест (Kahana, 2002; Rehfeldt, 2003; Tomanari et al., 2006). Данные, полученные на животных, неоднозначны. В некоторых работах с таким тестом не справляются шимпанзе (Dugdale, Lowe, 2000), тогда как в других — справляются даже голуби (Garcia, Benjumea, 2006; Lionello-DeNolf, Urcuioli, 2002; Vasconcelos, Urcuioli, 2011).

Накопленные к настоящему моменту данные указывают на то, что на успешность решения данного теста влияет предшествующий экспериментальный опыт животного. Показано, что положительное влияние на результаты теста оказывает использование при обучении особых методических приемов, которые заранее приучают животное к тому, что стимул-образец может появиться в роли стимула для выбора и наоборот. Например, когда в обучающую серию добавляли предъявления, в которых образец появлялся и в роли стимула для выбора (Lionello-DeNolf, Urcuioli, 2002), то есть обучали животных не только выбирать стимул В по образцу А ($A \rightarrow B$), но и выбирать стимул А по образцу С ($C \rightarrow A$), или выбирать стимул А по образцу А ($A \rightarrow A$) и стимул В по образцу В ($B \rightarrow B$).

В данной работе мы оценивали способность серых ворон без предшествующего экспериментального опыта понимать симметричность отношений между «знаком» и «обозначаемым». Никаких дополнительных методических приемов, приучающих животное к тому, что стимул-образец может появиться в роли стимула для выбора и наоборот, не использовали. Вначале птиц обучали выбору по условному соответствию образцу. Если образцом было изображение буквы «S», ворону подкрепляли за выбор изображения пары фигур одинакового размера, а если образцом было изображение буквы «V» — то за выбор пары фигур разного размера. Стимулами для выбора служили изображения пар геометрических фигур одной формы (были использованы круги, эллипсы, квадраты, прямоугольники, равносторонние и равнобедренные треугольники) одинакового либо разного размера (шесть изображений одинаковых и шесть изображений разных по размеру пар фигур). Суммарные площади пар фигур на стимулах разного типа были выровнены.

При обучении двух ворон использовали все 12 стимулов для выбора. С одной из этих птиц обучение было прервано после 1776 проб из-за усиления у нее невротических реакций. Вторая ворона погибла после того, как с ней было сделано 3600 проб. Ни у одной из птиц в ходе обучения стабильной положительной динамики отмечено не было. При обучении двух других птиц задачу упростили: при обучении использовали только четыре стимула для выбора (пары кругов и пары эллипсов одинакового или разного размера). За 2000 проб ни одна из птиц не достигла критерия обученности (не менее 80 % правильных выборов в 96 пробах подряд, $p < .0001$). Поэтому далее задачу еще больше упростили

и использовали при обучении этих же ворон только два стимула для выбора: пары кругов одинакового и разного размера. Этому варианту задачи ворон удалось обучить за 2248 и 2328 проб.

После этого провели первый тест на понимание симметричности отношений между знаком и обозначаемым. Тест был организован таким образом, чтобы избежать возможности обучения в тестовых пробах, в которых образцы и стимулы для выбора поменяли местами (все последующие тесты были организованы так же). Для этого тестовые пробы (в которых, образцом служило изображение фигур) чередовали с фоновыми (в которых, как и при обучении, образцом служило изображение букв S и V). Одна тестовая проба следовала после трех фоновых (48 тестовых и 144 фоновых пробы). В тестовых пробах птица получала подкрепление независимо от того, правильный или неправильный выбор она сделала. В фоновых пробах ворона получала подкрепление только в том случае, если совершала правильный выбор. У обеих ворон доля правильных решений в тестовых пробах не отличалась от случайного уровня (54.2 %, $p > .05$ и 43.8 %, $p > .05$). В то же время в фоновых пробах они продолжали успешно решать задачу (81.3 %, $p < .0001$ и 79.9 %, $p < .0001$). Таким образом, после обучения выбору по условному соответствию образцу с одной парой стимулов отношения между знаком и обозначаемым (в нашей ситуации образцом и стимулом для выбора) не стали симметричными.

Затем птиц обучили выбору по условному соответствию образцу с каждой из оставшихся пяти пар стимулов: эллипсами, квадратами, прямоугольниками и т.д. С каждой из этих пар стимулов птицы достигали критерия обученности почти за минимальное число проб (96–144). В значительной степени это связано с тем, что при обучении с первой парой стимулов вороны усвоили особую роль образца как знака, указывающего на подкрепляемый стимул для выбора. Кроме того, это может свидетельствовать о том, что в результате обучения с первой парой стимулов птицы связали буквы S и V не только с изображениями конкретных одинаковых и разных кругов, но и с понятиями «сходство» и «различие».

Затем провели второй тест на понимание симметричности отношений, в котором использовали все шесть пар стимулов. Одна из ворон с тестом вновь не справилась (правильные решения в 24 пробах из 48 — 50.0 %, $p > .05$). Однако у второй птицы доля правильных решений в тестовых пробах, в которых образцом были изображения фигур, составила 64.6 % (31 из 48), что достоверно отличается от случайного уровня ($p = .02$).

Для того чтобы выяснить, с чем именно птицы связали буквы S и V (с использованными при обучении стимулами или с понятиями «сходство» и «различие»), далее провели тесты на перенос правила выбора на новые стимулы. В первом тесте использовали новые стимулы знакомой категории (24 тестовые пробы с новыми стимулами, отличаю-

щимися по размеру фигур), а во втором — новые стимулы новой категории (24 тестовые пробы с новыми стимулами, отличающимися по форме фигур). Птицы успешно справились с обоими тестами (в первом доля правильных решений в тестовых пробах у обеих птиц составила 79.2 %, $p < .001$; а во втором — 75.0 %, $p < .01$ и 66.7 %, $p = .03$), а следовательно, связали буквы S и V с понятиями «сходство» и «различие».

После этого провели заключительный тест на понимание симметричности отношений. Обе птицы с ним справились: доли правильных решений в 24 тестовых пробах составили 79.2 % ($p < .001$) и 66.7 % ($p = .03$). Таким образом, в третьем тесте обе вороны продемонстрировали понимание симметричности отношений. Вероятно, на этот результат повлиял опыт, приобретенный птицами в двух предыдущих тестах, в которых они 96 раз (48 и 48) сталкивались с ситуацией, когда образец и стимулы для выбора меняли местами. Хотя в таких пробах подкрепляли любой выбор и намеренного обучения не было, подобный опыт мог оказать положительное влияние на результат теста.

Необходимо отметить, что ранее в нашей лаборатории у других птиц (вороны и попугая) было обнаружено понимание симметричности отношений в аналогичном тесте. Причем для них это был первый и единственный подобный тест. Однако эти птицы имели предшествующий экспериментальный опыт: эти ворона и попугай ранее усвоили правило выбора по сходству с образцом. В ходе обучения этой задаче одно и то же изображение появлялось и как образец, и как стимул для выбора.

В целом полученные результаты подтверждают гипотезу о том, что симметричные отношения между знаком и обозначаемым появляются не спонтанно, а под влиянием предшествующего опыта животного. Без такого опыта обучение выбору по условному соответствию образцу приводит к формированию однонаправленных отношений между знаком и обозначаемым. Надо отметить, что как мы говорили выше, испытуемые-люди всегда справляются с тестом на симметричность отношений. Однако это нельзя назвать спонтанным решением, поскольку весь опыт усвоения языка основан на обучении симметричности отношений между знаком и обозначаемым.

Литература

Boysen S.T., Hallberg K.I. Primate numerical competence: contributions toward understanding nonhuman cognition // *Cognitive Science*. 2000. Vol. 24. No. 3. P. 423–443.

Dugdale N., Lowe C.F. Testing for symmetry in the conditional discriminations of language-trained chimpanzees // *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 2000. Vol. 73. No. 1. P. 5–22.

- Garcia A., Benjumea S.* The emergence of symmetry in a conditional discrimination task using different responses as proprioceptive samples in pigeons // *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 2006. Vol. 86. No. 1. P. 65–80.
- Kahana M.J.* Associative symmetry and memory theory // *Memory & Cognition*. 2002. Vol. 30. No. 6. P. 823–840.
- Lionello-DeNolf K.M., Urcuioli P.J.* Stimulus control topographies and tests of symmetry in pigeons // *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 2002. Vol. 78. No. 3. P. 467–495.
- Pepperberg I.M., Gordon J.D.* Number comprehension by a grey parrot (*Psittacus erithacus*), including a zero-like concept. // *Journal of Comparative Psychology*. 2005. Vol. 119. No. 2. P. 197–209.
- Rehfeldt R.A.* Establishing contextual control over generalized equivalence relations // *The Psychological Record*. 2012. Vol. 53. No. 3. P. 415–428.
- Rumbaugh D.M., Beran M.J., Hillix W.A.* Cause-effect reasoning in humans and animals // *The evolution of cognition* Cambridge, MA: MIT Press, 2000. P. 221–238.
- Tomanari G.Y., Sidman M., Rubio A.R., Dube W.V.* Equivalence classes with requirements for short response latencies // *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*. 2006. Vol. 85. No. 3. P. 349–369.
- Vasconcelos M., Urcuioli P.J.* Associative symmetry in a spatial sample-response paradigm // *Behavioural processes*. 2011. Vol. 86. No. 3. P. 305–315.

Associative Symmetry in Hooded Crows

Samuleeva M.V. *, Smirnova A.A., Obozova T.A., Zorina Z.A.

samuleeva@gmail.com

Department of Biology, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. Symmetry entails a bidirectional relationship between two stimuli. Two naïve hooded crows had been trained for arbitrary ($S \rightarrow CC$; $V \rightarrow Cc$) matching, and then tested for ($CC \rightarrow S$; $Cc \rightarrow V$) matching. Both birds failed the test. The crows were then trained to match samples to comparison stimuli using the five new stimulus pairs in the matching task. One of two crows was able to match those same stimuli when their respective functional roles were reversed. When the crows were trained to reach the concept “sameness”, they were both successful in the test for symmetry.

Keywords: crows, arbitrary matching to sample, symmetry, stimulus equivalence, concept

НЕЙРОННАЯ ОСНОВА МОЗГОВЫХ ФУНКЦИЙ: КОННЕКТОМ versus ТРАНСКРИПТОМ⁴⁴

Сахаров Д.А.

dant1930@gmail.com

Институт биологии развития РАН

Аннотация. Результаты экспериментов на нейронах и нейронных ансамблях опровергают правоту тех, кто видит в мозге подобие электрического устройства. Согласно альтернативному взгляду, который разделяется автором, для функционирования мозга существенны такие его свойства, как гетерогенность клеточного состава и множественность химических механизмов межнейронных взаимодействий. В нашей лаборатории показано, что ответ одиночной нервной клетки на смесь двух нейротрансмиттеров эмерджентен. Эти и подобные наблюдения позволяют высказать гипотезу, что химическое разнообразие нейронов лежит в основе широкого ряда эмерджентных феноменов, улучшающих возможности и способности мозга.

Ключевые слова: сигнальные молекулы, эмерджентное свойство, нейрональные фенотипы, нейроэтология

Начиная с 1960-х гг. клеточный анализ поведения стал продвинутой областью нейробиологии, и сегодня механизмы, лежащие в основе поведенческих актов, широко исследуются как на уровне индивидуальных нейронов (часто идентифицированных, иногда изолированных), так и на ближайшем надклеточном уровне (паттерн-генерирующие нейронные ансамбли). Экспериментальная психология давно стремится выйти на сравнимые уровни анализа. Новые методы, прежде всего фМРТ и МЭГ, обеспечили психологов знаниями о локализации мозговых структур, вовлеченных в некоторые психические процессы (*neural correlates of mental events*, «новая френология»). Однако на уровне *neuronal correlates* успехи пока скромны.

Перспективным в этом плане представляется развитие подходов, которые придают значение химическому многообразию нервных клеток, участвующих в формировании гетерогенных нейронных популяций и нейроактивной межклеточной среды. Альтернативой выступает направление, которое связывает реальные нервные и психические процессы с идеализированным представлением об их субстрате (предельно редуци-

⁴⁴ Выражаю признательность Д.Д. Воронцову, В.Е. Дьяконовой, Т.А. Коршуновой, Ю.И. Манину и анонимному рецензенту, чьи советы я учел в финальной версии этого текста. Исследования нашей группы поддержаны грантами РФФИ 14-04-00537 и 14-04-00875.

рованные нейрон и синапс, безликие синаптические веса, однородные нейронные сети и т.п.). Это направление акцентировано амбициозной «когнитивной революцией» и ныне переживает ренессанс.

А была ли революция?

Научная революция — дело долгое и мучительное. Согласно общепризнанной теории смены парадигм, разработанной Т. Куном (1975), к признанию новой парадигмы профессиональное сообщество склоняется медленно и неохотно. Накопление аномалий в старой парадигме сопровождается чередой половинчатых, компромиссных решений, отодвигающих неизбежное признание. Не мной первым замечено, что события, имевшие место 11 сентября 1956 года, на второй день некоего симпозиума в МТИ, охарактеризованные участниками как когнитивная революция или как ее начало (Miller, 2003), не обладают ни одним из признаков научной революции.

Если не революция, то — что?

Революционеры не скрывают, что ими двигало недовольство бихевиоризмом. Это была региональная, чисто американская коллизия — только в США бихевиоризм мешал развитию психологии. Подлинной революцией в мировой науке о мозге стало бы широкое признание химической парадигмы и окончательный отказ от изрядно потрепанной электрической парадигмы (Сахаров, 2011, 2012), которая доминирует с незапамятных времен (Clower, 1998). В этом контексте статус «когнитивной революции» прост: она — очередной компромисс, продлевающий агонию «проводочного мозга». Именно поэтому формула когнитивизма «мозг как компьютер» столь похожа на давно забытую формулу «мозг как телефонная станция»: в обеих формулах отражены преходящие достижения инженерной мысли и проигнорирована биология.

Элементная база

Телефонная станция, современный компьютер и другие рукотворные устройства, в которых усматривали сходство с мозгом, едины в том, что они имеют качественно однородную элементную базу, обеспечивающую бесперебойность электрических процессов. Но элементная база живого мозга разнородна. Это фундаментальное отличие должно мотивировать каждого, кто стремится понять природу ресурсного потенциала, демонстрируемого мозгом человека.

Мне пишет друг, выдающийся математик: «Как мозг Каспарова решает задачу эффективной игры в шахматы, играя на уровне хорошего компьютера? Вопрос этот потому меня мучает, что алгоритмы выбора хорошего хода нам давно известны, ресурсы, используемые этим компьютером, чтобы играть в реальном времени, нам тоже хорошо известны: электрон-

ный противник Каспарова *Deep Blue* мог анализировать 2–3 миллиона шахматных позиций в секунду. То есть компьютер сочетает неправдоподобную организацию параллельных вычислительных процессов с недостижимой скоростью выполнения каждого из них. Даже если постулировать, что мозг Каспарова на полную катушку использует синаптические связи между нейронами, его ресурсы и ресурсы компьютера разделены пропастью, а если добавить твою химию, то все становится полной загадкой».

Не в химии ли и кроется разгадка?

Гетерохимизм — не излишество

Приведу пример из нашего лабораторного опыта. Некая нервная клетка деполяризуется нейротрансмиттером А и гиперполяризуется нейротрансмиттером Б, но действие смеси А и Б не соответствует сумме эффектов А и Б, оно неожиданно новое — смесь вызывает у клетки паточную активность (Дьяконова Т.Л., 1991). Возникает качественная надбавка к тому, что может А и может Б, — *надбавленное свойство* (“*emergent property*” английской литературы).

Мозг — это арена постоянных взаимодействий между эндогенно активными, химически разнородными секреторными клетками (биологическими нейронами). Они соединяются в ансамбли для принятия совместных решений, обеспечивающих бесперебойное функционирование организма. В пределах ансамбля продукты нейронной секреции действуют контактно («синапсы») и дистантно, а также фазически («синаптическая передача») и тонически (в составе транмиттерного «бульона» межклеточной среды). Электричество, как правило, выполняет вспомогательную функцию, сопрягая спайковым разрядом поляризацию рецепторного участка вытянутой нервной клетки с секрецией на ее отдаленном конце. Выходной паттерн ансамбля эмерджентен по отношению к активности индивидуальных нейронов: здесь тоже надбавка, тоже новое качество. Логично предположить, что феномен надбавленности (эмерджентности) возникает при каждом переходе от нижних уровней системной иерархии к высшим. Если так, то Каспаров играл на равных с компьютером благодаря тому, что ресурс мозга был счастливо преумножен системными надбавками.

Метафорика мозга

Компьютерная метафора началась и закончилась коннектомом, на который выделялись большие деньги и возлагались большие надежды. Но коннектомика разочаровала даже оптимистов: в лучшем случае она проясняет картину межцентральных проекций, но объяснить механизмы на уровне нейрона и межнейронных взаимодействий ей не дано. Пример:

нервная система *Caenorhabditis elegans* содержит всего 302 нейрона, но даже полное описание всех 7000 контактов в коннектоме этого червя не обернулось пониманием механизмов управления, которые, как выяснилось, существенно базируются *beyond the connectome* (Bargmann, 2012). То же подтверждается на более сложных нейробиологических моделях, вследствие чего “*Beyond the Connectome*” становится популярным слоганом (Kopell et al., 2014).

Предлагаю альтернативную метафору мозга — транскриптом. В приложении к отдельной клетке это понятие означает совокупность транскриптов всех генов, экспрессирующихся в ней в определенные моменты функционирования, то есть контекст-зависимо. Транскриптом определяет и связи клетки (куда тянуть отростки), и ее химизм (экспрессия генов, отвечающих за нейротрансмиттеры и за рецепторы к сигнальным молекулам). Короче, он дает наиболее полное описание фенотипических свойств нейрона в конкретный момент времени. Для нас существенно, что у каждого нейрона свой транскриптом, и это красиво показано на гетерохимической нейронной популяции мозга аплизии (Moroz et al., 2006). Метафора утверждает приоритет химии над электричеством и привлекает внимание к таким свойствам субстрата, которые долго считались несущественными.

Иногда в качестве метафоры мозга я называл сердце (Сахаров, 2014). Достоинства сердечной метафоры — эндогенная генерация активности и адаптивность. Когда сравниваешь влияние эмоций на сердцебиения с тем, как ментальная сфера контролирует саккадические движения глаз, поражает сходство фундаментальных механизмов. Но у сердечной метафоры есть важный недостаток — в сердце невнятно выражена гетерогенность клеточного субстрата, столь важная для понимания мозга. Сердечная метафора может найти применение в учебном процессе, а транскриптомная — при планировании исследовательских задач.

Нейроэтология — территория опережающего развития в науке о мозге

Несводимость реальных нервных клеток к формальному нейрону, а реальных гетерохимических ансамблей — к искусственным нейронным сетям делает необходимой реабилитацию биологических подходов. В этом плане привлекателен опыт нейроэтологии. В частности, обсуждается, хотя и не очень бурно, как приложить знания, полученные при изучении центральных генераторов моторного паттерна, к анализу психических явлений (Graybiel, 1997; Сахаров, 2014). Нейроэтология вообще существенно продвинута в сравнении с другими дисциплинами нейробиологического цикла, где еще живуча рефлекторная доктрина, которую экспериментально опровергли именно нейроэтологи (Mulloney

Smarandache, 2010). Нейроэтология видит мозг не реактивным (стимул — обработка входной информации — выходная активность), а активным (эндогенные генераторы, модулируемые входами). Оправдались нейроэтологические подходы к решению некоторых прикладных задач — таких как реабилитация центральных генераторов локомоции при травме спинного мозга. Назову несколько фундаментальных задач. Как формализовать нейроактивный межклеточный «бульон», состав которого влияет на принятие решения о выборе моторной (и ментальной?) программы? Как реализуются в психических процессах древнейшие донервные механизмы регуляции, консервированные и диверсифицированные эволюцией (Дьяконова В.Е. и др., 2013)? Как свойства индивидуальных нейронов реализуются в механизме самоорганизации и реорганизации паттерн-генерирующих нейронных ансамблей? Решение задач такого рода несовместимо с редукционистскими представлениями о субстрате мозговых процессов.

Литература

- Дьяконова Т.Л. Нейрохимические механизмы регуляции пачечной активности в изолированных эндогенных осцилляторах улитки: роль моноаминов и опиоидных пептидов. // *Нейрофизиология*. 1991. Т. 23. № 4. С. 472–480.
- Дьяконова В.Е., Крушинский А.Л., Щербакова Т.Д. Эволюционные и нейрохимические предпосылки влияния двигательной активности на когнитивные функции // *Когнитивная наука в Москве: новые исследования*. М.: Буки-Веди, 2013. С. 113–117.
- Кун Т. Структура научных революций. М.: 1975.
- Сахаров Д.А. Биология мозга накануне смены парадигм // *Когнитивная наука в Москве: новые исследования*. М.: Буки-Веди, 2011. С. 220–224.
- Сахаров Д.А. Биологический субстрат генерации поведенческих актов // *Журнал общей биологии*. 2012. Т. 73. № 5. С. 334–348.
- Сахаров Д.А. «Cognitive pattern generators»: от идеи к исследованию. Лекция на 6 Международной конференции по когнитивной науке. 2014. Retrieved from <http://www.youtube.com/watch?v=YJyJ4jUCzy4>.
- Bargmann C.I. Beyond the connectome: how neuromodulators shape neural circuits // *Bioessays*. 2012. Vol. 34. No. 6. P. 458–465.
- Clower W.T. The transition from animal spirits to animal electricity: a neuroscience paradigm shift // *Journal of the History of the Neurosciences*. 1998. Vol. 7. No. 3. P. 201–218.
- Graybiel A.M. The basal ganglia and cognitive pattern generators // *Schizophrenia bulletin*. 1997. Vol. 23. No. 3. P. 459–469.
- Kopell N.J., Gritton H.J., Whittington M.A., Kramer M.A. Beyond the connectome: the dynamome // *Neuron*. 2014. Vol. 83. No. 6. P. 1319–1328.

Miller G.A. The cognitive revolution: a historical perspective // Trends in cognitive sciences. 2003. Vol. 7. No. 3. P. 141–144.

Moroz L.L., Edwards J.R., Puthanveetil S.V., Kohn A.B., Ha T., Heyland A., Knudsen B., Sahni A., Yu F., Liu L., others. Neuronal transcriptome of Aplysia: neuronal compartments and circuitry // Cell. 2006. Vol. 127. No. 7. P. 1453–1467.

The Neuronal Basis of Brain Functions: Connectome vs. *Transcriptome*

Sakharov D.A.

dant1930@gmail.com

RAS Institute of Developmental Biology, Moscow, Russia

Abstract. Experimental findings on neurons and neuronal ensembles challenge the popular view of the brain as an electrical device. According to the alternative view shared by the author, the cellular heterogeneity of the nervous tissue and, further, the diversity of chemical mechanisms of communication between neurons are essential for brain functioning. It has been demonstrated in this lab that a single nerve cell responds to a mixture of two neurotransmitter substances in an emergent manner. Based on this and similar observations, we hypothesize that the chemical diversity of neurons underlies a wide range of emergent phenomena, thus improving brain capacities and capabilities.

Keywords: signal molecules, emergent property, neuron phenotypes, neuroethology

РАЗРАБОТКА И АПРОБАЦИЯ ЛЕКСИКО-СЕМАНТИЧЕСКОГО ТЕСТА НА ПОНИМАНИЕ ДЕЙСТВИЙ И ОБЪЕКТОВ: ДАННЫЕ НОРМЫ И ИСПЫТУЕМЫХ С АФАЗИЕЙ⁴⁵

Солоухина О.А. *(1), Иванова М.В. (1), Акинина Ю.С. (1), Ахутина Т.В. (2), Драгой О.В. (1)

osoloukhina@gmail.com

1 — Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; 2 — Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Аннотация. В настоящий момент существует огромная потребность в современном русскоязычном стандартизированном тесте для оценки речевой деятельности при афазии. Нашей группой ведется работа по созданию Русского афазиологического теста (РАТ). В рамках данной работы с учетом современных моделей языковой обработки и принципов психометрии разрабатывались субтесты на понимание отдельных слов: объектов и действий. В задании необходимо было сопоставить услышанное слово с одним из четырех рисунков. Субтесты были пронормированы на людях с афазией и контрольной группе, что позволило отобрать по 30 итоговых диагностических проб. В результате работы были созданы психолингвистически обоснованные и пронормированные субтесты для оценки понимания объектов и действий, которые сопоставимы между собой.

Ключевые слова: афазия, лексико-семантическое понимание, понимание действий, понимание объектов, стандартизированный тест

Введение

Люди с афазией (речевыми нарушениями вследствие очаговых поражений головного мозга) могут испытывать трудности при порождении собственных высказываний и в понимании обращенной речи, в частности в понимании смысла отдельных слов. Для верной постановки диагноза и эффективной терапии необходимо верно оценить речевые трудности пациента и выявить механизмы нарушения.

На английском языке существует множество стандартизированных речевых тестов, но у большинства из них есть свои недостатки: небольшая нормативная выборка, отсутствие данных стандартизации на клинической группе (Howard, Swinburn, Porter, 2010). Отсутствие психометрических данных о валидности и надежности задания ставит под сомнение качество используемого стимульного материала и сами

⁴⁵ Исследование осуществлено при поддержке РГНФ (грант №14-04-00596).

критерии оценки, что сильно осложняет интерпретацию результатов теста. Для оценки речевых нарушений на русском языке чаще всего используется Методика оценки речи при афазии Л.С. Цветковой, Т.В. Ахутиной, Н.М. Пылаевой (1981). В целом, несмотря на преимущества, в тесте помимо ранговых номеров по частоте употребления, длины слова и звуковой сложности не учитываются другие значимые психолингвистические переменные; часть используемого визуального стимульного материала является устаревшей. Исходно методика также была нормирована на ограниченной выборке. В отношении субтеста на понимание отдельных слов основным недостатком является то, что трудности звукового и семантического анализа тестируются отдельно, а не одновременно, поэтому бывает проблематично определить, какой дефицит преобладает у испытуемого. Также в методике одновременно с пониманием отдельных слов оценивается объем кратковременной памяти, что затрудняет однозначную интерпретацию результатов. Другая методика оценки речи на русском языке (Bilingual Aphasia Test, Russian version) вообще не является нормированной и содержит плохо подобранный с лингвистической точки зрения стимульный материал. Таким образом, в настоящий момент существует потребность в современном русскоязычном стандартизированном речевом тесте, и в частности в субтесте для оценки понимания отдельных слов.

Нашей группой в настоящий момент ведется работа по созданию Русского афазиологического теста (РАТ). Данный тест, разработанный с учетом современных моделей языковой обработки и принципов психометрии, содержит задания, позволяющие оценить как порождение, так и понимание речи. Он позволяет оценивать разные языковые уровни: фонетический, лексический, семантический, синтаксический и дискурсивный — и определить, на каком этапе речевой обработки происходит нарушение. Часть, оценивающая понимание речи, включает следующие задания: слуховая дифференциация звучащих фонем, лексическое решение, понимание отдельных слов, понимание синтаксических конструкций, понимание дискурса на слух. Для определения нарушений в порождении речи используются задания на повторение, устное порождение отдельных слов по рисунку, составление и заканчивание предложений, порождение спонтанного дискурса.

В **задачи** текущего исследования входили разработка принципов субтестов на понимание отдельных слов, создание и отбор стимульного материала для данных субтестов, нормирование теста на испытуемых без речевых, когнитивных и неврологических нарушений и испытуемых с афазией, на основании данных нормирования — выбор наилучших проб для включения в общую батарею теста.

Испытуемые

В текущем исследовании тестовый материал был апробирован на людях без речевых патологий (30 человек) и испытуемых с разными видами афазии (30 человек прошли субтест на понимание объектов и 45 — действий). Средний возраст испытуемых группы нормы 44.2 года, среди них 13 мужчин. Среди испытуемых с афазией 18 женщин и 27 мужчин; средний возраст 45.4 лет; средняя давность заболевания 28 месяцев. У испытуемых наблюдались следующие виды афазии: динамическая, эфферентная моторная, афферентная моторная, комплексная моторная, акустико-мнестическая, сенсорная, амнестическая. Между испытуемыми с речевыми нарушениями и без них не было значимых различий по возрасту.

Метод

Для оценки понимания слов было выбрано задание, в котором необходимо было сопоставить услышанное слово с одним из четырех рисунков. Данное задание считается оптимальным для оценки понимания отдельных слов: оно позволяет избежать излишней вариативности ответов, благодаря чему тест становится более стандартизированным; это задание оценивает именно понимание слов, а не слов и предложений, как в случае с соотношением слов и предложений-определений. Кроме того, наличие дистракторов (отвлекающих рисунков) позволяет дифференцировать фонематические и семантические трудности.

Стимульные материалы для субтестов были взяты из баз «Глагол и действие: библиотека стимулов» (Akinina et al., 2014, <http://neuroling.ru/ru/db.htm>) и «Существительное и объект: библиотека стимулов» (<http://www.nounobject.ru>), которые содержат нормированный на российской популяции вербальный и зрительный стимульный материал. Для субтеста на понимание действий было отобрано 197 глаголов по критериям: НА (устойчивость номинации) от 70 % и выше, IA (сходство субъективного образа с рисунком) от 3.5 и выше. Существительные были отобраны по параметрам: НА от 80 % и выше и IA от 4. В создаваемом субтесте также учитывались такие значимые психолингвистические переменные, как частотность слова, представимость, визуальная сложность. К отобранным словам подбирались фонологические дистракторы, отличающиеся от исходных слов на 1–2 фонемы, семантические дистракторы и нерелевантные, которые должны были быть, с одной стороны, не связаны ни семантически, ни фонетически с целевым словом, но при этом выступать в роли семантического дистрактора к звуковому дистрактору (для предотвращения использования испытуемым определенной стратегии при выборе ответов). При этом проверялось, чтобы фонологические дистракторы не являлись одновременно и семантическими, и наоборот. Также было проконтролировано отсутствие каждого дистрак-

тора в номинациях целевого слова, и наоборот. Далее, если разница между частотностью целевого слова и каждого дистрактора для каждой пробы была больше ста, и одно из слов имело частотность ниже 100, то набор исключался. Таким образом, было получено 67 проб в субтесте на понимание объектов и 66 проб в субтесте на понимание действий. Стимульный материал был оформлен в презентации Power Point, где на каждом слайде в углах экрана располагалось 4 рисунка в псевдорандомизированном порядке. Экзаменатор одновременно с предъявлением слайдов зачитывал целевое слово и фиксировал ответ испытуемого.

Результаты

Результаты выполнения субтестов на понимание действий и объектов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Среднее значение и стандартное отклонение для разных ответов в субтестах на понимание существительных и глаголов, %

		Правильные ответы	Фонологиче- ская ошибка	Семантиче- ская ошибка	Нерелевант- ная ошибка
Глаголы	Группа нормы	99 (0.9)	0.1 (0.4)	0.4 (0.8)	0.05 (0)
	Группа людей с афазией	86 (12)	2.5 (4)	9 (7)	1.8 (3)
Суще- ствите- льные	Группа нормы	100 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
	Группа людей с афазией	92 (13)	2.5 (4)	5 (7)	0.75 (3)

По результатам тестирования группа нормы справилась с заданием на понимание отдельных слов значительно лучше испытуемых с языковыми нарушениями (понимание объектов $t = -3.48$, $p = .001$; понимание действий $t = -5.86$, $p < 0.001$). Как для испытуемых с афазией, так и для группы нормы тест на понимание действий оказался сложнее (для группы с афазией $t = -2.3$, $p = .024$; для группы без языковых нарушений $t = -13.6$, $p < .001$).

Далее для создания сокращенного набора были исключены пробы, в которых не ошибались испытуемые с афазией и ошибалось два и более человека группы нормы. После этого был проведен корреляционный анализ, в котором вычислялась сложность и степень дискриминации (*corrected item-total correlation*) — показатель того, насколько данная проба оценивает то же, что и весь субтест. Вначале исключались пробы, у

которых этот показатель был меньше чем 0.1, после чего анализ повторялся и исключались наборы с *corrected item-total correlation* меньше 0.2. В результате осталось 39 из 67 проб в субтесте на объекты и 48 из 66 проб в субтесте на понимание действий. Далее стимулы были сбалансированы по психолингвистическим показателям (устойчивость номинации, субъективная и объективная сложность, знакомство с действием или объектом, возраст усвоения, представимость, сходство образа с рисунком, частотность и длина) так, чтобы по этим параметрам не было значимых различий между целевыми словами в существительных и глаголах. Так был составлен конечный набор диагностических проб, в который вошло по 30 проб для обоих субтестов. Примечательно, что при сравнении результатов выполнения этих 30 сбалансированных проб для группы с языковыми нарушениями различия между глаголами и существительными сохранились ($t = 11.48, p < .001.$)

Обсуждение

Значимость в различии выполнения заданий группами нормы и людей с афазией показывает, что субтесты отражают нарушения в понимании отдельных слов и могут быть использованы для оценки языковых нарушений у людей с афазией. Наборы, в которых ошиблись испытуемые с афазией, являются чувствительными к нарушению понимания глаголов и существительных и помогают выявить семантические и фонологические нарушения в зависимости от профиля совершаемых ошибок. Пробы, в которых делали ошибки люди без языковых нарушений, не могут быть применены для оценки дефицитов испытуемых с афазией, поскольку они вызывают затруднения даже у здоровых людей, и ошибки в этих пробах у людей с афазией могут возникать не вследствие языковых нарушений, а из-за подбора материала в тесте.

Тест на понимание действий для обеих групп оказался сложнее для выполнения, чем тест на объекты; более того, это различие сохранилось для испытуемых с афазией при анализе 30 финальных уравненных проб. Скорее всего, это объясняется тем, что глаголы являются более сложной лингвистической единицей: или из-за того, что они формируют предложение (Druks, 2002), или, возможно, вследствие их более сложной структурной информации, в частности, свойства и количества аргументов, которые также должны быть отражены в синтаксической структуре предложения (Carra, Perani, 2003). Между пациентами с разными видами афазии выраженных различий в выполнении проб обнаружено не было.

Таким образом, в результате работы были созданы психолингвистически обоснованные и пронормированные субтесты для оценки понимания объектов и действий, которые сопоставимы между собой. Апробация позволила сузить тест, исключив недиагностичные пробы. Финальный

набор проб был запрограммирован на планшете, что позволяет сделать проведение теста более стандартизированным, а также упростит распространение теста в дальнейшем. Окончательный набор проб в дальнейшем будет апробирован на большой группе испытуемых (100 человек с речевыми нарушениями и без).

Литература

Цветкова Л.С., Ахутина Т.В., Пылаева Н.М. Методика оценки речи при афазии. М.: Изд-во МГУ, 1981.

Akinina Y., Malyutina S., Ivanova M., Iskra E., Mannova E., Dragoy O. Russian normative data for 375 action pictures and verbs // *Behavior Research Methods*. 2014. P. 1–17. doi: 10.3758/s13428-014-0492-9

Cappa S.F., Perani D. The neural correlates of noun and verb processing // *Journal of Neurolinguistics*. 2003. Vol. 16. No. 2. P. 183–189.

Druks J. Verbs and nouns – a review of the literature // *Journal of Neurolinguistics*. 2002. Vol. 15. No. 3. P. 289–315.

Howard D., Swinburn K., Porter G. Putting the CAT out: What the Comprehensive Aphasia Test has to offer // *Aphasiology*. 2010. Vol. 24. No. 1. P. 56–74.

Development and Standardization of a Psycholinguistic Test for Action And Object Comprehension: Data from Individuals with and Without Aphasia

Soloukhina O.A. (1), Ivanova M.V. (1), Akinina Y.S. (1), Akhutina T.V. (2), Dragoy O.V. (1)

osoloukhina@gmail.com

1 — National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; 2 — Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. There is a great need for modern neuropsychological standardized tests for language assessment in aphasia in Russian. Our group is working on the development of the Russian Aphasia Test (RAT). Here we provide data on the standardization of the subtests for single-word comprehension of actions and objects. The task for both subtests was a word-picture matching task. The subtests were normed on people with aphasia and a control group. This resulted in the final set of 30 diagnostic trails for actions and objects matched on relevant psychometric properties that will be included in the final version of the RAT.

Keywords: aphasia, lexical-semantic comprehension, action comprehension, object comprehension, standardized assessment

ВЛИЯНИЕ ПЕРИНАТАЛЬНОГО ПОРАЖЕНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НЕГРУБОГО ХАРАКТЕРА НА РАЗВИТИЕ КОГНИТИВНОЙ СФЕРЫ

Султанова А.С. *, Иванова И.А. *

alfiya_sultanova@mail.ru, irina_a_ivanova@mail.ru

Институт психолого-педагогических проблем детства Российской академии образования

Аннотация. Одной из возможных причин количественных и качественных изменений когнитивной сферы современного человека является искажение познавательного развития на ранних этапах онтогенеза, в т.ч. вследствие перинатального поражения нервной системы (ППНС). Исследование когнитивного развития детей дошкольного возраста с негрубым ППНС в анамнезе показало наличие статистически достоверных различий по сравнению с контрольной группой. У этих детей выражены нейродинамические дисфункции, недостаточность произвольной регуляции деятельности, снижены показатели слухоречевой памяти, зрительного и тактильного гнозиса, речевых процессов, произвольного внимания, мышления. Без создания специальных коррекционно-развивающих программ, с учетом масштабов распространения ППНС, можно представить гипотетическую модель когнитивной сферы «человека будущего»: с фрагментарным восприятием, конфабуляторными припоминаниями, алогичным мышлением, невысоким уровнем интеллекта.

Ключевые слова: перинатальная патология нервной системы, ППНС, когнитивная сфера, развитие, дети

Когнитивная сфера современного человека претерпевает ряд как качественных, так и количественных изменений. Эти изменения касаются и взрослой части населения, и детей. Исследования, проведенные в Российской академии образования, Институте психологии РАН и в других научных учреждениях, показали, что с 2005 по 2009 гг. резко снизилось когнитивное развитие детей и подростков. Согласно данным этих исследований, у детей дошкольного возраста уровень развития некоторых видов мышления снизился с «хорошего» до «крайне слабого»; в подростковом возрасте регистрируются ухудшение избирательного внимания, уменьшение объема рабочей памяти, регрессивные изменения в мозговом обеспечении познавательной деятельности (Фельдштейн, 2010). С нашей точки зрения, эти изменения имеют двойную обусловленность: во-первых, внешними факторами — изменениями социально-психологической сферы жизнедеятельности детей и подростков, во-вторых, внутренними факторами, в т.ч. связанными с состоянием здоровья нервной системы. Социальные факторы рассматривались нами в другом исследовании (Sultanova,

Ivanova, 2010); в данной работе мы остановимся на анализе некоторых внутренних факторов.

По нашему мнению, одна из возможных причин указанной выше трансформации когнитивной сферы — искажение познавательного развития на ранних этапах онтогенеза, в т.ч. вследствие перинатального поражения нервной системы — ППНС (отметим, что в настоящее время под перинатальным периодом понимается период беременности, родов и первой недели жизни новорожденного). Данное явление в нашей стране за последние десятилетия приобрело массовый характер. В медицинской литературе имеются довольно противоречивые данные о распространенности ППНС; по данным различных авторов, распространенность перинатального поражения нервной системы у детей составляет от 45 до 80 % (Барашнев, 2001; Володин и др., 2001; Шабалов, Цвелева, 2002 и др.). Согласно данным Минздравсоцразвития России, количество нормальных родов не превышает 36.8 % (Голикова, 2010), таким образом, распространенность ППНС не может быть ниже 63.2 %. Вследствие этого перед нами стоит актуальная задача проанализировать влияние ППНС на психический онтогенез, включая развитие когнитивной сферы ребенка. При этом необходимо остановиться на ППНС легкой степени тяжести, так как более грубые перинатальные поражения, как правило, приводят к существенным нарушениям онтогенеза (детский церебральный паралич, эпилепсия, умственная отсталость и пр.) и должны анализироваться отдельно.

Представляемое исследование было предпринято с целью анализа когнитивного развития детей с негрубой перинатальной патологией ЦНС в анамнезе. Было исследовано 92 ребенка в возрасте 5–6 лет. Испытуемые были разделены на 2 группы: 1) дети, имеющие в раннем возрасте диагноз «перинатальная энцефалопатия», дальнейшим исходом которого было выздоровление, и в настоящее время считающиеся здоровыми (52 чел.); 2) контрольная группа — здоровые дети без отклонений в развитии и без указаний на патологию беременности и родов в анамнезе (40 чел.). При проведении диагностики ребенка исследователь не знал, к какой из двух групп относится ребенок; анализ данных анамнеза производился в конце исследования. Использовались следующие методы: специально разработанные анкеты родителей и воспитателей детского сада для выявления особенностей развития ребенка; исследование зрительного, слухового и тактильного гнозиса, слухоречевой и зрительной памяти с помощью нейропсихологических проб; корректурная проба, кубики Коса, составление рассказа по сюжетной картинке и другие когнитивные тесты. Выполнение ряда проб оценивалось по стандартной для нейропсихологической диагностики балловой системе от 0 до 3 баллов, где 0 баллов — безупречное выполнение задания, 3 балла — грубая

степень выраженности дефекта (ребенок не справляется с заданием даже после подсказки).

Результаты исследования показали, что в когнитивном развитии детей 1 группы имеются статистически достоверные отличия от контрольной группы. Прежде всего это касается частоты встречаемости и выраженности нейродинамических расстройств. Нейродинамические нарушения в виде инертности, снижения работоспособности, искажения темпа деятельности, долгого «периода вработываемости» отмечались в той или иной степени у всех детей 1 группы. Можно предположить, что нейродинамические особенности, снижающие продуктивность психической деятельности, напрямую связаны с наличием перинатального поражения ЦНС, так как внутриутробный период развития особенно важен для созревания субкортикальных структур, обеспечивающих активацию головного мозга. Функциональная недостаточность диэнцефально-стволовых структур мозга отмечалась и медицинскими работниками при анализе данных электроэнцефалограмм этих детей. Другой особенностью детей с ППНС в анамнезе является недостаточность произвольной регуляции — целенаправленного, программирования и контроля. В процессе исследования эти дети часто не удерживали инструкцию, действовали импульсивно, «соскальзывали» в игру. Недостаточность произвольного контроля отразилась на ухудшении качества выполнения гностических проб, на снижении показателей внимания, памяти, речевых процессов.

Анализ развития отдельных когнитивных функций также выявил ряд особенностей, характерных для детей с ППНС. Статистически значимые результаты ($p \leq .05$, критерий Манна-Уитни) были получены при исследовании слухоречевой памяти, зрительного и тактильного гнозиса, речевых процессов, произвольного внимания, мышления.

Слухоречевая память исследовалась с помощью метода заучивания шести не связанных по смыслу слов, разделенных на две группы, и пересказа услышанного рассказа. Достоверные различия были выявлены только при анализе результатов первого метода. Детям с последствиями ППНС требовалось для запоминания больше предъявлений материала (в среднем — 5), чем детям контрольной группы (в среднем — 2.5), в 30 % случаев полного заучивания материала у них не произошло. Наибольшие трудности эти дети испытывали при повторе первой серии слов после заучивания второй, то есть имело место усиление ретроактивного торможения в условиях гомогенной интерференции. Также чаще, чем в контрольной группе, отмечались нарушение избирательности памяти, замены слов по семантическому или акустическому сходству, персеверации ошибок, повтор уже воспроизведенных слов. Средние показатели отсроченного воспроизведения различаются: в 1 группе — 4.3, в контрольной

группе — 5.6. Довольно низкие результаты, которые продемонстрировали дети с ППНС при исследовании слухоречевой памяти, связаны и с недостаточностью произвольного контроля, произвольного внимания. Детям в большей степени было сложно воспроизведение материала, а сама процедура исследования: они быстро отвлекались, уставали, в ряде случаев теряли цель (запомнить слова). Таким образом, для большинства детей с ППНС характерно некоторое снижение объема слухоречевой памяти под влиянием двух механизмов: вследствие чрезмерной чувствительности следов памяти к действию гомогенной интерференции и вследствие снижения фактора произвольности.

У детей 1 группы отмечалась недостаточность зрительного гнозиса: тенденция к фрагментарности восприятия, трудности анализа и синтеза зрительной информации, существенная недостаточность оптико-пространственного гнозиса (допускались грубые метрические, топологические, координатные ошибки). Средний балл по результатам проб на зрительный гнозис в 1 группе — 1.8, в контрольной — 0.3 (различия статистически значимы). При этом объем зрительной памяти у этих детей отличался от данных контрольной группы незначительно. Существенные различия между группами были выявлены при исследовании тактильных функций. Так, дети 1 группы допускали промахи (до 4 см) в пробе на локализацию прикосновения почти в 10 раз чаще, чем дети контрольной группы. В среднем дети 1 группы при исследовании тактильного гнозиса набрали 1.9 балла, 2 группы — 0.2 балла (различия достоверны). Наиболее сохранным у детей с ППНС оказался слуховой гнозис; средний балловый показатель по соответствующим пробам — 0.5 в первой группе и 0.33 во второй (различия статистически незначимы).

Существенно различались показатели внимания в группах детей. В тесте Бурдона средний коэффициент концентрации внимания в 1 группе составил 1.8, в контрольной группе — 12.5 (различия статистически значимы). Эти показатели связаны в основном с нарастанием количества ошибок в процессе выполнения пробы, с невысокой устойчивостью внимания у детей с последствиями ППНС. Опрос воспитателей и родителей показал, что эти дети могут долго концентрировать внимание, если они занимаются привлекательной для них деятельностью — например, играют в компьютерные игры. Если же от ребенка требуется выполнение нежеланной для него деятельности, заданной извне, его внимание снижается, работоспособность резко падает.

Определенные закономерности были выявлены при анализе речевого развития детей. Достоверные различия были получены при исследовании следующих факторов. 1) Фонематический слух: 60 % детей основной группы и 25 % детей контрольной группы не справились полностью с те-

стом на анализ фонематического слуха. Средний балловый показатель по соответствующим пробам — 1.9 в первой группе и 1.3 во второй (различия статистически значимы). У детей с последствиями ППНС недостаточность фонематического слуха приводила иногда к неправильному пониманию слов и текста (например, вместо слова «полковник» ребенок слышал «покойник»). 2) Понимание и употребление сложных логико-грамматических конструкций (сравнительных оборотов, предложных форм и т.д.): средний балловый показатель — 2.3 в первой группе и 0.9 во второй (различия статистически значимы). Для большинства детей с ППНС были характерны трудности, связанные с согласованием рода и падежей в предложении, пониманием логико-грамматических конструкций и их соотношением с изображением. 3) Трудности номинации (называния) наблюдались у 52 % детей основной группы и 15 % детей контрольной группы, выраженность в баллах — 1.2 и 0.5 соответственно (различия статистически значимы). 4) Ошибки при построении развернутого высказывания: эта особенность проявлялась достаточно сильно у 70 % детей основной группы. Речь этих детей часто состояла лишь из коротких предложений, односложных ответов на вопросы. Средний балловый показатель по соответствующим пробам — 2.4 в первой группе и 0.75 во второй (различия статистически значимы).

Снижение слухоречевой памяти, речевых функций, произвольного контроля создают предпосылки для ухудшения показателей развития вербально-логического мышления. Дети 1 группы часто плохо справлялись с составлением рассказа по картинке, с ответом на вопросы, выявляющие общий уровень знаний, только вследствие трудностей сосредоточения внимания (отвлекались на побочные ассоциации, не замечали важных деталей на картинке и пр.) или трудностей построения высказывания, развернутого повествовательного изложения сюжета. Средние показатели выполнения проб на развитие мышления в 1 и 2 группах: наглядно-образного — 1.6 и 0.65 балла, вербально-логического — 2.6 и 1.2 балла (различия значимы). Показатели наглядно-образного мышления были снижены как из-за дефицита произвольного контроля, так и вследствие недостаточности пространственного фактора.

В целом проведенное исследование показало, что развитие когнитивной сферы детей с последствиями перинатальных поражений ЦНС даже при благоприятном исходе отличается от нормативных показателей. Без специальных коррекционных мероприятий эти различия с течением времени, вероятно, будут усугубляться. Можно предположить, какая картина будет наблюдаться в дальнейшем — в подростковом, юношеском, взрослом возрасте. С учетом масштабов распространения ППНС допустимо гипотетически представить типичную модель когнитивной сферы «чело-

века будущего»: с фрагментарным восприятием, конфабуляторными припоминаниями, плохой вербализацией своих мыслей, с искажением когнитивных схем, алогичным мышлением, невысоким уровнем интеллекта. Этого можно избежать при правильной организации образовательного процесса и создании соответствующих коррекционно-развивающих программ.

Литература

- Барашинев Ю.* Перинатальная неврология. М.: Триада-Х, 2001.
- Володин Н., Медведев М., Рогаткин С.* Перинатальная энцефалопатия и ее последствия — дискуссионные вопросы семиотики, ранней диагностики и терапии // Рос. педиатр. журн. 2001. № 1. С. 4–8.
- Голикова Т.* О выполнении в 2007–2009 годах мероприятий плана реализации Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года, направленных на улучшение состояния здоровья женщин, детей и подростков // Тезисы выступления на заседании Совета при Президенте РФ по реализации приоритетных национальных проектов и демографической политике; 19 января 2010 г. 2010. Retrieved from <http://www.minzdravsoc.ru/health/prior/52>.
- Фельдштейн Д.* Приоритетные направления психолого-педагогических исследований в условиях значимых изменений ребенка и ситуации его развития. Доклад на выездном заседании Президиума РАО в Нижнем Новгороде 19-20 апреля 2010 г. Москва-Воронеж: МПСИ, Модэк, 2010.
- Шабалов Н., Цвелева Ю.* Основы перинатологии. М.: Медпресс-информ, 2002.
- Sultanova A., Ivanova I.* The Features of a Social Situation of Development of Children under Modern Russian Conditions // International Symposium Situating Childhood & Child Development: Socio-cultural Approaches and Educational Interventions. Potsdam: April 9-10, 2010. Potsdam: Department for Teacher Training University of Potsdam & International Society for Cultural and Activity Research (ISCAR), 2010. P. 26–27.

Influence of Mild Perinatal Pathology of the Nervous System on Cognitive Development

Sultanova A.S. *, Ivanova I.A. *

alfiya_sultanova@mail.ru, irina_a_ivanova@mail.ru

Institution of the Russian Academy of Education Institute for psychological and pedagogical problems of childhood, Moscow, Russia

Abstract. A distortion of cognitive development in the early stages of ontogenesis, including that which results from perinatal pathology of the nervous system (PPNS), is one possible cause of the changes in cognition of modern man. This study of the cognitive development of preschool children with mild PPNS in their anamnesis showed statistically significant differences compared to the control group. These children have neurodynamic dysfunction, and reduced executive functions, verbal memory, visual and tactile gnosis, speech processes, voluntary attention and thinking. We imagine a hypothetical model of the cognitive sphere of “the man of the future”: fragmentary perception, illogical thinking and a low level of intelligence.

Keywords: perinatal pathology of nervous system, PPNS, cognitive sphere, development, children

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ SAVE-ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Сушинская-Тетерева А.О. *, Меньшикова Г.Я., Пестун М.В.

alina.tao@mail.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Аннотация. Результаты показали, что при негативных эмоциональных состояниях, возникающих под воздействием пугающих звуков, воспринимаемые размеры комнат уменьшаются, а при положительных эмоциональных состояниях — не меняются. Выяснилось, что участники, выбирающие стратегию осмотра пройденного пути, чаще отображали карты-схемы, что говорит о влиянии данной стратегии на более эффективное формирование структуры пространственной памяти. Были выявлены половые различия, проявляющиеся в том, что женщины, выбирая стратегию беглого осмотра при прохождении лабиринта, чаще рисуют упрощенные карты-пути; напротив, мужчины, выбирая стратегию более тщательного осмотра, воспроизводят пространство лабиринта при помощи более адекватных карт-схем.

Ключевые слова: когнитивные карты, ментальные репрезентации, пространственные представления, взаимодействие эмоций и когнитивных процессов, виртуальная реальность

Когнитивные карты пространства (КК) — это субъективное представление о пространственной организации внешнего мира, о пространственных отношениях между объектами, об их положении в среде (Величковский, 2006).

Когнитивные карты играют важную роль в организации восприятия, участвуют в воображении, представляют собой иерархическую структуру (Найссер, 1981); имеют вид коллажа, состоящего из наложенных друг на друга элементов с метрической, координационной, функциональной информацией, карты вложены одна в другую (Tversky, 1993); могут иметь третье измерение, искажаются для успешности деятельности (Величковский и др., 1986); могут представляться в виде коридора, пути или в виде схем, вида сверху, и кодируются, исходя либо из положения своего тела (эгоцентрические), либо из положений других предметов относительно друг друга (аллоцентрические) (Burgess, 2006).

Как и любой другой когнитивный процесс, когнитивные карты подвержены воздействию аффективных процессов, но работ на эту тему крайне мало. В российской психологии существуют работы, показавшие, как

эмоциональное отношение к объекту может искажать ментальные представления о пространстве. Так в работах И.В. Блинниковой и М.С. Капицы (Блинникова и др., 2000) на примере экологически опасного объекта показано, что расстояния до него увеличиваются; также расстояния увеличиваются до «неприятных кабинетов» в представлениях школьников о школьных этажах (Городечная, Блинникова, 2000). Но здесь рассматриваются эмоциональные отношения в уже готовых КК, а не в процессе их формирования.

Целью нашего исследования было выявить, как аффективные (эмоциональные) состояния влияют на восприятие и построение КК пространства, и разработать метод для тестирования влияния аффективных факторов на процесс построения когнитивных карт пространства.

Согласно нашей **гипотезе**, аффективные состояния могут оказывать влияние на процесс формирования КК, что проявляется в искажениях метрики той части пространства, прохождение которой сопровождалось переживанием негативных эмоциональных состояний.

Новизна нашего подхода заключается в том, что мы используем современные виртуальные технологии и не изучаем уже сформированное эмоциональное отношение к объекту, а формируем его сами.

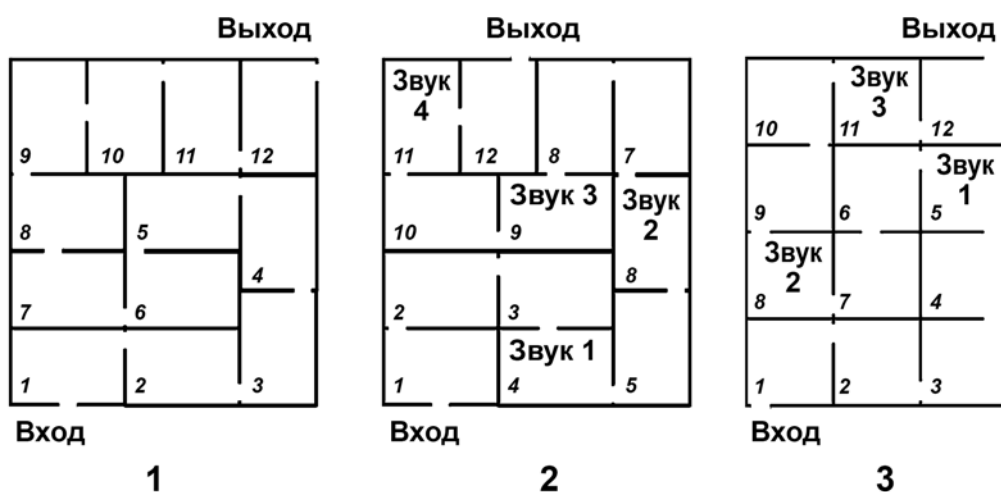


Рисунок 1. Схемы созданных лабиринтов

Стимуляция. Для исследования КК с помощью лабиринта разработано программное приложение, представляющее собой два отдельных виртуальных лабиринта, каждый из которых состоит из 12 прямоугольных комнат одинакового размера со стенами одинаковой структуры, соединенных между собой 11 дверными проемами. Лабиринты различаются между собой расположением дверей и, соответственно, схемой прохождения. В комнатах отсутствуют какие-либо ориентиры. Лабиринт № 1 не содержит дополнительной стимуляции, лабиринт № 2 имеет дополнительную стимуляцию в комнатах № 4, № 6, № 9, № 11 в виде

резких пугающих звуков: «вой привидения», «звериный рев», «женский крик» и «сигнал тревоги». Звуки активируются при входе в комнату, длятся около 10 с, имеют громкость около 90 дБ. Во втором эксперименте пугающие звуки были заменены на позитивные: «шум воды», «пение соловья», «мурчание кота», «шум сверчков» — аналогичной длительности и уровня громкости. Для третьего эксперимента был дополнительно создан лабиринт из 12 квадратных комнат одинакового размера и 11 дверных проемов, также без каких-либо ориентиров, с идентичным дизайном стен; дополнительная стимуляция — в виде звуков в комнатах № 5, 8, 11 с соответственной последовательностью «сигнал тревоги», «звериный рев», «женский крик».

Аппаратура. Виртуальные лабиринты предъявляются при помощи CAVE-системы Varco Ispace 4, которая состоит из четырех больших плоских экранов, представляющих три стены и пол. Программное приложение написано в среде VirTools 4.0.

Для тестирования карты-обозрения лабиринтов был задан специальный конструктор на основе автофигур в программе Microsoft Office Power Point 2010, который позволяет, используя набор символов комнат (прямоугольники) и дверей (маленькие прямоугольники с заливкой), располагать их на плоскости монитора и изменять по величине в соответствии с ментальными репрезентациями пространства лабиринтов.

Для анализа стратегии прохождения лабиринтов была использована программа The Observer XT 12.0, позволяющая вести точные наблюдения по видеозаписям или онлайн с фиксированием заданных событий и возможностью их статистического подсчета.

Процедура. Исследование включает в себя 3 эксперимента. Эксперимент № 1 состоит из 2 частей: прохода по «тихому» лабиринту № 1 единожды от начала до конца без звука, с построением КК пространства на Интерфейс-конструкторе по окончании прохождения; прохода лабиринта № 2 единожды от начала до конца с неожиданным включением пугающих сигналов, и такое же воспроизведение КК пространства на конструкторе. Испытуемого просят пройти лабиринт один раз, не возвращаясь, и запомнить размеры и расположение комнат, чтобы потом их нарисовать. При этом велась видеофиксация прохождения.

Эксперимент № 2 выглядел аналогично, за исключением замены негативных звуков на позитивные. В дополнение, после всего, испытуемым давались на заполнение тест включенных фигур Готтшальдта (на ползависимость) и субтесты № 7 и № 8 из теста структуры интеллекта Амтхауэра (на пространственный интеллект).

В эксперименте № 3 испытуемому требовалось сначала пройти лабиринт № 1, затем его нарисовать, а потом пройти лабиринт № 3 с квадратными комнатами и пугающими звуками и нарисовать его.

Обработка данных. Для оценки изменений когнитивных карт под воздействием эмоциональных состояний были рассчитаны средние площади комнат без звуков и комнат со звуками контрольного лабиринта. Для приведения данных к единой мере по всей выборке испытуемых площади были переведены в процентные показатели от площади первой комнаты-эталона. Статистическая обработка данных производилась в программе SPSS Statistics (версия 14.0) и включала t-тест Стьюдента для парных выборок.

Выборка. В эксперименте № 1 приняли участие 23 испытуемых от 17 до 30 лет с нормальным или скорректированным до нормального зрением и отсутствием нарушений вестибулярного аппарата. В экспериментах № 2 и № 3 – по 14 испытуемых того же возраста.

Результаты исследования

Влияние негативных и позитивных звуков на процесс формирования когнитивных карт пространства. В ходе проведенного эксперимента № 1 с негативными звуками выяснилось, что комнаты без звука, в среднем, имели размер в 81 % от эталона (первой комнаты, заданной в качестве эталона для испытуемых), а средняя площадь комнат со звуком — 71 %. Результаты статистически достоверно различаются: $t(22) = 2.53$, $p = .019$. Стоит отметить, что время пребывания в комнате и общее время прохождения лабиринта не влияло на субъективный эффект уменьшения комнат. При замене звуков на позитивные эффект уменьшения пропал, комнаты достоверно не различались по размеру. В эксперименте № 3, который был ретестом первого, было устранено основное замечание, а именно: что комнаты прямоугольные и имеют разную траекторию прохождения, что будет оказывать большее влияние на субъективные представления о размерах. При анализе размеров комнат эффект субъективного уменьшения комнат с пугающими звуками также присутствует.

Данный факт является подтверждением того, что аффективные процессы влияют на процесс формирования когнитивных карт пространства и вносят искажения в них, а именно негативные эмоциональные состояния способствуют уменьшению размеров комнат, в которых было воздействие. Получается, что от испытанного страха происходит недооценка размеров комнаты. Возможно, это связано с эффектом туннельного зрения, когда зрительное поле резко ограничивается, а также с направленностью внимания только на выход из комнаты в результате ориентировочной реакции.

Особенности отображения когнитивных карт. В отсутствие ограничений и рамок в процессе отображения своих когнитивных карт испытуемые нарисовали широкий спектр вариаций схемы лабиринта.

Изображенные схемы можно распределить по двум основным типам: карты-пути и карты-схемы (рис. 2). 57 % отображают пути, а 43 % — схемы. Карта-путь отображает пройденный путь и некоторое количество комнат, имеет сильные искажения, совсем не похожа на реальный лабиринт, она фактически является эгоцентрической картой, отражающей не очень хорошие пространственные способности. Карта-схема отображает пространственные соотношения и расположения комнат, которые больше похожи на план реального лабиринта; эта карта фактически является аллоцентрической и отражает более высокий уровень развития пространственных навыков.

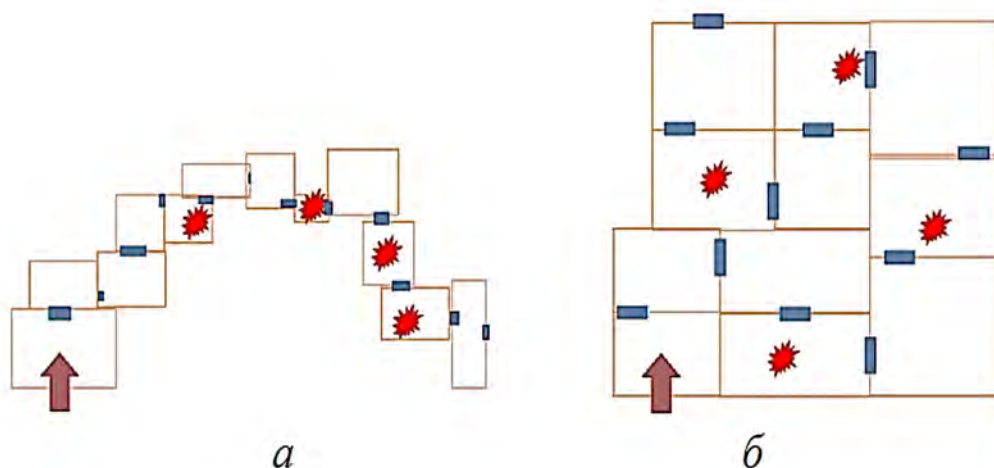


Рисунок 2. Типы когнитивных карт: а – карта-путь, б – карта-схема

Было выяснено, что на тип отображаемой схемы влияет стратегия прохождения: люди либо оглядывались во время прохождения, сопоставляя мысленно пройденный путь, либо нет. Человек, выбравший линейную стратегию, скорее всего, отобразит карту-путь, а выбравший стратегию с оглядыванием — скорее карту-схему ($r(19) = .725, p = .0001$).

Из всех методик, использованных нами, значимый результат при корреляции с типом схемы лабиринта оказался только у показателей пространственного воображения. Чем выше его уровень, тем вероятней будет изображена карта-схема ($r(14) = .711, p = .004$).

Половые различия в отображении когнитивных карт. Выявились четкие различия в типе отображаемых карт между мужчинами и женщинами. 72 % женщин (23 из 32) отобразили карту-путь, а 68 % мужчин (13 из 19) — карту-схему. Помимо этого, имеется также и различие в стратегии прохождения: 80 % женщин (8 из 10) проходят лабиринт по линейной стратегии, а 89 % мужчин (8 из 9) — по стратегии с оглядыванием.

Выводы

- Негативные эмоциональные состояния в большей степени влияют на искажение когнитивных карт пространства, нежели позитивные.

- Негативные эмоциональные состояния приводят к недооценке размеров комнат.
- Выявилось 2 типа отображения когнитивных карт в зависимости от пространственных способностей: карты-пути и карты-схемы.
- На тип отображаемой карты влияют стратегия прохождения лабиринта и уровень пространственного воображения.
- Проявились четкие половые различия в типе отображаемых карт: женщины отображали в основном карты-пути и избирали линейную стратегию, а для мужчин были характерны карты-схемы и стратегия с оборачиванием.

Литература

- Блинникова И., Капица М., Барлас Т.* Функциональные и эмоциональные искажения в пространственных представлениях // Вестник Московского университета. Сер.14. Психология. 2000. № 3.
- Величковский Б.* Когнитивная наука : Основы психологии познания : в 2 т. М.: Смысл : Издательский центр «Академия», 2006.
- Величковский Б.М., Блинникова И. В., Лапин Е.А.* Представление реального и воображаемого пространства // Вопросы психологии. 1986. № 3. С. 103–113.
- Гордечная Н., Блинникова И.* Половые различия в пространственных представлениях и предподчтениях у школьников // Природные и социальные основания интеллектуального развития и деятельности. СПб: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2000.
- Найссер У.* Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии. М.: Прогресс, 1981.
- Burgess N.* Spatial memory: how egocentric and allocentric combine // Trends in Cognitive Sciences. 2006. Vol. 10. No. 12. P. 551–557.
- Tversky B.* Cognitive maps, cognitive collages, and spatial mental models // Spatial Information Theory. A Theoretical Basis for GIS. Berlin: Springer, 1993. С. 14–24.

Peculiarities of space representation formation using CAVE virtual reality technology

Sushinskaia-Tetereva A.O. *, Menshikova G.Ya., Pestun M.V.

alina.tao@mail.ru

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. The results of the current study showed an influence of negative emotions on cognitive map acquisition (CMA): the perceived size of a room was smaller for rooms where fearful sounds were enabled. Positive emotions had no such effect on CMA. Participants who chose the strategy of passing the maze looking around drew a map-scheme. Otherwise, they drew a map-way. Gender differences were revealed in the map type and in the strategy of passing.

Keywords: cognitive maps, mental representations, spatial representations, the interaction of emotions and cognitive processes, virtual reality

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ НАПРАВЛЕННОГО МОДАЛЬНО-СПЕЦИФИЧЕСКОГО ПРЕДВОСХИЩАЮЩЕГО ВНИМАНИЯ: АНАЛИЗ КОГЕРЕНТНОСТИ АЛЬФА-РИТМА В ПРОСТРАНСТВЕ ИСТОЧНИКОВ⁴⁷

Талалай И.В. *, Курганский А.В., Мачинская Р.И.

wtalalay@mail.ru

Институт возрастной физиологии РАО, Москва

Аннотация. У взрослых испытуемых с помощью анализа когерентности альфа-ритма в пространстве источников исследовались функциональные корково-корковые связи при внимании, направляемом стимулом-подсказкой в период, предшествующий решению задач на различение порядка следования зрительных или слуховых стимулов в мономодальной паре. Для обеих модальностей вызванное подсказкой предвосхищение целевого сигнала сопровождалось усилением дистантных фронтально-париетальных и фронтально-окципитальных связей по сравнению с условием мобилизационной готовности. В каудальных зонах степень функционального взаимодействия по альфа-ритму также возрастала для обеих модальностей. При этом усиления темпорально-париетальных и темпорально-фронтальных связей наблюдались только для слуховой модальности. Результаты свидетельствуют в пользу участия альфа-ритма в настройке нейронных сетей на удержание релевантной информации в отсутствие сенсорного притока.

Ключевые слова: Направленное внимание, зрительные и слуховые задачи, когерентность в пространстве источников, альфа-ритм

Введение

В экспериментальных условиях предвосхищающее внимание моделируется с помощью стимулов-подсказок, заранее информирующих испытуемого о значимых параметрах целевых сигналов. Предъявление стимула-подсказки, указывающего на место появления зрительного целевого стимула, способствует повышению скорости и точности реакции выбора (Posner, Fan, 2008), а релевантное предупреждение о модальности целевого сигнала позитивно влияет на различение зрительных и слуховых стимулов (Spence, Driver, 1997). Психологические эксперименты оставляют открытыми ряд важных для когнитивной науки вопросов. Почему обработка сенсорной информации осуществляется более эффективно, если ей предшествует предупреждение о значимых пара-

⁴⁷ Работа поддержана грантом Российского научного фонда, проект № 14-18-037037.

метрах стимула? Происходят ли изменения в обрабатывающих структурах мозга до активации сенсорных входов, и если происходят, то каковы механизмы такой предстимульной селекции? Заглянуть в «черный ящик» можно с помощью различных методов регистрации активности мозга в период между предупреждением и появлением целевых сигналов. Один из методов исследования мозговых механизмов когнитивных процессов состоит в анализе степени статистического сходства ритмической электрической активности нейронных сетей в различных корковых зонах — корково-корковых функциональных связей. В основе этого метода лежат представления о роли ритмической электрической активности мозга в формировании нейрокогнитивных сетей (*neurocognitive networks*), обеспечивающих реализацию определенных когнитивных операций (Bressler, 2008). Формирование нейронных «временных рабочих коллективов» на основе общего ритмического сигнала отражается в увеличении степени функционального взаимодействия различных корковых зон, которое можно выявить с помощью количественных методов анализа электроэнцефалограммы (ЭЭГ).

Цель данной работы состояла в исследовании функциональных корково-корковых связей при модально-специфическом предвосхищающем внимании, направляемом стимулом-подсказкой в период, предшествующий решению задач на различение порядка следования зрительных или слуховых стимулов в мономодальной паре (*temporal order judgment task*).

Методы

В исследовании приняло участие 16 здоровых испытуемых-правшей (8 мужчин и 8 женщин) в возрасте 23 ± 5.7 лет с нормальным или скорректированным до нормального зрением.

Стимулы. Зрительные и слуховые стимулы предъявлялись парами, в которых сигналы одной модальности следовали друг за другом с интервалом в 40 мс. Зрительные стимулы — вытянутые прямоугольники двух оттенков серого (светлого и темного) — появлялись в центре черного экрана под углом 90 градусов друг к другу, длительность предъявления каждого стимула составляла 15 мс. Слуховые стимулы — короткие звуки комфортно-Сй громкости двух разных частот (300 Гц и 3000 Гц) предъявлялись бинаурально, длительность каждого стимула в паре составляла 25 мс. В исследовании использовались также стимулы-подсказки — схематические изображения глаза или уха. Порядок следования целевых стимулов внутри мономодальных пар чередовался псевдослучайным образом.

Экспериментальная процедура. Испытуемый должен был определить, какой из двух зрительных (слуховых) целевых стимулов был предъявлен первым, и нажать как можно быстрее одну из кнопок ответ-

ного устройства. В предварительных экспериментах сенсорные задачи были уравнены по трудности с частотой правильного ответа .6–.8 для обеих модальностей. Каждая экспериментальная проба начиналась с предъявления фиксационного креста в центре экрана. Далее через 1000–1500 мс на 80 мс в центре экрана появлялся стимул-подсказка, после которого с плавающим интервалом 3500–4000 мс предъявлялась пара целевых зрительных или слуховых стимулов. Последовательность зрительных и слуховых задач была псевдослучайной. Количество зрительных и слуховых проб было одинаковым (по 40 предъявлений).

Регистрация и анализ ЭЭГ. ЭЭГ регистрировалась с помощью компьютерной системы EGI (Electrical Geodesics, Inc.) от 128 датчиков с вертексным референтным электродом. Частота оцифровки составляла 250 Гц, частота пропускания сигнала — 0.5–70 Гц. Функциональные корково-корковые связи анализировались по отрезкам ЭЭГ, записанным в течение 1 секунды перед стимулом-подсказкой (мобилизационная готовность) и в течение 2 секунд перед первым целевым стимулом (модально-специфическое направленное внимание) для проб, соответствующих правильным решениям сенсорной задачи. С помощью метода минимальной нормы (MNE, Pascual-Marqui et al., 2011), основанного на решении обратной задачи энцефалографии, вычислялись сигналы в единице объема корковой ткани (вокселе). При этом использовались стандартные координаты сенсоров шлема HydroCel GSN (www.egi.com) и стандартная геометрия черепа и головного мозга с известными координатами в системе Монреальского неврологического института MNI (www.bic.mni.mcgill.ca). Из всего множества сигналов в отдельных вокселях отбирались те, которые соответствовали 12 симметричным областям интереса (ОИ). На основании литературных данных были выбраны следующие ОИ: зрительная проекционная область (V1, BA 17); слуховая проекционная область (A1, BA 41/42), латеральная префронтальная кора (LPFC, BA 9/46), фронтальная глазодвигательная область (FEF, BA 8), латеральная интрапариетальная зона (LIP, латеральная часть внутренней теменной борозды), нижнетеменная кора (IPC, часть поля BA 40). Для локализации ОИ использовались MNI-координаты. Все воксели, расположенные внутри шара с радиусом 10 мм с центром, соответствующим центру ОИ, рассматривались как принадлежащие этой ОИ. Для последующей оценки функциональных связей каждая ОИ была представлена одним характеристическим сигналом (источником). Для пар источников, соответствующих ОИ вычислялись оценки функции когерентности (КОГ) в диапазоне альфа-частот. Для вычисления КОГ использовались коэффициенты векторной авторегрессионной модели 14-го порядка.

Результаты исследования

15 пар областей, составленных из ОИ, были группированы в 5 подмножеств (см. подпись к рис. 1). Дисперсионный анализ КОГ проводился отдельно для каждого подмножества и включал следующие внутригрупповые факторы: УСЛОВИЕ (мобилизационная готовность, зрительное направленное внимание, слуховое направленное внимание), ПОЛУШАРИЕ (левое, правое), ЛОКАЛИЗАЦИЯ (3 пары областей, входящие в данное подмножество). Средние значения величины альфа-КОГ в пяти подмножествах пар областей в трех экспериментальных условиях представлены на рис. 1.

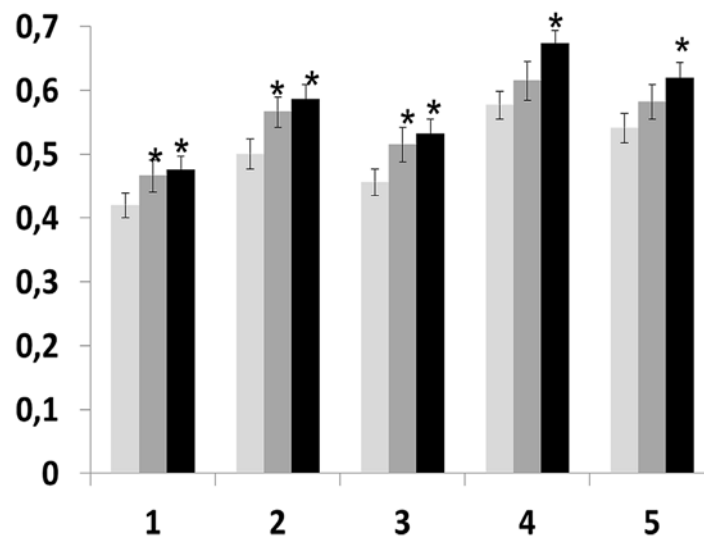


Рисунок 1. Средние значения альфа-КОГ в подмножествах пар областей при мобилизационной готовности (светло-серые столбики), зрительном (темно-серые столбики) и слуховом (черные столбики) предвосхищающем внимании. Индикаторы погрешностей соответствуют величинам ошибки среднего (SEM). * Различия значимы ($p < .05$) с учетом поправки Бонферрони. Подмножества пар областей: 1 — (LPFC – V1, LPFC – IPC, LPFC – LIP), 2 — (FEF – V1, FEF – IPC, FEF – LIP), 3 — (V1 – IPC, V1 – LIP, V1 – A1), 4 — (A1 – IPC, A1 – LIP, IPC – LIP), 5 — (A1 – LPFC, A1 – FEF, LPFC – FEF)

Для пар удаленных областей с участием префронтальных, теменных и затылочных зон (1) обнаружено значимое влияние фактора УСЛОВИЕ ($F(2,14) = 7.470$, $p = .006$). Значимый рост альфа-КОГ отмечался как при зрительном ($F(1,15) = 5.079$, $p = .04$), так и при слуховом ($F(1,15) = 15.996$, $p = .001$) внимании. Сходные изменения были характерны для связей между фронтальной глазодвигательной областью и каудальными отделами (2). Здесь также фактор УСЛОВИЕ оказался значимым и в целом

($F(2,14) = 17.693, p < .0001$), и отдельно для зрительной ($F(1,15) = 6.858, p = .047$) и слуховой ($F(1,15) = 37.570, p < .0001$) задач.

Для локальных связей, куда входили теменные и обе сенсорно-специфические зоны (3), был выявлен главный эффект фактора УСЛОВИЕ ($F(2,14) = 13.955, p < .0001$). Увеличение КОГ при направленном внимании по сравнению с мобилизационной готовностью обнаружено как для слуховой ($F(1,15) = 29.902, p < .0001$), так и для зрительной ($F(1,15) = 11.618, p = .012$) модальностей. В височно-теменных (4) и лобно-височных (5) парах значимый рост КОГ был обнаружен только для слуховой модальности: $F(1,15) = 23.47, p = .001, F(1,15) = 8.25, p = .035$ соответственно.

Выводы

1. Обусловленное стимулом-подсказкой предвосхищение целевых сигналов при решении сенсорных зрительных и слуховых задач сопровождалось сходным для обеих модальностей вовлечением фронто-париетальных нейронных сетей мозга, участвующих в управляющем контроле внимания (Bressler et al., 2008; Simpson, 2011) и удержании информации в рабочей памяти (D'Esposito, 2007).
2. Степень функционального взаимодействия в локальных связях, объединяющих теменные, зрительные и слуховые корковые зоны, возрастала при решении задач обеих модальностей. При этом для связей слуховых сенсорных областей с теменными и лобными зонами рост степени функционального взаимодействия наблюдался только при ожидании слуховой задачи.
3. Мы предполагаем, что интеграция ритмической электрической активности корковых зон в диапазоне альфа-ритма способствует избирательной настройке нейронных сетей на анализ и удержание релевантной информации в отсутствие сенсорного притока.

Литература

Bressler S.L., Tang W., Sylvester C.M., Shulman G.L., Corbetta M. Top-down control of human visual cortex by frontal and parietal cortex in anticipatory visual spatial attention // *The Journal of neuroscience*. 2008. Vol. 28. No. 40. P. 10056–10061.

D'Esposito M. From cognitive to neural models of working memory // *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 2007. Vol. 362. No. 1481. P. 761–772.

Pascual-Marqui R.D., Lehmann D., Koukkou M., Kochi K., Anderer P., Saletu B., Tanaka H., Hirata K., John E.R., Prichep L., and others. Assessing interactions in the brain with exact low-resolution electromagnetic tomography //

Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 2011. Vol. 369. No. 1952. P. 3768–3784.

Posner M.I., Fan J. Attention as an organ system // Topics in integrative neuroscience: From cells to cognition / Ed. J.R. Pomerantz. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. P. 31–61.

Simpson G.V., Weber D.L., Dale C.L., Pantazis D., Bressler S.L., Leahy R.M., Luks T.L. Dynamic activation of frontal, parietal, and sensory regions underlying anticipatory visual spatial attention // The Journal of Neuroscience. 2011. Vol. 31. No. 39. P. 13880–13889.

Spence C., Driver J. On measuring selective attention to an expected sensory modality // Perception & Psychophysics. 1997. Vol. 59. No. 3. P. 389–403.

EEG-Source Alpha Coherence Analysis of Cued Modality-Specific Anticipatory Attention

Talalay I.V. *, Kurgansky A.V., Machinskaya R.I.

wtalalay@mail.ru

Institute of Developmental Physiology, Russian Academy of Education,
Moscow, Russia

Abstract. In the experimental condition, anticipatory attention is modulated by cue-stimuli that inform participants about relevant characteristics of target stimuli and increase participants' performance. In the present study, EEG-source alpha coherence analysis was applied to assess a cue-related shift in cortical functional connectivity. It was shown that, compared to sustained attention, spell out what COH is here (COH) significantly increased during anticipatory attention for the long-range fronto-parietal and fronto-occipital links. Modality-related COH changes were observed for the short-range cortical connections in occipito-parietal links (for both modalities) and in temporo-parietal and temporo-frontal connections (for the auditory modality). These results suggest that the alpha oscillatory system is involved in the modulation of both the fronto-parietal attention network and cortical sensory processing areas.

Keywords: directed modality-specific attention (cued attention), visual and auditory tasks, source-space coherence, alpha rhythm

ВЛИЯНИЕ ДИАДНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ПРИМЕНЕНИЕ ИМПЛИЦИТНЫХ ЗНАНИЙ⁴⁸

Тихонов Р.В., Морошкина Н.В. *

moroshkina.n@gmail.com

Санкт-Петербургский государственный университет

Аннотация. Изучалось влияние диадного взаимодействия на выполнение задачи категоризации визуальных стимулов, содержащих неявную закономерность. Участники проходили одну обучающую серию (запоминание стимулов из целевой категории) и две тестовые серии (категоризация новых стимулов). В диадном условии первая тестовая серия проходила в паре с другим участником, а в индивидуальном – самостоятельно. В индивидуальном условии обнаружилось значимое снижение вероятности проявления имплицитных знаний во второй тестовой серии, однако в диадном условии этого не произошло. Диады давали более согласованные ответы при самостоятельном выполнении второй тестовой серии и реже упоминали нерелевантные характеристики стимулов в качестве значимых в постэкспериментальном опросе. Значимых различий в количестве правильных ответов обнаружено не было.

Ключевые слова: имплицитное научение, перцептивная категоризация, диадное взаимодействие, групповые суждения, социальная верификация

Влияние взаимодействия с другими людьми на когнитивные процессы трудно оспорить, однако исследования показывают крайне противоречивые результаты относительно направленности этого влияния. В одних задачах совместное выполнение дает преимущество по сравнению с индивидуальной работой (например, Pociask, Rajaram, 2014; Olsson et al., 2006), в других, наоборот, наблюдается ухудшение результатов (например, Andersson, Rönnerberg, 1996, 1997).

По-прежнему остается открытым вопрос о характере влияния социального контекста на процесс приобретения и применения имплицитных знаний, то есть таких знаний, которые приобретаются непреднамеренно и не поддаются вербализации (см. обзор: Морошкина, Иванчей, 2012). С одной стороны, феномен «мудрости толпы» и гипотеза «социальной верификации», согласно которой взаимодействие с другими людьми выступает способом проверки собственных знаний (Аллахвердов, 1993), позволяют предположить, что точность ответов при совместном выполнении задачи будет выше, чем при индивидуальном. С другой стороны, необходимость обсуждения и объяснения своих ответов может спровоцировать «эффект вербализации», который заключается в снижении

⁴⁸ Исследование выполнено при поддержке гранта РГНФ № 15-36-01355.

успешности применения имплицитных знаний при попытке их обоснования из-за перехода от «интуитивной» стратегии к «аналитической».

В настоящем исследовании изучалось влияние диадного взаимодействия на выполнение задачи категоризации визуальных стимулов, содержащих неявную закономерность. Было сформулировано несколько экспериментальных гипотез. Во-первых, мы предположили, что в процессе выполнения задания по запоминанию стимулов, содержащих неявную закономерность, испытуемые приобретут имплицитные знания об этой закономерности (то есть смогут классифицировать новые стимулы с точностью выше уровня случайного угадывания, но не смогут эксплицитно сформулировать правило классификации). Во-вторых, мы ожидали, что диадное взаимодействие на этапе применения имплицитных знаний повлияет на точность ответов. При этом направление различий может быть как в пользу диад (в соответствии с гипотезой о «социальной верификации»), так и в пользу индивидуального выполнения (из-за «эффекта вербализации»). И, наконец, третье предположение заключается в том, что взаимодействие в диаде приведет к тому, что при последующем индивидуальном выполнении задачи испытуемые будут продолжать использовать выработанные в паре критерии (их ответы будут сходными).

Процедура. В качестве стимульного материала использовались изображения цветных геометрических фигур с нарисованными глазами и ртом (то есть напоминающие живых существ). Всего было создано 72 стимульных изображения, различающихся по цвету, форме, плавности контура, расположению глаз, а также наличию симметрии и вогнутостей. Часть изображений были отнесены к вымышленной категории «Зоки» (целевая категория), все остальные изображения относились к категории «не Зоки». Стимулы из целевой категории отличались двумя характеристиками: наличием вогнутости и горизонтальной симметрии. Стимулы, не относящиеся к целевой категории, имели только одну из этих характеристик (либо вогнутость, либо горизонтальную симметрию). Для учета вмешивающихся факторов использовалась контрольная группа, которая не проходила обучающую серию и оценивала привлекательность стимульных изображений (нравится / не нравится).

Испытуемые приглашались к участию в «Исследовании интуиции» на добровольных началах, при этом на одно и то же время записывалось по два человека. Участники случайным образом распределялись на два экспериментальных условия. В первом условии (ЭГ1) участники индивидуально проходили обучающую и две тестовые серии, а во втором условии (ЭГ2) первая тестовая серия выполнялась в паре с другим участником, а прохождение обучающей серии и второй тестовой серии было индивидуальным, т.е. аналогичным первому условию. При совместном выполнении тестовой серии участникам необходимо было прийти к еди-

ному мнению об отнесении новых изображений к целевой или к нецелевой категориям.

На *этапе обучения* испытуемым предлагалось пройти «Проверку памяти». На экране последовательно предъявлялось четыре стимульных изображения (время предъявления каждого изображения — 4 с). Задача испытуемого состояла в том, чтобы запомнить порядок их предъявления, после чего появлялся вопрос (например, «Какой был третьим?») и четыре изображения на выбор (на ответ отводилось 10 с). После ответа предоставлялась обратная связь о его правильности. Затем предъявлялись новые четыре стимула и т.д. Всего использовалось 24 изображения, каждое из которых предъявлялось дважды в разных последовательностях, входящих в 12 серий по 4 стимула (всего 48 предъявлений). Все стимулы относились к целевой категории.

После прохождения обучающей серии испытуемым предлагалось пройти «Проверку интуиции» (*тестовая серия*). Им сообщалось, что изображения, которые они только что запоминали, это существа под названием «Зоки», которые обладают определенными особенностями. Теперь задача участников состоит в том, чтобы правильно классифицировать новые изображения на «Зоков» и «не Зоков». Новые изображения предъявлялись по одному (на 4 с), половина из них относилась к целевой категории («Зоки»), а другая половина — нет. Использовалось 12 изображений из целевой категории, т.е. содержащих неявную закономерность, и 12 изображений из нецелевой категории. Испытуемые из ЭГ1 работали индивидуально, а в ЭГ2 эта серия выполнялась в паре с другим участником. Вторая тестовая серия была аналогична первой, но в обеих экспериментальных группах она выполнялась индивидуально.

Постэкспериментальная часть включала в себя проверку степени осознанности применяемых знаний, состоящую из рисуночного теста и письменного опроса.

Выборку исследования составили 90 человек мужского (25.1 %) и женского (74.4 %) пола, средний возраст 20.12 ($SD = 2.45$). 26 человек работали в индивидуальном условии (ЭГ1), а 44 человека — в диаде (ЭГ2). Для оценки стимульного материала использовалась контрольная группа (КГ) из 20 человек. При анализе согласованности ответов были исключены данные двух пар, которые не смогли прийти к единому мнению при обсуждении.

Результаты

1) Успешность научения обеих групп представлена на рис. 1. Средняя точность ответов в обеих экспериментальных группах в двух тестовых сериях составила около 55 % ($n = 70$; $M = 0.55$; $SD = 0.06$), что статисти-

чески значимо превышает уровень предпочтения «Зоков» в контрольном условии (0.47), $t(69) = 11.36; p < .001$.

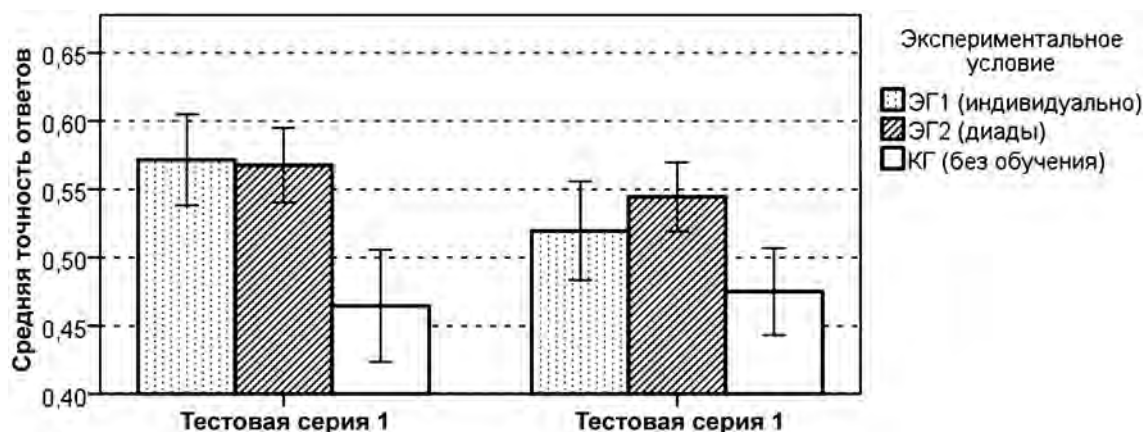


Рисунок 1. Сравнение средней точности ответов в первой и второй тестовых сериях в трех группах: индивидуальное выполнение (ЭГ1), диады (ЭГ2), и группа без обучения (КГ). Столбики ошибок: 95 % доверительный интервал.

На рис. 1 также видно, что в обеих экспериментальных группах точность ответов снижается от первой ко второй тестовой серии. Однако снижение точности является статистически значимым только для индивидуального условия (ЭГ1) ($Z = -2.25; p = .024$). Во второй тестовой серии точность ответов в диадном условии выше ($Mdn = 0.54$), чем в индивидуальном ($Mdn = 0.52$), но эти различия не являются статистически значимыми ($U = 463; p = 0.182$).

2) Анализ письменного опроса и рисуночного теста показал, что некоторые испытуемые смогли частично эксплицировать закономерность. Точность их ответов ($n = 13; M = 0.56; SD = 0.07$) немного превышала точность всех остальных испытуемых ($n = 56; M = 0.55; SD = 0.06$), однако эти различия не являются статистически значимыми ($t(67) = 0.83; p = .41$). Статистически значимых различий по уровню вербализации между ЭГ1 и ЭГ2 не обнаружено, однако в ЭГ1 количество иррелевантных признаков, указанных в анкете, статистически значимо выше, чем в ЭГ2, $U = 402.5; p = .028$.

3) Мы решили выяснить, повлияло ли диадное взаимодействие во время первой тестовой серии на согласованность ответов при индивидуальном выполнении второй тестовой серии. Для этого мы сравнили согласованность оценок у пар в ЭГ2 ($n = 20$) с согласованностью оценок номинальных пар, составленных случайным образом из участников ЭГ1 ($n = 24$). Общая согласованность индивидуальных ответов была выше в ЭГ2 ($M = 0.64; SD = 0.15$), чем у номинальных пар ($M = 0.57; SD = 0.13$). Различия обнаружены на уровне статистической тенденции,

$t(42) = 1.69$; $p = .099$. Дополнительно мы подсчитали процент совпадающих правильных ответов, а также согласованность ответов «да» и ответов «нет». Согласованность правильных ответов выше в ЭГ2 ($M = 0.51$; $SD = .16$), чем у номинальных пар ($M = 0.41$; $SD = 0.14$), различия являются статистически значимыми, $t(42) = 2.16$; $p = .036$. Уровень согласованности ответов «да» и ответов «нет» также выше в диадном условии, однако статистически значимые различия обнаружились только для коэффициента согласованности ответов «нет», $t(42) = 2.03$; $p = .049$.

Обсуждение. В данном эксперименте удалось зафиксировать феномен имплицитного научения в процессе диадного взаимодействия. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в предложенной нами задаче испытуемые смогли усвоить неявную закономерность, но в большинстве случаев не осознавали ее. Никто из испытуемых не назвал правильно оба значимых признака «Зоков», а те испытуемые, которые смогли правильно назвать один из двух значимых признаков, не показали значимого повышения точности ответов.

Нами не было зафиксировано статистически значимых различий в точности ответов, в зависимости от наличия или отсутствия диадного взаимодействия. Однако высокая согласованность ответов при индивидуальном выполнении задачи в ЭГ2 свидетельствует о том, что обсуждение в паре позволило выработать общие критерии оценки стимулов, которые, возможно, и позволили диадам закрепить свои знания и одинаково применить их во второй тестовой серии (эффект социальной верификации). Испытуемые ЭГ1, работавшие индивидуально в обеих тестовых сериях, демонстрируют значимое снижение точности ответов во второй серии. По-видимому, приобретенное ими имплицитное знание оказалось довольно неустойчивым, и по мере столкновения с нецелевыми стимулами в ходе тестовой серии происходило его зашумление. Аналогичный эффект был получен ранее в исследованиях научения искусственным грамматикам (Mealor, Dienes, 2013).

Литература

- Аллахвердов В. Опыт теоретической психологии (в жанре научной революции). Спб.: Печ. Двор, 1993.
- Морошкина Н.В., Иванчей И.И. Имплицитное научение: исследование осознаваемых и неосознаваемых процессов когнитивной психологии // Методология и история психологии. 2012. Т. 6. № 4. С. 109–131.
- Andersson J., Rönnberg J. Collaboration and memory: Effects of dyadic retrieval on different memory tasks // Applied Cognitive Psychology. 1996. Vol. 10. No. 2. P. 171–181.

Andersson J., Ronnberg J. Cued memory collaboration: Effects of friendship and type of retrieval cue // *European Journal of Cognitive Psychology*. 1997. Vol. 9. No. 3. P. 273–287.

Mealor A.D., Dienes Z. Explicit feedback maintains implicit knowledge // *Consciousness and cognition*. 2013. Vol. 22. No. 3. P. 822–832.

Olsson A.-C., Juslin P., Olsson H. Individuals and dyads in a multiple-cue judgment task: Cognitive processes and performance // *Journal of Experimental Social Psychology*. 2006. Vol. 42. No. 1. P. 40–56.

Pociask S., Rajaram S. The effects of collaborative practice on statistical problem solving: Benefits and boundaries // *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*. 2014. Vol. 3. No. 4. P. 252–260.

The effect of dyadic interaction on the use of implicit knowledge

Tikhonov R., Moroshkina N. *

moroshkina.n@gmail.com

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

Abstract. This study examined the effect of dyadic interaction on the categorization of visual stimuli with an implicit rule. Participants had one training phase (memorizing stimuli from the target category) and two test phases (categorization of new stimuli). In the dyadic condition the first test phase was held with paired participants, and in the individual condition participants completed the task on their own. We found a significant decrease of correct classifications in the second test phase for the individual condition, but no changes for dyadic condition. Dyads gave more consistent responses in the second test phase and less often mentioned irrelevant characteristics of stimuli after the experiment. We found no evidence for the influence of dyadic interaction on accuracy.

Keywords: implicit learning, perceptual categorization, dyadic interaction, group judgments, social verification

НОМИНАЦИЯ ОБЪЕКТОВ И ДЕЙСТВИЙ У ПАЦИЕНТОВ С ОПУХОЛЬЮ ГОЛОВНОГО МОЗГА

Толкачева В.А. *, Крабис А.В., Буклина С.Б., Поддубская А.А., Драгой О.В.

tolkacheva.valeria@gmail.com

Научно-учебная лаборатория нейролингвистики ВШЭ,
НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко

Аннотация. Основная цель данной работы — разработать и апробировать метод тестирования функции номинации объектов и действий у пациентов с опухолью головного мозга, а также выявить корреляцию между ментальной репрезентацией существительных и глаголов и расположением опухоли в мозге. Исследование проводится на материале русского языка и сравнивает результаты тестирования пациентов до и после резекции опухоли головного мозга. Показано, что до операции пациенты с опухолью в височных областях делают больше ошибок при назывании действий и объектов, чем пациенты с опухолью в лобных отделах. После операции у пациентов с локализацией опухоли в лобной области процент правильного называния действий и объектов остается достаточно высоким, в то время как у пациентов с опухолями в височной доле отмечается значительное ухудшение при назывании объектов.

Ключевые слова: операции с пробуждением, нейролингвистика, называние объектов и действий, опухоль головного мозга

Введение

Пациенты с поражениями головного мозга часто испытывают трудности номинации, однако существующие нейропсихологические данные свидетельствуют о том, что такие трудности не являются равнозначными для разных классов слов, а именно существительных и глаголов (Chen, Bates, 1998; Damasio, Tranel, 1993; Rapp, Caramazza, 2002). Некоторые исследователи обнаруживают диссоциацию называния существительных и глаголов на нейроанатомическом уровне (Damasio, Tranel, 1993; Pillon, d'Honinethun, 2010; Shapiro, Caramazza, 2003; Zingeser, Berndt 1990; Capitani et al., 2003; Tyler et al., 2004), демонстрируя существенную вовлеченность височных отделов левого полушария в обработку существительных, а лобных отделов — в обработку глаголов. Несмотря на то что точная природа такой диссоциации неизвестна (см. Shapiro, Caramazza, 2003; Vigliocco et al., 2011), очевидно, что существительные и глаголы отличаются по ряду лингвистических параметров (например семантических, лексических, грамматических), которые могут влиять на то, как они обрабатываются

мозгом (Berlingeri et al., 2008; Faroqi-Shah, 2012). В то время как диссоциация называния существительных и глаголов хорошо изучена на примере здоровых людей и пациентов с афазией, мало известно о том, какие изменения претерпевает номинативная функция у пациентов с опухолью головного мозга.

Цель данной работы — разработать и апробировать метод тестирования функции номинации объектов и действий у пациентов с опухолью головного мозга, а также выявить соотношение между называнием существительных и глаголов и расположением опухоли в мозге. Исследование проводится на материале русского языка и включает в себя тестирование, выполняемое в два этапа: до и после резекции опухоли головного мозга. Разработанный инструмент позволит оценить, как изменяется номинативная функция у пациентов с опухолями головного мозга и насколько она ухудшается или улучшается после операции.



Рисунок 1. Пример изображений а) объектов и б) действий, используемых в тесте

Метод

Данная методика берет за основу парадигму теста на называние (англ. *naming test*) (Snodgrass, Vanderwart, 1980; Székely et al., 2005), который часто используется в клинической практике и при операциях с пробуждением. Стимульный материал разработан с использованием специально нормированных для русского языка рисунков (Akinina et al., 2014) и включает в себя 50 черно-белых изображений объектов и их номинаций-существительных и 50 изображений действий и их номинаций-глаголов (рис. 1), предъявляемых пациентам на экране монитора с интервалом в 3 секунды. Все изображения и слова нормированы по ряду показателей, таких как устойчивость номинации, субъективная сложность,

объективная сложность, знакомство с действием, возраст усвоения, представимость, схожесть образа с рисунком, частотность. Стимулы для номинации предметов и глаголов сбалансированы по этим показателям. Задача пациентов — назвать объект или действие, которое изображено на рисунке. Неправильная номинация, несуществующие слова и пропуски расцениваются как ошибка. Один и тот же набор стимулов был использован в тестировании до и после операции.

Испытуемые на данный момент включают 8 пациентов НИИ нейрохирургии имени академика Н.Н. Бурденко (<http://www.nsi.ru/>) в г. Москва. Все испытуемые являются русскоговорящими монолингвами и правшами. Локализация опухолей у пациентов относится к двум основным типам — опухоли височной ($n = 3$) или лобных долей ($n = 5$) левого полушария. Перед прохождением тестирования все пациенты ознакомлены с порядком выполнения задания в соответствии с инструкцией.

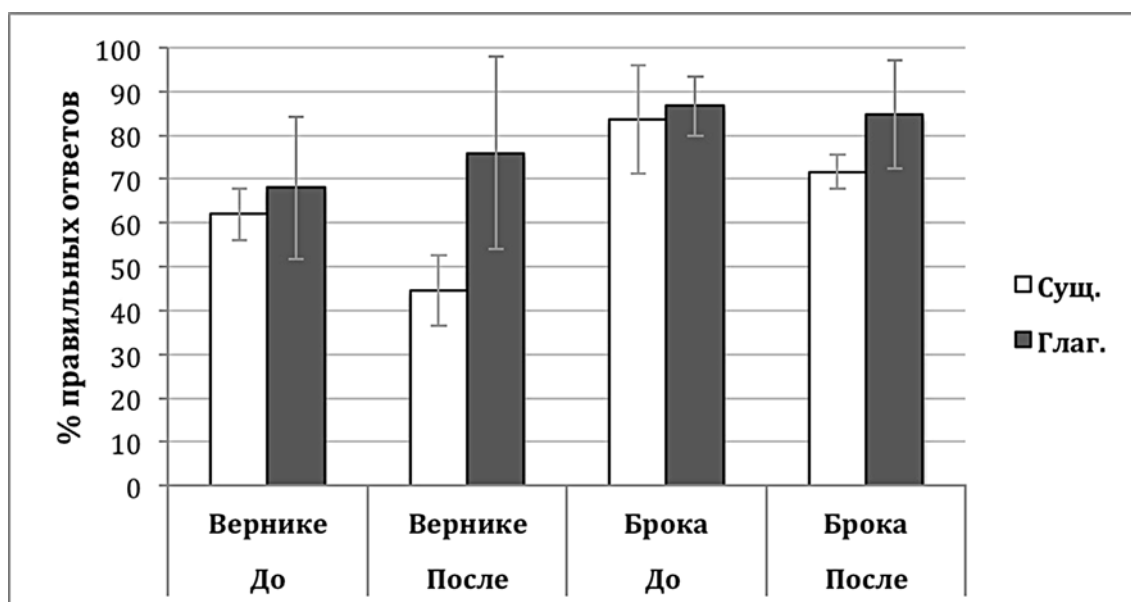


Рисунок 2. Называние объектов и действий пациентами с опухолью в лобном (Брока) и височном (Вернике) отделах до и после операции

Результаты

Полученные данные демонстрируют, что пациенты с опухолями в височной области в среднем делают больше ошибок при назывании как глаголов (68 % vs. 87 %), так и существительных (62 % vs. 84 %) до операции, чем пациенты с опухолями в лобных отделах (рис. 2). Сравнение результатов номинации существительных и глаголов пациентами *до* и *после* операции показывает, что у пациентов с локализацией опухоли в височной доле после операции наблюдается значительное ухудшение в номинации предметов с 62 % до 45 % (рис. 2),

в то время как название действий не ухудшается. У пациентов с локализацией опухолей в лобной области процент правильного названия действий остается достаточно высоким после операции (87 % и 85 %, соответственно), однако отмечается ухудшение названия предметов (с 84 % до 72 %), хоть и менее критичное, чем у пациентов с опухолями в височной доле. Помимо неспособности назвать объект или действие, некоторые другие ошибки связаны с замедлением времени реакции, рассеянным вниманием, персеверациями, парафазиями, сложностью артикуляции и инициацией речи — что, несомненно, является предметом отдельного изучения.

В заключение необходимо сказать, что в настоящее время продолжается сбор данных, поэтому полученные выводы имеют предварительный характер. Ввиду малочисленности выборки испытуемых надежный статистический анализ произвести не удалось. Тем не менее интересным результатом является то, что, вопреки имеющимся данным, указывающим на общую бóльшую уязвимость глаголов, нежели существительных, при назывании у здоровых людей и пациентов с афазией (Luzzatti et al., 2001; Mätzig et al., 2009; Bogka et al., 2003; Székely et al., 2005) и на более высокую грамматическую сложность глаголов в русском языке (Власова, 2012; Цветкова и др., 1979), полученные данные в группе пациентов с опухолями головного мозга свидетельствуют о противоположной тенденции.

Литература

- Власова Р.М., Печенкова Е.В., Ахутина Т.В., Синицын В.Е. Структурно-функциональная организация использования глаголов и существительных в зависимости от стратегии их актуализации // Вопросы психологии. 2012. № 4. С. 128–138.
- Цветкова Л.С., Ахутина Т.В., Полонская Н.Н., Пылаева Н.М. Исследование называния у больных с афазией // Проблемы афазии и восстановительного обучения / Под ред. Л.С. Цветковой. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1979.
- Akinina Y., Maljutina S., Ivanova M., Iskra E., Mannova E., Dragoy O. Russian normative data for 375 action pictures and verbs // Behavior Research Methods. 2014. P. 1–17. doi: 10.3758/s13428-014-0492-9
- Berlinger M., Crepaldi D., Roberti R., Scialfa G., Luzzatti C., Paulesu E. Nouns and verbs in the brain: Grammatical class and task specific effects as revealed by fMRI // Cognitive Neuropsychology. 2008. Vol. 25. No. 4. P. 528–558.
- Bogka N., Masterson J., Druks J., Fragkioudaki M., Chatziprokopiou E.-S., Economou K. Object and action picture naming in English and Greek // European Journal of Cognitive Psychology. 2003. Vol. 15. No. 3. P. 371–403.
- Capitani E., Laiacona M., Mahon B., Caramazza A. What are the facts of semantic category-specific deficits? A critical review of the clinical evidence // Cognitive Neuropsychology. 2003. Vol. 20. No. 3–6. P. 213–261.

- Chen S., Bates E.* The dissociation between nouns and verbs in Broca's and Wernicke's aphasia: Findings from Chinese // *Aphasiology*. 1998. Vol. 12. No. 1. P. 5–36.
- Damasio A.R., Tranel D.* Nouns and verbs are retrieved with differently distributed neural systems // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 1993. Vol. 90. No. 11. P. 4957–4960.
- Faroqi-Shah Y., Gitterman M., Goral M., Obler L.* Grammatical category deficits in bilingual aphasia // *Aspects of multilingual aphasia*. 2012. P. 158–170.
- Luzzatti C., Raggi R., Zonca G., Pistarini C., Contardi A., Pinna G.-D.* Verb-noun double dissociation in aphasic lexical impairments: The role of word frequency and imageability // *Brain and language*. 2002. Vol. 81. No. 1. P. 432–444.
- Mätzig S., Druks J., Masterson J., Vigliocco G.* Noun and verb differences in picture naming: Past studies and new evidence // *Cortex*. 2009. Vol. 45. No. 6. P. 738–758. doi: 10.1016/j.cortex.2008.10.003
- Pillon A., d'Honin P.* The organization of the conceptual system: The case of the object versus action dimension // *Cognitive neuropsychology*. 2010. Vol. 27. No. 7. P. 587–613.
- Rapp B., Caramazza A.* Selective difficulties with spoken nouns and written verbs: A single case study // *Journal of Neurolinguistics*. 2002. Vol. 15. No. 3. P. 373–402.
- Shapiro K., Caramazza A.* Grammatical processing of nouns and verbs in left frontal cortex? // *Neuropsychologia*. 2003. Vol. 41. No. 9. P. 1189–1198.
- Snodgrass J.G., Vanderwart M.* A standardized set of 260 pictures: norms for name agreement, image agreement, familiarity, and visual complexity // *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*. 1980. Vol. 6. No. 2. P. 174–215.
- Szekely A., D'Amico S., Devescovi A., Federmeier K., Herron D., Iyer G., Jacobsen T., Anal'a L.A., Vargha A., Bates E.* Timed action and object naming // *Cortex*. 2005. Vol. 41. No. 1. P. 7–25.
- Tyler L.K., Bright P., Fletcher P., Stamatakis E.A.* Neural processing of nouns and verbs: The role of inflectional morphology // *Neuropsychologia*. 2004. Vol. 42. No. 4. P. 512–523.
- Vigliocco G., Vinson D.P., Druks J., Barber H., Cappa S.F.* Nouns and verbs in the brain: a review of behavioural, electrophysiological, neuropsychological and imaging studies // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2011. Vol. 35. No. 3. P. 407–426.
- Zingeser L.B., Berndt R.S.* Retrieval of nouns and verbs in agrammatism and anomia // *Brain and language*. 1990. Vol. 39. No. 1. P. 14–32.

Object and Action Naming in Brain Tumor Patients

Tolkacheva V. *, Chrabaszcz A., Buklina S., Poddubskaya A., Dragoy O.

tolkacheva.valeria@gmail.com

Laboratory of Neurolinguistics, National Research University Higher School of Economics; N.N. Burdenko scientific research institute of neurosurgery, Moscow, Russia

Abstract. The goal of the present research was to design and test a method for studying object and action naming in patients with gliomas, as well as to examine how mental representations for nouns and verbs correlate with tumor localization in the brain. The investigation was conducted in Russian. It compares patients' scores on the test before and after glioma resection. It is shown that before surgery, patients with tumors in the temporal lobe made more naming mistakes for both objects and actions than patients with tumors in the frontal lobe. After surgery, response accuracy for verbs and nouns in the "frontal" group remained relatively high, while object naming deteriorated significantly in the group of patients with gliomas in the temporal lobe.

Keywords: awake neurosurgery, neurolinguistics, object and action naming, brain tumor

ОСОБЕННОСТИ ВОСПРИЯТИЯ ЗРИТЕЛЬНЫХ АНСАМБЛЕЙ В ПРИСУТСТВИИ ГЛУБИНЫ⁴⁹

Тюрина Н.А. *, Уточкин И.С.

ntyurina@hse.ru

Лаборатория когнитивных исследований НИУ ВШЭ

Аннотация. Статистическая обработка зрительного ансамбля осуществляется с привлечением глобального внимания. Установлено, что наблюдатель способен дать точную количественную оценку объектов, обладающих одним общим признаком, но не их сочетанием. Работа с сочетанием признаков требует их связывания и перехода к последовательным процессам. Независимо манипулируя двумя признаками — угловым размером и глубиной, вместе имеющими отношение к восприятию реального размера объекта, — мы предложили участникам исследования определить средний размер объекта во множестве, и проконтролировали, будет ли извлекаемая статистика по одному из признаков связана с изменением другого. Мы обнаружили значимые различия в оценке среднего размера в разных условиях глубины, что указывает на наличие связи между базовыми характеристиками ансамбля.

Ключевые слова: восприятие ансамблей, зрительные статистики, теория интеграции признаков, параллельные процессы, восприятие глубины

Современная психология восприятия рассматривает ансамбль как распределение не связанных друг с другом базовых характеристик объектов (размер, цвет, форма и т.д.). Подобное представление улучшает зрительное восприятие и может быть механизмом, позволяющим справиться с ограничениями зрительной обработки (Alvarez, 2011).

Существует большое количество исследований, касающихся того, каким образом люди воспринимают статистические характеристики наблюдаемого ими множества объектов. Например, определение принадлежности к множеству, определение разнообразных средних: размера (Chong, Treisman, 2005a), ориентации (Chong, Treisman, 2003), скорости и направления движения (Watamaniuk, Duchon, 1992), а также исследования других статистических характеристик (дисперсии и эксцесса (Morgan et al., 2008)).

Согласно теории интеграции признаков (Treisman, Gelade, 1980), статистическая обработка ансамбля, объединенного на основе базовых признаков, осуществляется с привлечением глобального внимания (Alvarez, 2011; Chong, Treisman, 2005a; Treisman, 2006), не требует дополнительной фокусировки и не должна быть связана с какими бы то

⁴⁹Выполнено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ 2015 г.

ни было другими, дополнительными измерениями. Однако если ансамбль построен на сочетании признаков, то статистическая обработка затруднена, для нее требуется связывание признаков, что требует привлечения сфокусированного внимания. Следовательно, наблюдатель способен дать довольно точную количественную оценку объектов, обладающих общим признаком, но не их сочетанием (Treisman, 2006).

Независимо манипулируя двумя признаками — угловым размером объекта и глубиной, описывающими вместе (через феномен константности восприятия) реальный размер объекта, — мы исследуем, каким образом связь признаков влияет на статистическую обработку ансамбля, и проверяем, будет ли извлекаемая статистика по одному из признаков привязана к изменению другого.

Важно определить, на какую характеристику будет опираться человек, вынося суждение о среднем размере объекта в ансамбле, — на физический размер объекта (выраженный одним признаком) или на воспринимаемый размер (описываемый связью признаков). Мы предполагаем, что оценки среднего размера объектов, данные испытуемыми в работе с «реальными» изображениями, воспринимаемые размеры которых равны физическим, и «кажущимися», воспринятыми через оптическую систему стереоскопа, будут отличаться друг от друга. Мы ожидаем рост ошибки среднего при ориентации на воспринимаемый размер объектов.

Используя стереоскоп — оптический прибор, позволяющий при определенных условиях воспринимать плоское изображение как объемное, как бы выводить части изображения на передний и задний план, — мы моделируем различные сочетания признаков углового размера и глубины.

В исследовании фигурируют три условия глубины (фактор «Пространственная позиция»):

- 1) «передний план» — все объекты кажутся испытуемому расположенными ближе, чем на самом деле;
- 2) «задний план» — все объекты кажутся испытуемому расположенными дальше, чем на самом деле;
- 3) «стандартный план» — испытуемый воспринимает объекты на той же удаленности и в том же размере, которыми объект на самом деле обладает («передний» и «задний» план строятся относительно «стандартного», в нем располагаются точка фиксации и тестовый стимул).

В исследовании приняли участие 23 испытуемых с нормальным стереозрением и без невропатологий (эпилепсии и черепно-мозговых травм) в анамнезе.

Для предъявления стимуляции использовались персональные компьютеры с процессорами Pentium dual-core CPU E 6500 (частота процессора

2,93 ГГц, видеокарта NVidia GeForce 9400 GT), стандартные CRT-мониторы LaCie Electron 19 Blue III (диагональ 19 дюймов, частота обновления 85 Гц, разрешение 800×600 пикселей), а также стереоскопические очки. Предъявление стимулов и регистрация ответов велись с помощью программного обеспечения PsychoPy v1.82.

Каждый участник исследования прошел предварительную проверку стереозрения.

Испытуемый получал следующую инструкцию: посмотреть внимательно на белые круги разных размеров, расположенные вокруг фиксационного креста (500 мс), и далее дать отчет о среднем размере всех кругов, расположенных на экране. Отчет было необходимо дать с помощью модификации размера тестового круга, появляющегося в центре экрана сразу после исчезновения набора кругов. Время подгонки при этом не ограничивалось.

Эксперимент состоял из 150 проб. В качестве стимульного материала использовались рисунки, на которых изображены белые круги, равномерно распределенные на сером фоне вокруг фиксационного креста. Средний размер объектов во множестве изменялся в промежутке от 1.1 до 1.8 градуса. Предъявляемые круги отличались друг от друга по размерам, которые выбирались случайно из диапазона от 0.5 до 2 градусов.

Зондовый стимул также выбирался случайно из диапазона от 0.5 до 2.5 градусов.

Данные были проанализированы с помощью дисперсионного анализа с повторными измерениями, тест Моучли не значим ($W = .964$, $\chi^2(2) = .765$, $p > .005$). Главный эффект фактора «Пространственная удаленность» статистически значим ($F(2,00) = 7.740$, $p < .001$, $\eta^2_p = .424$).

Условие «Задний план» ($M = 0.0347$, $SD = 0.099$) значительно отличается от условий «Передний план» ($M = 0.0146$, $SD = 0.103$) и «Стандартный план» ($M = 0.0132$, $SD = 0.092$). Условия «Передний план» и «Стандартный план» значимо не отличаются друг от друга.

Результаты исследования показывают, что характеристики ансамбля для расчета статистики среднего по признаку «размер» не являются полностью независимыми и несвязанными. Проявление эффекта в условии «Задний план» и отсутствие значимых различий между условиями «Передний план» и «Стандартный план» может быть связано с тем, что одна и та же величина диспаратности сообщает меньшую глубину объектам на переднем плане и большую глубину — объектам на заднем плане.

Полученные результаты по главному эффекту и условию «Задний план» указывают на подтверждение выдвинутого нами предположения: взаимодействие размера объекта и его удаленности от наблюдателя влияет на оценку среднего размера объекта в наборе.

Литература

- Alvarez G.A.* Representing multiple objects as an ensemble enhances visual cognition // *Trends in Cognitive Sciences*. 2011. Vol. 15. No. 3. P. 122–131.
- Chong S.C., Treisman A.* Representation of statistical properties // *Vision Research*. 2003. Vol. 43. No. 4. P. 393–404.
- Chong S.C., Treisman A.* Attentional spread in the statistical processing of visual displays // *Perception & Psychophysics*. 2005. Vol. 67. No. 1. P. 1–13.
- Morgan M., Chubb C., Solomon J.A.* A 'dipper' function for texture discrimination based on orientation variance // *Journal of Vision*. 2008. Vol. 8. No. 11. P. 9.
- Treisman A.* How the deployment of attention determines what we see // *Visual cognition*. 2006. Vol. 14. No. 4–8. P. 411–443.
- Treisman A.M., Gelade G.* A feature-integration theory of attention // *Cognitive psychology*. 1980. Vol. 12. No. 1. P. 97–136.
- Watamaniuk S.N., Duchon A.* The human visual system averages speed information // *Vision research*. 1992. Vol. 32. No. 5. P. 931–941.

Visual ensemble perception in the presence of depth

Tiurina N.A. *, Utochkin I.S.

ntyurina@hse.ru

Laboratory of cognitive research, National Research University “Higher School of Economics”, Moscow, Russian Federation

Abstract. A statistical averaging of the properties of visual ensembles was performed using a parallel process. According to current studies, observers can evaluate the statistical properties of a visual ensemble quickly and precisely, except in the case of an ensemble based on two or more features (representing ensembles provided by distributed attention). Manipulating two features (angular size and depth) separately, we estimated the mean size of visual ensemble according to participants. We examined the connection between variations of mean size and depth. Our results showed significant differences in the value of mean sizes in different conditions of depth, indicating that it is possible to establish some correlations between the basic features of the visual ensemble.

Keywords: statistical properties, size, perception, mean

ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ПАТТЕРНЫ ИНСАЙТА⁵⁰

Филяева О.В. *, Коровкин С.Ю. *

faniacat@gmail.com, korovkin_su@list.ru

Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова

Аннотация. Проблема отсутствия объективных методов для изучения феномена инсайта — одна из центральных проблем современной психологии мышления. В данной работе в качестве такого метода был использован метод фиксации поведенческих паттернов в процессе решения задачи. В результате были найдены устойчивые поведенческие паттерны, характерные для решения инсайтных и алгоритмизированных задач. В частности, паттерны поведения, характерные для момента нахождения решения. Также, было установлено, что существует ряд «коммуникативных» паттернов, появление которых провоцируется присутствием экспериментатора.

Ключевые слова: мышление, решение задач, инсайт, поведенческие паттерны, эмоции

Проблема изучения феномена инсайта является одной из наиболее актуальных проблем современной психологии мышления. Впервые этот феномен описал в своих работах В. Келер (Келер, 1930) в качестве объяснения поведения шимпанзе в ситуациях решения задач с не очевидным для них ответом. Обезьяны как бы «задумывались» и спустя какое-то время выполняли правильную последовательность действий, минуя фазу проб и ошибок. Большое внимание феномену инсайта в своих работах уделял К. Дункер (Дункер, 1965). Он выделял две стадии решения задач: 1) понимание проблемной ситуации — поиск несоответствия, из-за которого задачу невозможно решить; 2) нахождение функционального решения — обнаружение ранее не использовавшегося способа решения задачи.

Изучение данного феномена осложняется скрытостью процесса мышления от стороннего наблюдения и, как следствие, отсутствием объективных методов изучения инсайта. В данной работе в качестве объективных признаков инсайта были использованы поведенческие паттерны — устойчивые невербальные проявления (жесты, мимика, лицевая экспрессия и т. д.), характерные для конкретной ситуации. Используемый метод опирается на предположение о том, что люди демонстрируют одни и те же паттерны в схожих ситуациях вне зависимости от расовой при-

⁵⁰ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, 2014–2016, № 14-06-00441-а, а также гранта РГНФ № 14-06-00295.

надлежности или условий проживания (Горелов, 2009; Birdwhistell, 1970; Ekman et al., 1969). Таким образом, можно предположить, что некоторые жесты и мимические проявления являются специфическими для той ситуации, в которой они демонстрируются.

В ходе теоретического анализа были выдвинуты следующие гипотезы:

1. Существуют специфические поведенческие паттерны для инсайтного решения.

Частные гипотезы:

1) В процессе решения инсайтных задач существуют паттерны поведения, специфические для момента нахождения решения.

2) Существуют различия в паттернах поведения при решении инсайтных и алгоритмизированных задач.

2. Существуют различия в предъявляемых паттернах поведения при решении мыслительных задач в зависимости от наличия или отсутствия прямой коммуникации с экспериментатором.

1) В условиях наличия прямой коммуникации с экспериментатором испытуемые чаще демонстрируют «коммуникативные» жесты, чем какие-либо другие.

2) В условиях наличия прямой коммуникации с экспериментатором испытуемые чаще демонстрируют поведенческие паттерны в виде лицевой экспрессии, чем в условиях отсутствия прямой коммуникации.

В исследовании приняли участие 22 испытуемых (8 мужчин и 14 женщин). Статистической обработке были подвергнуты 8 видеоматериалов. Таким образом, в ходе исследования было создано 32 экспериментальные ситуации.

Ход работы. Испытуемым предлагалось решить 4 задачи (2 инсайтные и 2 алгоритмизированные) в различных условиях коммуникации с экспериментатором. В одном случае — прямая коммуникация, во втором — испытуемый и экспериментатор сидели в разных комнатах, и обратная связь осуществлялась через мессенджер. В процессе решения задач производилась видеосъемка испытуемого во всех четырех возможных вариантах. Далее видеоматериалы проходили процедуру разметки при помощи программы ELAN Annotation software (Lausberg, Sloetjes, 2009). В процессе разметки выделялись все действия испытуемого. Для аннотирования видеоматериала использовались опорные слова — метки, обозначающие различные поведенческие паттерны испытуемых. Метки обозначались задействованные части тела, совершенное действие и его характеристики. Например: «перебирает браслеты на руке (рука) (предмет) (повтор)». Далее подсчитывалось количество паттернов для каждого класса задач (инсайтные или алгоритмизированные) и экспериментальных условий (с экспериментатором или без экспериментатора). Данные сравнивались друг с другом при помощи статистического анализа.

Для проверки гипотезы о существовании специфических паттернов для инсайтного решения сравнивалось количество меток, характеризующихся как «ага-эффект» и «экстериоризация» в разных типах задач.

Под «ага-эффектом» понималась ярко выраженная эмоциональная реакция, характеризующаяся эмоцией радости или эмоцией удивления: широко открытые глаза, поднятые брови, обычно сопровождается вербальной реакцией, улыбкой, смехом. Например: «поднимает брови, делает “большие” глаза, протягивает междометие: “аааа...”, смеется» (брови) (глаза) (улыбка) (смех) (инсайт) (мимика)». Статистическая проверка данных производилась при помощи критерия Хи-квадрат.

Сравнение количества паттернов «ага-эффекта» показало ($\chi^2 = 33.75$; $p < .001$), что данные паттерны встречаются при решении инсайтных задач значительно чаще, чем при решении алгоритмизированных.

На основе полученных данных можно утверждать, что паттерны «ага-эффекта» являются специфическими для решения инсайтных задач. Это связано с тем, что инсайт субъективно переживается как внезапно приходящий правильный ответ на поставленную задачу.

Под «экстериоризацией» в процессе разметки понималась визуальная репрезентация испытуемым процесса своего мышления. Испытуемый как бы переводит процесс мышления из внутреннего плана во внешний. В качестве основных паттернов, составляющих данный феномен, можно выделить обозначение жестами или движениями рук, тела, головы направления движения объектов, фигурирующих в задаче, а также обозначение воображаемых объектов задачи на плоскости при помощи жестов и оперирование ими.

При сравнении количества паттернов «экстериоризация» в разных типах задач была получена обратная картина. Статистическая проверка данных производилась при помощи критерия Хи-квадрат.

Данные паттерны встречаются при решении алгоритмизированных задач значительно чаще, чем при решении инсайтных ($\chi^2 = 19.78$; $p < .001$). Объяснением полученным результатам может служить предположение о том, что алгоритмизированные задачи, в отличие от инсайтных, требуют большего внимания к организации задачного пространства.

Для проверки гипотезы о существовании различий в предъявляемых паттернах в процессе инсайтных и алгоритмизированных задач мы использовали сравнение количества меток «ритм» и «повтор» в условиях решения инсайтных и алгоритмизированных задач.

Меткой «повтор» обозначались повторяющиеся или циклические движения. Такими движениями считались жесты или мимические проявления, повторяющиеся два или более раза подряд. Например: «качает головой (голова) (повтор)». Меткой «ритм» обозначались повторяющиеся действия с определенным ритмом. Например: «стучит пальцами по столу (рука)

(пальцы) (повтор) (ритм)». Для сравнения количества паттернов повторяющихся и ритмичных действий был использован дисперсионный анализ.

Сравнение показало ($F(1,32) = 14.41$; $p < .001$; $\eta_p^2 = .34$), что повторяющиеся действия практически не встречаются при решении алгоритмизированных задач по сравнению с инсайтными задачами. Также значимые результаты ($F(1,32) = 9.62$; $p < .01$; $\eta_p^2 = .26$) показал статистический анализ сравнения количества ритмичных действий.

Таким образом, данные позволяют предположить, что повторяющиеся и ритмичные действия являются специфическим паттерном поведения в процессе решения инсайтных задач.

Объяснением тому, что испытуемые склонны совершать повторяющиеся и ритмичные действия в процессе решения инсайтной задачи может служить ослабление функций префронтальной коры больших полушарий головного мозга в процессе решения инсайтных задач с целью снятия функциональной фиксированности. В результате отключения этого участка мозга возникают персеверации — повторяющиеся действия, закливание на одном и том же действии. Также полученные результаты могут объясняться попыткой испытуемого упорядочить информацию, полученную в процессе решения задачи. Решатель делит информацию на порции и как бы отделяет их друг от друга при помощи повторения одного и того же действия.

Основными маркерами для сравнения были выбраны жесты «коммуникация» и просто «жесты». Маркер «жест» — движение руками, не имеющее цели (что-то взять, до чего-то дотронуться) и не обращенное к собеседнику. Например: «движение рукой влево (рука) (жест)». Маркер «коммуникация» — движение руками, не имеющее цели и обращенное к собеседнику. «Поворачивается к экспериментатору, делает жест по направлению к экспериментатору (коммуникация)». «Коммуникативные» жесты не встречались совсем в условии отсутствия экспериментатора. Значимость различий подтвердилась статистически при помощи дисперсионного анализа ($F(1,32) = 16.47$; $p < .001$; $\eta_p^2 = .37$).

Также проводился статистический анализ сравнения количества «коммуникативных» жестов в зависимости от типа задачи, в результате которого было выявлено, что «коммуникативные» жесты значимо чаще встречаются ($F(1,32) = 12,31$; $p < .001$; $\eta_p^2 = .31$) в процессе решения инсайтных задач, в отличие от алгоритмизированных.

Невербальные паттерны поведения, участвующие в процессе коммуникации, выполняют функцию дополнительной информации, которую нужно передать (пожимание плечами, качание и кивки головой и т.д.). В случае с коммуникацией через какие-либо средства связи элементы не-

вербальной коммуникации отсутствуют в принципе. Таким образом, потребность в коммуникативных жестах отпадает сама собой.

Различия в количестве коммуникативных паттернов в зависимости от типа задачи могут объясняться тем, что в процессе решения инсайтных задач обратная связь является более субъективно важной для решателя, чем в процессе алгоритмизированных задач.

В ходе проделанной работы мы установили, что:

1. Существуют специфические поведенческие паттерны для инсайт-ного решения. В частности, в процессе решения инсайтных задач существуют паттерны поведения, специфические для момента нахождения решения («ага-эффект»), и существуют различия в паттернах поведения при решении инсайтных и алгоритмизированных задач (повторяющиеся и ритмичные действия).
2. Существуют различия в предъявляемых паттернах поведения при решении мыслительных задач в зависимости от наличия или отсутствия прямой коммуникации с экспериментатором. В частности, в условиях наличия прямой коммуникации с экспериментатором, испытуемые чаще демонстрируют «коммуникативные» жесты, чем какие-либо другие.
3. Также было установлено, что при решении инсайтных задач испытуемые склонны чаще демонстрировать «коммуникативные» жесты.

Литература

- Горелов И.* Невербальные коммуникации. М.: Либроком, 2009.
- Дункер К.* Психология продуктивного (творческого) мышления // Психология мышления М.: Прогресс, 1965. С. 86–234.
- Келер В.* Исследование интеллекта человекоподобных обезьян. М.: Изд-во Коммунистической Академии, 1930.
- Birdwhistle R.L.* Kinesics and context. Pennsylvania Press, 1970.
- Ekman P., Sorenson E.R., Friesen W.V.* Pan-cultural elements in facial displays of emotion // Science. 1969. Vol. 164. No. 3875. P. 86–88.
- Lausberg H., Sloetjes H.* Coding gestural behavior with the NEUROGES-ELAN system // Behavior research methods. 2009. Vol. 41. No. 3. P. 841–849.

Behavioral patterns of insight

Filyaeva O.V. *, Korovkin S.Yu *

faniacat@gmail.com, korovkin_su@list.ru

PG Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl, Russia

Abstract. The lack of objective methods for the investigation of insight phenomena is one of the central problems in modern psychology. We used a behavioral recording method during the problem solving process in the role of such objective method. We found several consistent patterns, specific to either insight or algorithmic problem solving: behavioral patterns that accompany the solution moment in particular. We also found that there are several “communicative” patterns that are expressed in the presence of the experimenter.

Keywords: thinking, problem solving, insight, behavioral patterns, emotions

ОТКУДА БЕРУТСЯ ИЛЛЮЗИИ ЗНАНИЯ: ДОСТУПНОСТЬ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА КАК МЕХАНИЗМ МЕТАКОГНИТИВНОГО МОНИТОРИНГА РЕШЕНИЯ⁵¹

Фомин А.Е. *

fomin72-72@mail.ru

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского,
Центр социально-гуманитарных технологий

Аннотация. В исследовании были проверены гипотезы о взаимосвязи эвристики доступности и метакогнитивного мониторинга решения тестов знаний. В пяти экспериментальных сериях показано, что эвристическая оценка доступности извлечения является независимым от предметного знания фактором, который определяет изменчивость суждений уверенности в решении. При этом она может увеличивать уверенность в знании на фоне относительно низкой успешности в решении теста. Таким образом, доступность выступает фактором возникновения иллюзий знания.

Ключевые слова: метакогнитивный мониторинг, эвристика доступности

В образовательных исследованиях метакогнитивной активности одно из ключевых направлений исследований — изучение метакогнитивного мониторинга решения учебных задач. Мониторинг понимается как *отслеживание учащимся собственной когнитивной активности при подготовке к устному ответу или экзамену, выполнении тестов знаний, чтении учебных текстов и т.д.* Например, студент или школьник четко представляет себе, какие части учебного материала он знает, а какие — нет. В этом случае он более рационально распределяет свое время и познавательные ресурсы, уделяя их в большей степени именно тем темам и разделам предмета, которые действительно нуждаются в изучении.

Существуют десятки исследований, в которых положение о связи качества метакогнитивных навыков и академической успешности находит эмпирическую поддержку. Основной вывод из этих исследований состоит в том, что учащиеся, обладающие более совершенными навыками мониторинга собственных знаний и интеллектуальных ресурсов, демонстрируют лучшую успеваемость (см., например, цикл работ З. Тобиаса и Х. Эверсона (Tobias, Everson, n.d.)). В то же время точность метакогнитивного мониторинга у многих учащихся оставляет желать лучшего. Наиболее ярко искажения мониторинга проявляются в эффекте

⁵¹ Исследование выполнено при поддержке гранта РГНФ и БКО № 14-16-40010 а(р).

сверхуверенности, когда учащийся слишком оптимистично оценивает свои знания и познавательные возможности (Hacker et al., 2008). Сверхуверенность в этом случае может становиться фактором систематической неуспеваемости в учении.

Указанное противоречие побуждает исследователей искать ответ на вопрос о психологических механизмах метакогнитивного мониторинга. В качестве возможных причин, которые могут вызывать иллюзии знания на фоне его отсутствия, предлагаются эвристические процессы (Metcalf, 1998). В основе этого подхода лежит представление об эвристиках, введенное А. Тверски и Д. Канеманом, согласно которому они рассматриваются как мыслительные стратегии, которые способствуют экономии когнитивных ресурсов, но вместе с тем могут становиться источником различных познавательных ошибок (Канеман, 2014). Применительно к исследованиям метапознания речь идет о том, что субъект облегчает себе решение задачи на оценку собственной когнитивной активности, но не имеет никакой гарантии, что такая оценка будет адекватной. Именно эта особенность использования эвристик создает риск построения неточных (как правило, чрезмерно оптимистичных) метакогнитивных суждений. В своих исследованиях А. Кориат показал, что существенную роль в возникновении суждений чувства знания (*feeling of knowing*) играет фактор доступности релевантного материала или легкость его извлечения, если речь идет о мнемических задачах. Оценка человеком того, какая информация хранится и, следовательно, может быть извлечена из его памяти, осуществляется на основе своеобразных когнитивных подсказок: ассоциативно связанных с припоминаемым материалом образов, понятий, впечатлений и т.п. При этом важна не столько действительная связь этих сигналов с хранимой информацией, сколько их количество и интенсивность (Koriat, 1993; Koriat et al., 1998). Поэтому *на основе доступности человек выводит умозаключение о том, что он что-то знает независимо от наличия знания.*

Центральной задачей нашего исследования является эмпирическая проверка предположения о связи эвристики доступности и метакогнитивного мониторинга решения тестов знаний, выполняемых в рамках освоения различных учебных курсов. Основным исследовательским приемом в приведенном цикле является парадигма калибровки (реализма) уверенности. Суть ее в том, что до начала, в процессе или после решения задачи испытуемый должен сформулировать метакогнитивные суждения о том, насколько успешно он сможет решить, решает или уже решил данную задачу. Таким образом, калибровка представляет собой сопоставление субъективной (метакогнитивные суждения о решении) и объективной (успешность решения) картины выполнения задачи. В связи с изложенным возникает несколько исследовательских вопросов, на кото-

рые мы попытались ответить в описанных ниже исследованиях. Во-первых, воспроизводятся ли эффекты взаимосвязи между доступностью материала и метакогнитивным мониторингом на материале суждений другого типа — суждений уверенности в решении? Во-вторых, присутствуют ли эти взаимосвязи не в лабораторном контексте, а в процессе реальной учебной работы, при выполнении теста знаний в аудитории? Актуальность этого вопроса определяется двумя обстоятельствами: 1) эвристические процессы в метапознании изучаются пока при помощи таких процедур, которые, как правило, трудно встроить в образовательные исследования; 2) есть эмпирические данные, которые указывают на то, что введение в ситуацию исследования образовательного контекста существенно меняет характеристики метакогнитивной активности. Наконец, в-третьих, как соотносятся между собой доступность материала, суждения мониторинга и успешность выполнения тестов знания?

Серия 1. Испытуемые: студенты факультета иностранных языков 2 и 4 курсов КГУ им. К.Э. Циолковского (Нобщ. = 62). Студентам предлагался тест знаний с четырьмя вариантами ответа по курсу «Психология практического мышления». Оценка доступности извлечения ответа производилась во время выполнения теста по 4-балльной шкале от «1 — ответ было трудно припомнить» до «4 — ответ было легко припомнить». Уверенность в решении каждого пункта теста измерялась по 5-балльной шкале от «1 — совсем не уверен» до «5 — полностью уверен». Вычислялась парная корреляция (по Спирмену) между средними показателями доступности, уверенности в решении и успешности. Обнаружена высокая положительная корреляция между переменными доступности и уверенности в решении теста: $r = .79$, $p = .000$. При этом связь между уверенностью в решении и знанием отсутствовала: $r = .033$.

Серия 2. Испытуемые: студенты Института педагогики и филологического факультета 2 курса КГУ им. К.Э. Циолковского (Нобщ. = 91). Предлагался тест знаний с четырьмя вариантами ответа по дисциплине «Возрастная психология». Процедура и способы оценки переменных были теми же. Обнаружена высокая положительная корреляция между переменными доступности и уверенности в решении теста: $r = .77$, $p = .000$. В то же время обнаружена положительная корреляция между уверенностью в решении и успешностью: $r = 0.28$, $p = .007$. Интересующая нас взаимосвязь между уверенностью в решении и доступностью материала теста в данном случае может определяться третьей переменной — предметным знанием, измеренным как успешность выполнения теста. Для того чтобы выяснить, как переменные предметного знания и доступности материала связаны с метакогнитивным мониторингом независимо от влияния третьей переменной, были вычислены коэффициенты

частной корреляции. Взаимосвязь между доступностью материала и уверенностью в решении теста практически не изменилась при условии исключения влияния переменной предметного знания: $r_{xy-z} = .82$, $p = .000$. В тоже время корреляция между уверенностью в решении и успешностью при контроле переменной доступности становится незначимой: $r_{xy-z} = .12$.

Серия 3. Испытуемые: учащиеся 10 классов МБОУ СОШ № 21 г. Калуги (N = 59). Предлагался тест знаний с четырьмя вариантами ответа по дисциплине «Русский язык». Процедура и способы оценки переменных были теми же. Обнаружена высокая положительная корреляция между переменными доступности и уверенности в решении теста: $r = .80$, $p = .000$. При этом связь между уверенностью в решении и знанием отсутствовала: $r = .24$.

Определенным ограничением результатов трех серий нашего исследования является процедура, которая предполагала, что испытуемый попутно делает оценки легкости припоминания ответов теста и выносит суждения уверенности в решении пункта теста. Это обстоятельство могло быть артефактом исследования, поскольку испытуемый мог, опираясь на инструкцию, основывать свои суждения уверенности в решении на оценках доступности, которые он только что произвел. Отсюда и высокие корреляционные связи, полученные в исследовании. Для снятия данного эффекта процедура была изменена таким образом, что был использован объективный критерий измерения легкости извлечения материала испытуемым. Таким показателем стало *время, которое испытуемый затрачивает на извлечение ответа по пункту теста*. Была разработана процедура оценки времени решения тестового задания на общее знание с четырьмя вариантами ответов и уверенности в данном ответе на базе программы PsychoPy (Pierce, 2007).

Серия 4. Испытуемые: студенты 2 курса Института социальных отношений, факультета иностранных языков и психологического факультета КГУ им. К.Э. Циолковского (N = 98). Предлагался тест общей осведомленности с четырьмя вариантами ответа. Обнаружена отрицательная корреляция между временем извлечения и уверенностью в решении пунктов теста: $r = -.38$, $p < .01$. В тоже время есть и связь между уверенностью в решении и успешностью: $r = .53$, $p < .01$. Взаимосвязь между доступностью материала, измеренной через показатель времени извлечения, и уверенностью в решении теста при условии исключения влияния переменной предметного знания : $r_{xy-z} = -0,28$, $p < .05$.

Серия 5. Испытуемые: студенты 2 курса факультета психологии КГУ им. К.Э. Циолковского (N = 34). Предлагался тест с четырьмя вариантами ответов по дисциплине «Педагогическая психология». Обнаружена отрицательная корреляция между временем извлечения и уверенностью

в решении пунктов теста: $r = -.41$, $p = .018$. Корреляция между предметным знанием и уверенностью в решении не значима: $r = .16$.

Выводы

1. Получена и воспроизведена взаимосвязь между эвристическими процессами (доступность извлечения учебного материала) и метакогнитивным мониторингом решения тестов знаний (уверенностью в решении тестов знания).

2. Эффекты соотношения эвристических процессов и метакогнитивного мониторинга наблюдаются не только для ситуации лабораторного эксперимента, но и для решения задач в образовательном контексте.

3. Эвристическая оценка доступности извлечения является независимым от предметного знания фактором, который определяет изменчивость суждений уверенности в решении. При этом она может увеличивать уверенность в знании на фоне относительно низкой успешности в решении теста. Таким образом, эвристика доступности становится источником иллюзии знания, преимущественно сверхуверенности.

Литература

- Канеман Д.* Думай медленно... решай быстро. М.: АСТ, 2014.
- Hacker D.J., Bol L., Keener M.C.* Metacognition in education: A focus on calibration // Handbook of metamemory and memory / Под ред. R. J. Dunlosky. Psychology Press, 2008. С. 429–455.
- Koriat A.* How do we know that we know? The accessibility model of the feeling of knowing. // Psychological review. 1993. Vol. 100. No. 4. P. 609–639.
- Koriat A., Nussinson R., Bless H., Shaked N.* Information-based and experience-based metacognitive judgments: Evidence from subjective confidence // Handbook of metamemory and memory / Под ред. R. J. Dunlosky. Psychology Press, 2008. С. 117–136.
- Metcalf J.* Cognitive optimism: Self-deception or memory-based processing heuristics? // Personality and Social Psychology Review. 1998. Vol. 2. No. 2. P. 100–110.
- Peirce J.W.* PsychoPy: psychophysics software in Python // Journal of neuroscience methods. 2007. Vol. 162. No. 1. P. 8–13.
- Tobias S., Everson H.T.* Knowing what you know and what you don't: Further research on metacognitive knowledge monitoring. 2002. Retrieved from <http://research.collegeboard.org/sites/default/files/publications/2012/7/researchreport-2002-3-metacognitive-knowledge-monitoring.pdf>.

Where Illusion of Knowledge Comes From: Accessibility of Material Extraction as a Mechanism of Solving Metacognitive Monitoring

Fomin A.E. *

fomin72-72@mail.ru

Kaluga state university of K.E. Tsiolkovskogo, Kaluga, Russia

Abstract. The present research checked the hypothesis of an interaction between accessibility heuristics and metacognitive monitoring of knowledge tests fulfillment. Five experimental series proved heuristic evaluation of accessibility to be independent from determining the unsteadiness of confidence judgments factor of knowledge on the subject. Accessibility heuristics tend to increase confidence judgment, while test fulfillment results are relatively low and consequently tend to be the reason for the appearance of illusion of knowledge.

Keywords: metacognitive monitoring, accessibility heuristics

НЕЙРОМЕДИАТОРНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ «ПСИХОТИПА» НА СТАДИИ ЯЙЦЕКЛЕТКИ? ПРОСТЫЕ НЕРВНЫЕ МОДЕЛИ СВИДЕТЕЛЬСТВУЮТ⁵²

Хабарова М.Ю. (1), Воронежская Е.Е. * (1), Мельникова В.И. (1),
Харченко О.А. (1), Ивашкин Е.Г. (2)

lenavor@gmail.com

1 – Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН,

2 – ФГБНУ Научный центр неврологии

Аннотация. Характер двигательной активности является базовой составляющей психотипа. Хотя паттерны активности имеют генетическую предрасположенность, они пластичны в развитии. Адаптации, формирующиеся на самых ранних стадиях развития и имеющие негенетическую основу, называются материнскими эффектами. На модели моллюсков и рыб мы показали, что уровень серотонина в репродуктивной системе матери определяет динамику развития, выживаемость и поведение потомков вплоть до второго поколения. В основе механизма такой долговременной модификации лежит серотонилирование, которое происходит в бластомерах при высоком содержании серотонина и активации мембранных рецепторов. Таким образом, у зародыша уже в организме матери формируется приспособленность к условиям среды, с которой он встретится только в будущем, после рождения или вылупления.

Ключевые слова: материнские эффекты, серотонин, сезонные осцилляции, моллюски, серотонилирование

Типологические особенности психики — «психотип» — лежат в основе как простых поведенческих программ, так и высших когнитивных процессов. В настоящее время активно разрабатываются экспериментальные подходы, позволяющие приблизиться к пониманию причин и механизмов передачи психологических свойств от родителей к детям. Наиболее состоятельными на данном этапе являются генетические или эпигенетические подходы к наследованию базовых свойств психики, влиянию на формирование поведения факторов внешней среды. Достоверно показано, например, что разные уровни материнской заботы (Weaver et al., 2004), диета взрослой самки (Waterland, Jirtle, 2003), сочетанные с запахом травмирующие переживания у самцов (Dias, Ressler, 2014) вызывают метилирование определенных участков ДНК, модифицирующее фенотип и поведение потомков. С другой стороны, не подлежит сомнению, что формирующиеся свойства психики пластически перестраиваются в процессе

⁵² Работа поддержана грантами РФФИ № 15-04-07573, 14-04-32027.

воспитания, собственного опыта, адаптации в социуме и т.п. Эти два уровня — генетический и социокультурный — значительно разнесены во времени. На промежуточном этапе, во время эмбрионального развития, генетические свойства уже определены, а влияние социума минимально. Именно в этот период, начиная с оплодотворенной яйцеклетки и до процесса рождения (или вылупления), значимым каналом информации является химическое окружение зародыша. В случае внутриутробного развития химическая коммуникация между матерью и зародышем сопровождает весь процесс эмбриогенеза, в других случаях такая коммуникация возможна только на начальных этапах формирования зародыша. Какие же из множества приходящих от матери химических стимулов могут оказывать долговременный, отсроченный эффект? Могут ли они предопределять спектр поведенческих реакций молодой особи, программируя таким образом психотип потомка?

Еще в конце 50-х – начале 60-х годов XX века было обнаружено, что некоторые моноамины и другие низкомолекулярные вещества, являющиеся во взрослом организме передатчиками нервных импульсов — нейромедиаторами, — присутствуют уже на стадиях раннего развития, задолго до появления нервной системы (Бузников, Манухин, 1961). Такие вещества, как дофамин, норадреналин, серотонин, содержатся в ооцитах и дробящихся эмбрионах животных самой разной систематической принадлежности (Бузников, 1987; Vuznikov et al., 2001). В дальнейшем в регуляции развития стала рассматриваться роль всей моноаминергической системы, включающей как сами медиаторы и их предшественники, так и ферменты синтеза и деградации медиаторов, их транспортеры и рецепторы. Одновременно с этим направлением исследований формировалась концепция трансмиссивно-зависимого поведения взрослых особей (Сахаров, 1990, 2012), когда повышение уровня определенного медиатора приводит к запуску комплекса связанных между собой поведенческих программ. Так, серотонин активизирует моторные программы локомоции, захвата и поглощения пищи, а также сопутствующие им вегетативные программы (например сердцебиение) (Дьяконова, 2012). Подавляющее большинство этих работ было выполнено на беспозвоночных или низших позвоночных животных, которые обладают набором простых поведенческих программ, а строение их нервной системы позволяет проводить анализ поведения на уровне идентифицированных нервных клеток и клеточных ансамблей.

В наших экспериментах мы попытались выяснить, связаны ли между собой уровень серотонина на стадиях яйцеклетки и раннего дробления (задолго до появления нервной системы) и степень проявления серотонин-зависимых моторных программ. Для этой цели мы использовали пресноводных моллюсков (большой прудовик, *Lymnaea stagnalis*) и костистых рыб (данио, *Brachidanio rerio*). Эмбриогенез этих животных

подробно изучен, описано формирование нервной системы, становление различных поведенческих программ и их медиаторная зависимость. Отработаны способы иммунохимического выявления серотонина в индивидуальных клетках, методики фармакологического воздействия и регистрации поведенческих паттернов. Эти методологические наработки позволили нам выявить разницу в поведении между нормальными (контрольными) животными и особями с измененным уровнем серотонина. Сначала мы показали, что у обоих выбранных объектов серотонин содержится в клетках, начиная со стадии яйцеклетки. При этом с самого начала эмбриогенеза присутствуют и функционально активны все компоненты серотонинергической системы. Активно осуществляется захват серотонина из окружающей среды, его транспорт, синтез из биохимических предшественников, экспрессируются мембранные рецепторы (Voronezhskaya et al., 2012). Чтобы изменить уровень серотонина (5-НТ) внутри клеток у раннего развивающегося зародыша, мы или блокировали его синтез, снижая таким образом содержание медиатора, или активировали, давая непосредственный биохимический предшественник (5-НТР). Воздействие оказывалось как непосредственно на дробящиеся зародыши (самые ранние стадии развития), так и на половозрелых особей (матерей). Во втором случае от экспериментальных животных собирались яйца, которые в дальнейшем развивались без какого-либо воздействия. Все эксперименты проводились на генетически сходных зародышах, полученных из одной кладки, каждый эксперимент повторялся не менее трех раз с использованием не менее 5 повторов экспериментальных групп, число особей в каждой экспериментальной группе было 25–40. Следует подчеркнуть, что оба экспериментальных подхода моделируют активность серотонинергической системы родителей, потому что и у моллюсков, и у рыб серотонин внутрь яйцеклетки может попасть только из окружающих тканей организма матери.

Интересно, что снижение уровня серотонина не приводило ни к каким существенным изменениям ни в развитии, ни в моторике развивающихся зародышей, ни в поведении ювенильных особей. Напротив, повышение серотонина внутри яйцеклетки и в период дробления направленно изменяло разворачивающиеся в развитии моторные программы. Так, у зародышей прудовиков существенно (в 1.5–1.7 раза) повышалась скорость вращения в яйце, вызываемая биением ресничек ($n = 90$). Вылупившиеся из яйца ювенильные моллюски проявляли значимые компоненты программы расселения: скорость ползания превышала движение контрольных особей в 1.7–2 раза ($n = 130–150$), чаще использовалась мышечная локомоция (*terrestrial locomotion*), более 50 % особей выползали над поверхностью воды на расстояние, в несколько десятков раз превышающее размер ювенильного моллюска ($n = 60$). Этот комплекс поведения

сохранялся в течение месяца после вылупления, а некоторые его компоненты (повышенная скорость локомоции) проявлялись даже у второго поколения экспериментальных животных ($n = 180$). У личинок данио с повышенным уровнем серотонина на стадиях дробления скорость плавания экспериментальных 2-х и 4-х дневных мальков не отличалась от скорости плавания контрольных ($n = 80$). Однако в то время как контрольные мальки в ответ на тактильный стимул совершали лишь несколько плавательных движений и эта реакция достаточно быстро угасала, экспериментальные животные реагировали на такой же стимул более длительным интервалом плавания с низкой скоростью угасания ($n = 72$). Все перечисленные параметры локомоции хорошо изучены и являются компонентами серотонин-зависимого поведения.

Фармакологические эксперименты и биохимический анализ тканей зародышей позволили нам предположить возможный механизм, лежащий в основе отставленных, длительных модуляций серотонинергической системы у ювенильных особей, происходящих у них при изменении уровня серотонина на стадии яйцеклетки и раннего дробления. Мы показали, что серотонин не только синтезируется внутри бластомеров и захватывается ими из окружающей среды, но и активно выбрасывается наружу. В свою очередь, активация мембранных рецепторов запускает цАМФ-зависимый каскад внутриклеточных реакций, приводящий к долговременным изменениям внутри бластомеров. Одним из таких возможных изменений является посттрансляционная модификация белков. В нашем случае это специфическое ковалентное связывание серотонина с белками, происходящее при активации фермента транслутаминазы — серотонилирование (Hummerich et al., 2012; Muma, Mi, 2015). Серотонилирование является необратимым и сохраняется значительное время, до момента деградации белка протеасомами. Наши эксперименты выявили, что серотонилирование действительно происходит и существенно усиливается именно на стадиях раннего дробления, при условиях, описанных нами выше. Серотонилированные белки присутствуют также и на более поздних стадиях, когда начинает формироваться нервная система, но их профиль существенно не меняется при повышении внутриклеточного серотонина и активации рецепторов (три эксперимента, для каждой из пяти экспериментальных групп использовано 600–800 зародышей). Прямое измерение количества серотонина показало, что его достоверно больше (на 40–60 %, $p < .005$) у ювенильных особей прудовиков, у матерей которых серотонин экспериментально был повышен. У данио, серотонин которых был экспериментально повышен на ранних стадиях дробления, серотонинергические клетки в определенных зонах мозга появлялись на два дня позже, чем у контрольных особей ($n = 15$). Следует отметить, что полученные в эксперименте изменения серотонин-зависимого поведения

совпадают с наблюдаемыми нами естественными сезонными модуляциями. Так, в летний период наиболее ярко выражены все компоненты расселительного поведения ювенильных прудовиков ($n = 140-160$). И именно в этот период уровень серотонина в половых путях материулитки является максимальным ($n = 27$). А минимальный уровень моторной активности ювенилей, наблюдаемый осенью ($n = 120-140$), коррелирует с наименьшим уровнем серотонина у матерей ($n = 27$). В настоящее время мы даже не можем предположить, через какое множество внутри- и межклеточных взаимодействий связаны между собой серотонилирование в раннем дроблении и изменение серотонин-зависимых программ ювенильных особей. Однако наши эксперименты однозначно показывают, что серотонин участвует в реализации длительных, отставленных эффектов, выполняя роль интегратора физиологических процессов на разных стадиях развития. А для реализации этих эффектов на уровне поведения ювенильного животного существенное значение имеет баланс уровня серотонина внутри и снаружи клеток уже на стадии яйцеклетки и раннего дробления.

Уровень или степень реализации моторных программ является одной из базовых частей, характеризующих психотип. Разумеется, остается вопрос о том, можно ли применять само понятие «психотип» к низшим позвоночным и уж тем более к беспозвоночным животным? Но аналогии вполне допустимы. Так, можно провести смелое сравнение между активной моторикой при расселении ювенильных моллюсков и возникающей гиперактивностью детей. Если помнить, что в основе психотипа лежит совокупность физиологических процессов возбуждения и торможения, то именно простые нервные модели дают нам уникальную возможность исследовать клеточные и молекулярные механизмы его формирования, начиная со стадии яйцеклетки.

Литература

- Бузников Г. Нейротрансмиттеры в эмбриогенезе. М.: Наука, 1987.
- Бузников Г., Манухин Б. Серотонин-подобные вещества в эмбриогенезе некоторых брюхоногих моллюсков // Журнал общей биологии. 1961. Т. 22. С. 223–229.
- Дьяконова В. Нейротрансмиттерные механизмы контекст-зависимого поведения // Журнал высшей нервной деятельности. 2012. Т. 62. № 6. С. 1–17.
- Сахаров Д. Биологический субстрат генерации поведенческих актов // Журнал общей биологии. 2012. Т. 73. № 5. С. 334–348.
- Сахаров Д.А. Множественность нейротрансмиттеров: функциональное значение // Журнал эвол. биохим. физиол. 1990. Т. 26. № 5. С. 733–741.

- Buznikov G.A., Lambert W.H., Lauder J.M.* Serotonin and serotonin-like substances as regulators of early embryogenesis and morphogenesis // *Cell and tissue research*. 2001. Vol. 305. No. 2. P. 177–186.
- Dias B.G., Ressler K.J.* Parental olfactory experience influences behavior and neural structure in subsequent generations // *Nature neuroscience*. 2014. Vol. 17. No. 1. P. 89–96.
- Hummerich R., Thumfart Jö.-O., Findeisen P., Bartsch D., Schloss P.* Transglutaminase-mediated transamidation of serotonin, dopamine and noradrenaline to fibronectin: evidence for a general mechanism of monoamination // *FEBS letters*. 2012. Vol. 586. No. 19. P. 3421–3428.
- Muma N.A., Mi Z.* Serotonylation and transamidation of other monoamines // *ACS Chemical Neuroscience*. 2015. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25615632>.
- Voronezhskaya E.E., Khabarova M.Y., Nezlin L., Ivashkin E.* Delayed action of serotonin in molluscan development // *Acta Biologica Hungarica*. 2012. Vol. 63. P. 210–216.
- Waterland R.A., Jirtle R.L.* Transposable elements: targets for early nutritional effects on epigenetic gene regulation // *Molecular and cellular biology*. 2003. Vol. 23. No. 15. P. 5293–5300.
- Weaver I.C., Cervoni N., Champagne F.A., D'Alessio A.C., Sharma S., Seckl J.R., Dymov S., Szyf M., Meaney M.J.* Epigenetic programming by maternal behavior // *Nature neuroscience*. 2004. Vol. 7. No. 8. P. 847–854.

Can Neurotransmitters Program “Psycho-Type” At The Oocyte Developmental Stage? Evidences From a Simple Neural Model

Khabarova M.Yu. (1) , Voronezhskaya E.E. *(1), Melnikova V.I. (1) ,
Kharchenko O.A. (1), Ivashkin E.G. (2)

lenavor@gmail.com

1 — Institute of Developmental Biology, Russian Academy of Sciences,
2 — Department of Experimental Neurocytology, Brain Research Branch,
Scientific Centre of Neurology, Russian Academy of Medical Sciences

Abstract. Locomotor activity is one of the basic features of psycho-type. Although activity patterns are determined genetically, they are characterized by developmental plasticity. Non-genetic adaptations formed at very early developmental stages are called maternal effects. On the snail and fish experimental models, we demonstrated that the serotonin level in maternal reproductive systems determines the dynamics of development, survival and behavior of progeny up to the second generation. One of the mechanisms of such long-term modification is the serotonilation of proteins in blastomers, which requires a high serotonin level and activation of membrane receptors. Thus, while still in the mother's body, an embryo acquires the adaptation to the environmental conditions they will be facing in the future, after birth or hatching.

Keywords: maternal effects, serotonin, seasonal changes, mollusks, serotonylation

ПРИ СПОНТАННЫХ СБОЯХ ВНИМАНИЯ ЗАТРОНУТ ПРЕДВНИМАТЕЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ⁵³

Чернышев Б.В. * (1,2), Лазарев И.Е. (1), Новиков Н.А. (1),
Брызгалов Д.В. (1,2), Хусяинова Г.Р. (1), Молчанова Д.В. (1,2)

bchernyshev@hse.ru

1 — Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»; 2 — Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Аннотация. Анализ потока сенсорной информации, позволяющий осуществлять поведение в реальном времени, возможен лишь при условии задействования предвнимания. Спонтанные ошибки в поведении могут возникать как следствие сбоев данного механизма. В настоящем исследовании при реализации конденсационной задачи показано позитивное смещение вызванного потенциала перед спонтанными ошибками и пропусками — двумя основными проявлениями сбоев внимания. Выраженность эффекта в пределах компонента вызванного потенциала P2 говорит о том, что сбои внимания возникают как результат нарушений на предвнимательном уровне. Эффект, предположительно, возникает как результат конкуренции за ресурсы между текущей экспериментальной задачей и некоторыми скрытыми процессами. Переключение между основной и конкурирующей задачей, предположительно, осуществляется по нисходящему механизму внимания.

Ключевые слова: предвнимание, сбои внимания, слуховые вызванные потенциалы, нисходящие механизмы

Своевременный анализ широкого потока сенсорной информации, поступающего от органов чувств, возможен лишь при условии задействования механизмов предвнимания, осуществляющих параллельную обработку множественных сигналов и множественных признаков каждого сигнала. Считается, что автоматическая (предвнимательная) обработка информации в слуховой модальности занимает приблизительно 200 мс после включения стимула — так называемое «временное окно интеграции» (Näätänen et al., 2011).

В силу структурных и функциональных ограничений, налагаемых организацией мозга, предвнимательная обработка информации ожидаемо должна модулироваться нисходящими влияниями, осуществляющими фильтрацию и/или аттенюацию входных сигналов уже на ранних этапах

⁵³ Исследование осуществлено в рамках программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2014–2015 годах.

обработки. Например, относительно недавно было показано, что негативность рассогласования, которая сама по себе считается одним из наиболее ярких психофизиологических коррелятов автоматических (предвнимательных) процессов, может модулироваться инструкцией испытуемому избирательно обращать внимание на определенные аспекты стимулов; объяснение данного феномена строится на основе допущения нисходящей модуляции репрезентации звукового стимула (Sussman et al., 2007).

Классическими примерами нисходящей модуляции предвнимательной обработки информации на уровне сенсорных репрезентаций являются процессная негативность — негативное смещение потенциала при условии внимания (Näätänen et al., 1978), а также позитивность подавления — позитивное смещение потенциала при невнимании к стимулу (Degerman et al., 2008). Описано также увеличение компонента P2 — то есть положительное смещение потенциала с при снижении внимания и подавлении обработки сенсорной информации (Tong et al., 2009). Все указанные феномены наиболее выражены в пределах «временного окна интеграции» — то есть первых 200 мс после включения стимула.

В упомянутых выше исследованиях направление внимания задавалось явным образом инструкцией испытуемому. Спонтанные отвлечения внимания в данном аспекте остаются малоизученными. Одним из видов спонтанного отвлечения внимания является уход в свои мысли — переключение внимания от выполнения текущей задачи на значимые для человека переживания, связанные с его прошлым опытом, текущими или будущими событиями его жизни, — с сопутствующим подавлением обработки сенсорных стимулов (Smallwood et al., 2008). Также внимание может переключаться на сенсорные стимулы, нерелевантные к задаче, выполняемой испытуемым.

В настоящее время исследованы электрофизиологические проявления спонтанных сбоев внимания у бодрствующего человека во время выполнения слуховой задачи, создающей высокую нагрузку на систему когнитивного контроля (Осокина и др., 2012). Согласно нашей гипотезе, при спонтанных отвлечениях внимания от выполнения текущей задачи происходит подавление обработки информации о стимулах на уровне ранних предвнимательных процессов, которые, в свою очередь, регулируются опережающим (тоническим) нисходящим контролем. Три временных уровня — тоническое состояние, ранние автоматические процессы предвнимания и поздние процессы собственно внимания — мы рассматриваем как базовую конструкцию, обеспечивающую селекцию релевантных стимулов в реальном времени на основе не только восходящих влияний в ответ на стимул, но и нисходящих влияний, осуществляющих преднастройку сенсорной обработки.

Методика

Использована конденсационная задача, создающая высокую когнитивную нагрузку и моделирующая целенаправленную деятельность человека по распознаванию сложных стимулов и выбору ответов на них. Испытуемые в целом выполняют данную задачу на достоверно неслучайном уровне, совершая, однако, значительное количество ошибок (неправильных ответов) и пропусков (отказов от совершения ответа) (Осокина и др., 2012), не связанных с сенсорными ограничениями различимости стимулов.

Проведено два эксперимента, различавшихся особенностями слуховой конденсационной задачи. Стимулами собственно конденсационной задачи служили четыре звука (все целевые), каждый из которых мог быть «низким» (500 Гц) или «высоким» (2000 Гц), а также «чистым» или «зашумленным» (тот же звук с наложенным на него белым шумом). Эксперимент 1 включал в себя только указанные четыре стимула, предъявляемые равновероятно в псевдослучайной последовательности. В эксперименте 2 в конденсационную задачу дополнительно к указанным выше целевым стимулам вводили частые нецелевые стимулы — дистракторы (тоны 400 Гц) в соотношении 4:1. Распределение дистракторов в последовательности стимулов конденсационной задачи также было псевдослучайным.

Основная особенность примененной конденсационной задачи состоит в том, что правильный ответ можно выбрать лишь на основе сочетания признаков (высота и зашумленность); учет любого из признаков в отдельности не позволяет решать задачу выше случайного уровня. Выделяли три варианта типов реакции: правильный ответ (нажатие на верную кнопку), ошибочная реализация (нажатие на неверную кнопку) и пропуск (отказ от нажатия на кнопку).

Амплитуды компонентов вызванного потенциала измеряли от нулевой линии. Мощность электроэнцефалограммы в альфа-диапазоне (8–13 Гц) вычисляли в предстимульном интервале длительностью 1000 мс с помощью быстрого преобразования Фурье. Перед выполнением конденсационной задачи регистрировали электроэнцефалограмму в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами; вычисляли мощность альфа-ритма покоя. Статистический анализ проводили с помощью дисперсионного анализа с повторными измерениями; применяли поправку Гринхауза-Гейссера. Для верификации применяли пермутационную статистику и «джекнайфинг».

Результаты и их обсуждение

Показано позитивное смещение вызванного потенциала перед ошибками и пропусками — двумя основными проявлениями сбоев внимания.

В эксперименте 1 данный эффект проявлялся в пределах пика P2, в эксперименте 2 — распространялся на P2 и N2. Увеличенная амплитуда компонента P2 перед сбоями внимания находится в согласии с гипотезой о том, что непосредственно перед ошибками и пропусками развиваются фазические тормозные процессы или ослабевают возбуждательные процессы (Tong et al., 2009). Это приводит к частичной остановке в обработке стимула, что, в свою очередь, ведет к неточности в репрезентации стимула и повышению вероятности совершить ошибку.

Наблюдаемый эффект происходит в пределах «временного окна интеграции», процессы в котором считаются автоматическими (Näätänen et al., 2011). Соответственно, наши результаты показывают, что сбои внимания возникают как результат нарушений на предвнимательном (автоматическом) уровне обработки сенсорной информации. Знак эффекта — положительное смещение потенциала при невнимании — соответствует данным, полученным при принудительной манипуляции вниманием (Degerman et al., 2008; Näätänen et al., 1978; Tong et al., 2009).

Как более ранний компонент вызванного потенциала N1, так и более поздний компонент P3 не проявили связи со сбоями внимания. Постоянство компонента N1 говорит о том, что ошибки и пропуски не связаны с вариациями физических параметров стимулов или со значимыми колебаниями неспецифических аспектов состояния испытуемых. Отсутствие различий в компоненте вызванного потенциала P3 перед ошибками в сравнении с правильными ответами говорит о том, что во временном интервале опознания стимула и принятия решения ошибочная информация остается неотличимой от истинной информации — т.е., иными словами, критические события, ведущие к ошибке, происходят ранее на предвнимательных этапах создания сенсорных репрезентаций.

В эксперименте 1 предстимульная мощность альфа-ритма перед пропусками была в целом по группе испытуемых достоверно ниже, чем перед правильными ответами. Кроме того, в обоих экспериментах для выраженности предстимульного альфа-ритма обнаружено взаимодействие факторов «Выполнение задачи» и «Мощность альфа-ритма покоя». Правильному выполнению задачи соответствовала бóльшая по сравнению с ошибками мощность предстимульного альфа-ритма у тех испытуемых, у которых мощность альфа-ритма в покое (в отсутствии задачи) была относительно велика — и меньшая у тех, у которых она была мала. Данные результаты в совокупности указывают на генерацию предстимульного состояния, предположительно связанного с вовлечением в некоторые скрытые когнитивные процессы, конкурирующие с основной экспериментальной задачей. Кроме того, в эксперименте 2 выявлено повышение предстимульной мощности альфа-ритма перед дистракторами по мере приближения к очередному целевому стимулу. Этот результат го-

ворит о снижении интерференции с отвлекающими процессами по мере увеличения ожидаемой вероятности предъявления целевого стимула.

Заключение

Настоящее исследование показывает, что сбои внимания, ведущие к ошибкам и пропускам реакции, связаны с модуляцией процессов предвнимания, при конкуренции за внимание между текущей экспериментальной задачей и некоторыми спонтанными отвлекающими процессами. Спонтанные процессы, проявившие конкуренцию с выполнением основной задачи, могли представлять собой либо состояние ухода в свои мысли, либо обработку нерелевантной сенсорной информации. Переключение между выполнением основной и конкурирующей задачи предположительно осуществлялось по нисходящему механизму до поступления соответствующих стимулов — о чем говорит закономерная модуляция предстимульной мощности альфа-ритма.

Литература

- Осокина Е.С., Чернышев Б., Чернышева Е., Иванов М.* Слуховое внимание при бинарном выборе ответа на основе интеграции признаков стимула и реакции в зависимости от темперамента // Экспериментальная психология. 2012. Т. 5. № 4. С. 5–18.
- Degerman A., Rinne T., Särkkä A.-K., Salmi J., Alho K.* Selective attention to sound location or pitch studied with event-related brain potentials and magnetic fields // European Journal of Neuroscience. 2008. Vol. 27. No. 12. P. 3329–3341.
- Näätänen R., Gaillard A.W., Mäntysalo S.* Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted // Acta psychologica. 1978. Vol. 42. No. 4. P. 313–329.
- Näätänen R., Kujala T., Winkler I.* Auditory processing that leads to conscious perception: a unique window to central auditory processing opened by the mismatch negativity and related responses // Psychophysiology. 2011. Vol. 48. No. 1. P. 4–22.
- Smallwood J., Beach E., Schooler J.W., Handy T.C.* Going AWOL in the brain: Mind wandering reduces cortical analysis of external events // Journal of cognitive neuroscience. 2008. Vol. 20. No. 3. P. 458–469.
- Sussman E.S., Horváth J., Winkler I., Orr M.* The role of attention in the formation of auditory streams // Perception & psychophysics. 2007. Vol. 69. No. 1. P. 136–152.
- Tong Y., Melara R.D., Rao A.* P2 enhancement from auditory discrimination training is associated with improved reaction times // Brain research. 2009. Vol. 1297. P. 80–88.

Under spontaneous attentional lapses, the preattentive level of information processing is affected

**Chernyshev B.V. * (1,2), Lazarev I.E. (1), Novikov N.A. (1),
Bryzgalov D.V. (1,2), Khusyainova G.R. (1), Molchanova D.V. (1,2)**

bchernyshev@hse.ru

1 — National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; 2 — Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Abstract. The analysis of the flow of sensory information that would allow for real-time behavior is possible only on condition of the involvement of preattention. Spontaneous behavioral errors may be caused by a malfunction within this mechanism. In this study, during the implementation of the condensation task we found positive displacement of the evoked potential before spontaneous errors and response omissions: the two main manifestations of attentional failures. The timing of the effect within the P2 evoked potential component reveals that attentional failures occur as a result of a malfunction at the preattentive level. This effect presumably arises as a result of competition for resources between the current experimental task and some covert processes. Switching between the explicit task and its competitor is presumably implemented through the top-down mechanism of attention.

Keywords: preattention, attentional failures, auditory evoked potentials, top-down mechanisms

РОЛЬ САМООЦЕНКИ И ГЕНДЕРНЫХ РАЗЛИЧИЙ В ВОСПРИЯТИИ ПОЗИТИВНОЙ И НЕГАТИВНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПРИ РЕШЕНИИ АНАГРАММ⁵⁴

Шепелева Е.А. *, Валуева Е.А.

e_shep@rambler.ru

Московский городской психолого-педагогический университет, Москва;
Институт психологии Российской академии наук, Москва

Аннотация. Работа посвящена изучению индивидуальных различий во влиянии позитивной и негативной обратной связи на решение анаграмм. Двести сорок два ученика 3–7 классов (средний возраст 11.3) московских школ заполняли опросник Аврора-s и опросник общей самооффективности. После этого участники, разделенные на три группы, решали анаграммы с различными вариантами обратной связи (позитивная, негативная, нейтральная). Мы не обнаружили влияния типа обратной связи и взаимодействия с самооценочными факторами. Тем не менее мы выявили, что у мальчиков позитивная обратная связь приводила к значимому снижению успешности решения анаграмм вне зависимости от уровня самооценки. Данный эффект может быть объяснен мотивационными различиями мальчиков и девочек, проявляющимися в средней школе.

Ключевые слова: обратная связь, гендерные различия, самооценка, решение умственных задач, индивидуальные различия

Введение

В процессе обучения и воспитания перед педагогами, психологами и родителями часто встает вопрос о том, что является более эффективным для достижения наилучших результатов — поощрение верного выполнения или порицание неверного выполнения учебных заданий. Как в научной, так и в популярной психологической литературе этот вопрос вызывает широкий интерес (см., например: Прайор, 1995). Оба вида обратной связи могут быть весьма эффективны для разных целей. Например, в исследовании Plakht с соавт. было обнаружено, что высококачественная позитивная обратная связь при обучении будущих медсестер ассоциируется с более высокими академическими оценками студентов, с результативностью клинической практики и высокой самооценкой, тогда как высококачественная негативная обратная связь связана с более точной самооценкой студентов (Plakht et al., 2012). Вместе с тем существуют причины, мешающие эффективному использованию как по-

⁵⁴ Исследование поддержано грантом РГНФ, проект № 15-36-01305, и грантом президента РФ № МК 7584.2015.6.

зитивной, так и негативной обратной связи (Audia, Locke, 2003). Можно предположить, что индивидуальная чувствительность к похвале или критике модерируется определенными факторами — возрастными и гендерными различиями или личностными особенностями. Например, встречается достаточно много работ, исследующих влияние самооценки на последствия получения негативной или позитивной обратной связи. Показано, что студенты с высокой академической самооценкой после получения отрицательной оценки прохождения ими тестового задания ниже оценивали качество и значимость этого тестового задания (Maskinnon et al., 2015). Студенты с низкой самооценкой при получении ими негативной оценки в начале прохождения учебного курса демонстрировали более низкие достижения на экзамене, чем студенты с высокой самооценкой (Brockner et al., 1987). Также люди с высокой самооценкой испытывают меньший эмоциональный дискомфорт при столкновении с отрицательными результатами (Brown, 2010). В то же время имеет значение форма обратной связи — например, она может быть личностной или процессуальной и в зависимости от этого иметь разные последствия. В исследовании Skipper и Douglas дети, которые получали высокую оценку своих способностей, более негативно реагировали на последующую неудачу, чем дети, получавшие высокую оценку своих усилий или не получавшие никаких оценок (Skipper, Douglas, 2012). Таким образом, оба типа обратной связи могут быть полезны в различных ситуациях и для разных людей. Эффективность позитивной и негативной обратной связи следует изучать с учетом специфики индивидуальных и ситуативных особенностей. Важной задачей представляется поиск и изучение предикторов, определяющих влияние позитивной и негативной обратной связи на продуктивность деятельности и обучения.

Целью нашей работы было исследование самоэффективности, академической я-концепции и гендерных различий как факторов, модерирующих влияние обратной связи на решение умственных задач. Была выдвинута гипотеза о том, что для групп с низким уровнем самоэффективности и академической я-концепции более эффективной является позитивная обратная связь.

Материалы и процедура исследования

Был проведен эксперимент, в котором моделировались три типа обратной связи в процессе решения анаграмм. Испытуемые случайным образом были разбиты на три группы. Первая группа получала «позитивную» обратную связь — после решения каждой анаграммы испытуемому предъявлялось сообщение «Тебе удалось решить эту анаграмму!», если он решил анаграмму правильно, и не давалось никакой информации,

если он решил анаграмму неверно. Вторая группа получала «негативную» обратную связь — после решения каждой анаграммы испытуемому предъявлялось сообщение «Ответ неверный», если он решил анаграмму неправильно, и не давалось никакой информации, если он решил анаграмму правильно. Третья группа получала «нейтральную» обратную связь — испытуемых информировали как о каждом верном, так и о каждом неверном решении.

Всего испытуемые решали 20 анаграмм, на решение каждой анаграммы давалось не более 20 секунд. Измерялась точность решения анаграмм.

Помимо решения анаграмм испытуемые заполняли 2 опросника, измеряющие общую самооэффективность (Шварцер и др., 1996) и уровень академической я-концепции, т.е. представление об уровне своих академических способностей (опросник Аврора-s, являющийся частью диагностической батареи Аврора, базирующейся на концепции триархического интеллекта Стернберга (Chart et al., 2008; Mandelman et al., 2010). Также с помощью методики Аврора-g (Корнилов и др., 2009; Tan et al., 2009) оценивался уровень интеллекта испытуемых.

В исследовании приняли участие 242 учащихся 3–7 классов московских школ (средний возраст 11.33 года (стандартное отклонение – 1.52), 58 % девочек.

Результаты

Значимых различий между экспериментальными группами ни по одной из измеряемых переменных (точность решения анаграмм, уровень интеллекта, самооэффективность, Я-концепция) обнаружено не было. Также не было обнаружено различий по этим переменным между мальчиками и девочками. Корреляция интеллекта и точности решения анаграмм составила .5 ($p < .001$), связей между точностью решения анаграмм и другими переменными обнаружено не было.

Для проверки наших гипотез испытуемые были разбиты на три группы в зависимости от 1) уровня самооэффективности (высокий, средний, низкий) и 2) уровня академической я-концепции (высокий, средний, низкий). Был проведен 3×3 ANCOVA, в котором в качестве зависимой переменной выступала точность решения анаграмм, а в качестве межгрупповых факторов — тип обратной связи (позитивная, негативная, нейтральная) и самооэффективность (высокий, низкий, средний уровни). В качестве ковариаты выступал интеллект. Такой же анализ был проведен для переменной Я-концепция. В результате анализа не было выявлено ни значимых эффектов межгрупповых факторов, ни значимого взаимодействия между ними.

Дополнительно были проведены 2 ANCOVA (для мальчиков и девочек отдельно), где независимой переменной выступала точность решения анаграмм, а межгрупповым фактором — тип обратной связи (при контроле интеллекта). Мы обнаружили значимое влияние фактора обратной связи у мальчиков ($F(2,95) = 3.21, p = .450$), но не у девочек ($F(2,131) = 0.66, p = .515$). Сравнение групп мальчиков с разным типом обратной связи показало, что при позитивной обратной связи мальчики решают меньше анаграмм, чем при негативной ($p = .015$) и нейтральной ($p = .069$).

Обсуждение результатов и выводы

Таким образом, мы не получили экспериментального подтверждения нашей гипотезы — самооценка не оказалась фактором, опосредующим влияние типа обратной связи на решение задач. Такие результаты мы прежде всего объясняем возрастной спецификой наших испытуемых. С одной стороны, у них еще не сформировалась способность к адекватной самооценке. Наши данные показывают, что самооценка детей слабо дифференцирована (корреляция между шкалами опросников составляет .59–.75) и, возможно, завышена (корреляция шкал опросников с возрастом от $-.11$ до $-.19$). Более того, исследования ЭЭГ показывают, что у детей и взрослых различается активация структур мозга в ответ на положительную и отрицательную обратную связь — в отличие от взрослых, у детей 4–5 лет негативность, связанная с обратной связью (*feedback-related negativity*), не различалась для позитивной и негативной обратной связи. Помимо этого позитивная обратная связь (по сравнению с негативной) вызывала бóльшие амплитуды P1 и позитивной медленной волны в некоторых участках мозга (Mai et al., 2011).

Вместе с тем мы обнаружили гендерные различия в восприятии обратной связи: у мальчиков позитивная обратная связь приводила к значимому снижению успешности решения анаграмм. Существуют данные о мотивационных различиях между мальчиками и девочками при обучении в школе. Так, например, у мальчиков более выражена мотивация избегания усилий (Spinath et al., 2014). Возможно, что при получении позитивной обратной связи о своих достижениях мальчики быстрее удовлетворяются достигнутым уровнем и прикладывают меньше усилий для достижения более высоких результатов.

Перспективой работы станет проверка наших гипотез на взрослых испытуемых и репликация обнаруженных гендерных различий.

Литература

Корнилов С., Тан М., Хименко Д., Фролова Е., Мокринский Г., Стернберг Р., Григоренко Е. Проект Аврора: комплексная диагностика детской

- одаренности // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2009. Т. 6. № 3. С. 117–125.
- Прайор К.* Не рычите на собаку! О дрессировке животных и людей. М.: «Селена +», 1995.
- Шварцер Р., Ерусалем М., Ромек В.* Русская версия шкалы общей самооффективности Р. Шварцера и М. Ерусалема // Иностранная психология. 1996. № 7. С. 71–76.
- Audia P.G., Locke E.A.* Benefiting from negative feedback // *Human Resource Management Review*. 2004. Vol. 13. No. 4. P. 631–646.
- Brockner J., Derr W.R., Laing W.N.* Self-esteem and reactions to negative feedback: Toward greater generalizability // *Journal of Research in Personality*. 1987. Vol. 21. No. 3. P. 318–333.
- Brown J.D.* High self-esteem buffers negative feedback: Once more with feeling // *Cognition and Emotion*. 2010. Vol. 24. No. 8. P. 1389–1404.
- Chart H., Grigorenko E.L., Sternberg R.J.* Identification: The Aurora Battery // *Critical issues and practices in gifted education* / Ed. J.A. Plucker, C.M. Callahan. Prufrock Press, 2008.
- Fukumura K., van Gompel R.P., Pickering M.J.* The use of visual context during the production of referring expressions // *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 2010. Vol. 63. No. 9. P. 1700–1715.
- Mackinnon S.P., Smith S.M., Carter-Rogers K.* Multidimensional self-esteem and test derogation after negative feedback // *Canadian Journal of Behavioural Science / Revue canadienne des sciences du comportement*. 2015. Vol. 47. No. 1. P. 123–126. doi: 10.1371/journal.pone.0018774
- Mai X., Tardif T., Doan S.N., Liu C., Gehring W.J., Luo Y.-J.* Brain activity elicited by positive and negative feedback in preschool-aged children // *PloS one*. 2011. Vol. 6. No. 4. P. e18774.
- Plakht Y., Shiyovich A., Nusbaum L., Raizer H.* The association of positive and negative feedback with clinical performance, self-evaluation and practice contribution of nursing students // *Nurse education today*. 2013. Vol. 33. No. 10. P. 1264–1268.
- Schultz W.* Responses of midbrain dopamine neurons to behavioral trigger stimuli in the monkey // *Journal of neurophysiology*. 1986. Vol. 56. No. 5. P. 1439–1461.
- Skipper Y., Douglas K.* Is no praise good praise? Effects of positive feedback on children's and university students' responses to subsequent failures // *British Journal of Educational Psychology*. 2012. Vol. 82. No. 2. P. 327–339.
- Spinath B., Eckert C., Steinmayr R.* Gender differences in school success: what are the roles of students' intelligence, personality and motivation? // *Educational Research*. 2014. Vol. 56. No. 2. P. 230–243.
- Tan M., Aljughaiman A.M., Elliott J.G., Kornilov S.A., Ferrando Prieto M., Bolden D.S., Grigorenko E.* Considering language, culture and cognitive

abilities: The international translation and adaptation of the Aurora Assessment Battery // Multicultural psychoeducational assessment. 2009. P. 443–468.

The Role of Self-Esteem and Gender Differences in Positive and Negative Feedback Effects on Anagram Solving

Shepeleva E.A. *, Valueva E.A.

e_shep@rambler.ru

Moscow City University for Psychology and Education;
Institute of Psychology of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. We investigated the role of individual differences in positive and negative feedback effects on anagram solving. Two hundred and forty two students from Moscow schools (mean age 11.33 years) filled out the Aurora-s questionnaire and General Self-Efficacy Scale. Participants were divided into three groups and solved anagrams with different kind of feedback (positive, negative and neutral). We found neither a main effect of feedback type, nor its interaction with individual differences in the self-esteem measures. However, we did find that positive feedback had a detrimental effect on anagram solving in boys, regardless of self-esteem level. These findings could be explained by motivational differences between male and female students.

Keywords: feedback, gender differences, self-esteem, problem solving, individual differences

ИЗМЕНЧИВОСТЬ АКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НАСЕКОМЫХ: РОЛЬ КОНТЕКСТА⁵⁵

Шестаков Л.С. *, Веденина В.Ю. *

zicrona@yandex.ru; vedenin@iitp.ru

Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича, Москва

Аннотация. В нашей работе мы исследовали изменчивость сигналов ухаживания в нескольких группах насекомых, а именно у видов, использующих акустические сигналы слышимого диапазона частот (сверчки и саранчовые), и у видов, использующих вибрационную коммуникацию (полужесткокрылые). Для призывных сигналов было показано, что наиболее стабильными оказываются элементы, соответствующие низким уровням ритмической организации сигнала, а параметры высоких уровней ритмической организации более переменны. Мы получили иную закономерность. Так, несущая частота сигнала ухаживания сверчков варьировала сильнее чем в призывных сигналах. Относительная амплитуда щелчков и пульсов в сигнале сверчков была изменчивой величиной, тогда как эти элементы можно отнести к низким уровням ритмической организации. Для сигналов ухаживания саранчовых и клопов следует отметить ту же закономерность, что и для призывных сигналов: более стабильны параметры, которые соответствуют самым низким уровням ритмической организации; а параметры, соответствующие более высоким ритмическим уровням, обладают высокой изменчивостью. Эти различия могут объясняться тем, что сигналы ухаживания сверчков издаются лишь в процессе ухаживания, а сигналы ухаживания саранчовых и клопов бывают полифункциональными. Таким образом, закономерности изменчивости, выявленные для призывных сигналов разных групп животных, могут не работать для сигналов ухаживания.

Ключевые слова: акустическая коммуникация, изменчивость, сигналы ухаживания

Известно, что акустические сигналы многих животных видоспецифичны. Поскольку в одном биотопе, как правило, поют одновременно много видов, сигнал каждого вида должен иметь свои, уникальные для данного вида и малоизменяемые характеристики (Жантеев, 1981). В то же время, исследования, проведенные на насекомых и амфибиях, показали, что акустические сигналы могут включать в себя как более стабильные, так и более изменчивые элементы (Popov, Shuvalov, 1977; Gerhardt, 1991). Более стабильные элементы сигналов несут информацию о видовой принадлежности особи, и потому находятся под действием стабилизирующего отбора. Напротив, переменные элементы сигнала могут нести информацию об индивидуальных характеристиках особи, «качестве»

⁵⁵ Работа поддержана грантами РФФИ 07-04-01698 и 12-04-31876 мол_а.

самца (Andersson, 1994), а потому находиться под действием полового отбора.

Исследования изменчивости акустических сигналов проводили главным образом на призывных сигналах — сигналах, издаваемых одиночным самцом для привлечения самки на расстоянии. В то же время, когда самец оказывается непосредственно рядом с самкой, он начинает издавать сигнал ухаживания, который часто сложнее по структуре, чем призывный сигнал. Немногочисленные исследования сигналов ухаживания насекомых показывают, что этот тип сигнала значительно более изменчив, чем призывный сигнал.

Цель нашей работы — исследовать степень изменчивости сигналов ухаживания в нескольких группах насекомых, а именно у видов, использующих акустические сигналы слышимого диапазона частот (сверчки и саранчовые), и у видов, использующих вибрационную коммуникацию (полужесткокрылые). В отличие от сверчков, у саранчовых и клопов в силу особенностей поведения и экологии сигнал ухаживания иногда выполняет роль призывного или конкурентного сигнала, что может накладывать определенные ограничения на пределы изменчивости сигналов. Мы предположили, что в этих случаях одни параметры ухаживания, используемые для конспецифического распознавания, будут более стабильны, тогда как другие, используемые для оценки индивидуальных качеств, будут более изменчивыми.

Нами была изучена изменчивость сигналов ухаживания у четырех видов сверчков из рода *Gryllus* (*G. bimaculatus*, *G. assimilis*, *G. rubens* и *G. locorojo*). Сигнал ухаживания этих видов представляет собой чередование двух элементов: высокоамплитудных щелчков и низкоамплитудных пульсов (рис. 1). Самым стабильным параметром в сигналах всех изученных видов оказалась длительность щелчков (коэффициент вариации, CV, варьировал в пределах 12–18 %). Несущая частота обоих элементов сигнала варьировала в пределах от 8 % до 31 %. Наибольшая изменчивость зафиксирована для таких амплитудно-временных параметров, как число пульсов во фразе и соотношение амплитуд двух элементов (CV = 17–93 %).

Степень изменчивости амплитудно-временных параметров сигналов ухаживания исследовали у семи видов саранчовых подсемейства Gomphocerinae (*Myrmeleotettix maculatus*, *M. antennatus*, *Stenobothrus lineatus*, *S. nigromaculatus*, *S. fischeri*, *Gomphocerippus rufus* и *Chorthippus biguttulus*). Для сравнения была также исследована изменчивость одного из параметров призывного сигнала (период повторения серий, ППС). Этот параметр отличался относительной стабильностью (рис. 2). Несмотря на то что сигналы ухаживания этих видов гораздо сложнее по структуре, чем призывные сигналы, наиболее стабильными параметрами у всех

этих видов также оказались период повторения серий и пульсов в серии (CV = 1–13 %). Напротив, такие параметры, как число серий во фразе, длительность и период повторения фразы или длительность и число разных элементов, обладали высокой изменчивостью (CV = 20–92 %).

Сигналы изученных представителей полужесткокрылых (*Palomena prasina*, *P. viridissima*, *Carpocoris pudicus*, *C. purpuriepennis* и *C. fuscispinus*) представляют собой простые последовательности серий пульсов. Наиболее стабильными параметрами сигналов этих видов оказались несущая частота пульсов, длительность и период повторения пульсов (рис. 3). Число пульсов в серии, длительность и период повторения серий оказались более изменчивыми параметрами.

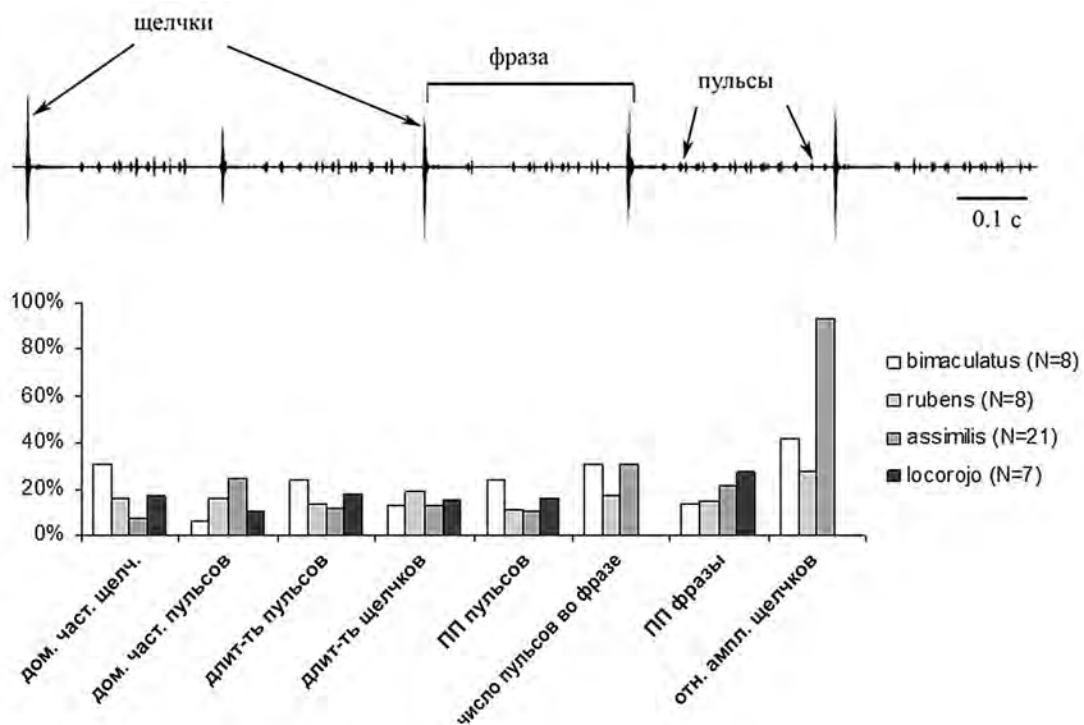


Рисунок 1. Сигнал ухаживания сверчка *Gryllus bimaculatus* (вверху) и коэффициент вариации 8 параметров сигнала ухаживания у четырех видов сверчков из рода *Gryllus*. ПП — период повторения, N — число записанных самцов

Ранее для призывных сигналов было показано, что наиболее стабильными оказываются те элементы, которые соответствуют низким уровням ритмической организации сигнала, например несущая частота сигнала или частота повторения пульсов или серий (Gerhardt, Huber, 2002). Для этих параметров самки также предпочитают значения, близкие к естественным величинам. Напротив, элементы, соответствующие более высоким уровням ритмической организации сигнала (число серий, длительность или частота повторения фраз), более вариабельны, а самки

чаще выбирают модели с более высокими значениями этих параметров, чем в естественном сигнале. Такую закономерность принято объяснять физиологическими или морфологическими ограничениями, действующими на звуковые органы. Несущая частота звукового сигнала или временная структура пульсов зависят от размеров тела, свойств резонаторов или особенностей строения гортани у позвоночных. Напротив, параметры, описываемые более высокими уровнями ритмической организации, в меньшей степени зависят от морфологических особенностей животного.

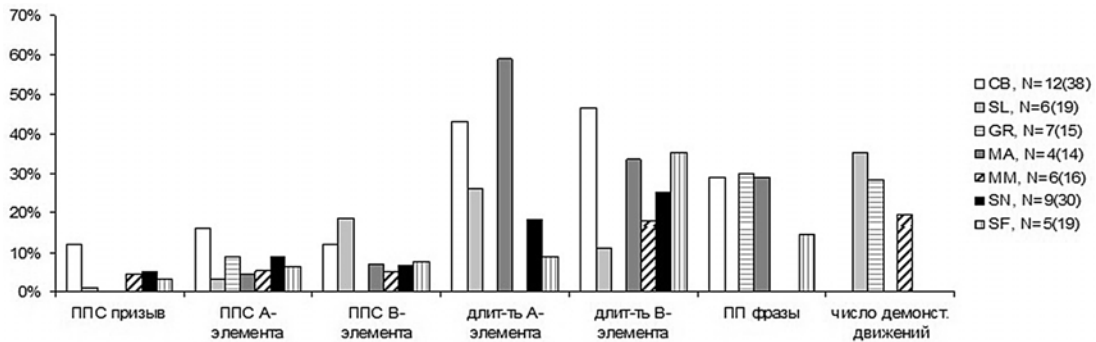


Рисунок 2. Коэффициент вариации одного параметра призывного сигнала и 6 параметров сигнала ухаживания у 7 видов саранчовых. ППС – период повторения серий. CB — *Chorthippus biguttulus*, SL — *Stenobothrus lineatus*, GR — *Gomphocerippus rufus*, MA — *M. antennatus*, MM — *Myrmeleotettix maculatus*, SN — *S. nigromaculatus*, SF — *S. fischeri*. N — число записанных самцов (сигналов).

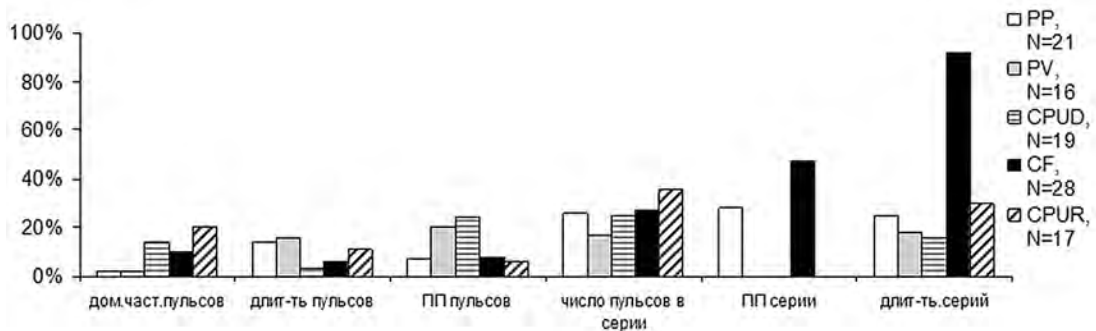


Рисунок 3. Коэффициент вариации 6 параметров вибрационного сигнала у 5 видов полужесткокрылых. ПП — период повторения, N — число записанных самцов. PP — *Palomena prasina*, PV — *P. viridissima*, CPUD — *Carpocoris pudicus*, CPUR — *C. purpuriepennis*, и CF — *C. Fuscispinus*

В нашей работе, проведенной на сигналах ухаживания, мы получили несколько иную закономерность. Например, несущая частота сигнала ухаживания сверчков варьировала существенно сильнее, чем это показано для призывного сигнала этих насекомых. Относительная амплитуда щелчков и пульсов в сигнале сверчков оказалась также очень изменчивой величиной, в то время как эти элементы можно отнести к самым низким уровням ритмической организации. В то же время для сигналов ухаживания саранчовых и клопов следует отметить ту же закономерность, которая показана для призывных сигналов: наиболее стабильными признаками оказались те параметры, которые соответствуют самым низким уровням ритмической организации; напротив, параметры, соответствующие более высоким ритмическим уровням, обладают более высокой изменчивостью. Мы объясняем эти различия тем, что сигналы ухаживания сверчков издаются исключительно в процессе ухаживания, тогда как сигналы ухаживания саранчовых и клопов можно считать полифункциональными. Мы считаем, что закономерности изменчивости, выявленные для призывных сигналов разных групп животных (Gerhardt, Huber, 2002), могут не работать для сигналов ухаживания, а степень изменчивости того или иного параметра не всегда можно объяснить физиологическими или морфологическими ограничениями, действующими на звуковые органы.

Литература

- Жантмев Р.* Биоакустика насекомых. М.: Изд-во МГУ, 1981.
- Andersson M.B.* Sexual selection. Princeton University Press, 1994.
- Gerhard H., Huber F.* Acoustic communication in insects and anurans. 2002.
- Gerhardt H.C.* Female mate choice in treefrogs: static and dynamic acoustic criteria // *Animal Behaviour*. 1991. Vol. 42. No. 4. P. 615–635.
- Popov A., Shuvalov V.* Phonotactic behavior of crickets // *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*. 1977. Vol. 119. No. 1. P. 111–126.

Variability in Insects' Acoustic Signals: Context Role

Shestakov L.S. *, Vedenina V. Yu. *

zicrona@yandex.ru; vedenin@iitp.ru

Institute for Information Transmission Problems, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. We studied the variability of courtship signals in several insects groups: species that use acoustic signals (crickets and grasshoppers), and species that use vibratory communication (*Hemiptera*). For calling songs, it has been shown that the most stable are elements corresponding to low levels of rhythmic organization, and that the parameters of high levels of rhythmic organization are more variable. For crickets' signals, we found another pattern. Thus, the patterns of variation that have been identified for enlistment signals of different groups of insects may not work for the signals of courtship.

Keywords: acoustic communication, variability, courtship signals

ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ И КОГНИТИВНОЙ ОЦЕНКИ НА ОБРАЗОВАНИЕ СИМПАТИИ

Ширяева А.О. *

nastiya_sh@mail.ru

Российский государственный гуманитарный университет

Аннотация. В двухфакторной теории С. Шехтера (Schachter, Singer, 1962) возникновение эмоции связывается с наличием 2 необходимых предпосылок: физиологического возбуждения и когнитивной оценки источника возбуждения. Данная теория оказывала в дальнейшем сильное влияние на изучение эмоций. Мы провели исследование, используя методику ложной атрибуции, предложенную С. Шехтером и Дж. Зингером, и получили подтверждение гипотезы о том, что оценка анкет в возбужденном состоянии (после звукового сигнала) значимо выше оценок в спокойном состоянии за счет переоценки визуальных характеристик (внешности людей, к которым относятся анкеты) под действием возбуждения, вызванного стимулом.

Ключевые слова: двухфакторная теория эмоций, когнитивная оценка, симпатия

В двухфакторной теории С. Шехтера возникновение эмоций связывается с наличием двух необходимых предпосылок — физиологического возбуждения и когнитивной оценки источника этого возбуждения. Уже с первой публикации основных результатов С. Шехтера и Дж. Зингера (Schachter, Singer, 1962) эта теория оказывала сильное влияние на исследование эмоций. Двухфакторная теория эмоций приобрела такое значение по двум причинам: 1. Теория изменила взгляды ученых на роль когнитивной оценки в образовании эмоций; 2. Положения этой теории были удобны для эмпирической проверки, чего нельзя сказать о других, современных ее авторам теорий. Предложенная С. Шехтером и С. Зингером методика ложной атрибуции, которую использовали и мы в нашем исследовании, положила начало широкой волне экспериментов, проверяющих и критикующих двухфакторную теорию.

Сами С. Шехтер и Дж. Зингер проверяли свою теорию в эксперименте с введением адреналина, однако гипотеза, поставленная исследователями, подтвердилась лишь частично. Они планировали показать, что одно и то же физиологическое возбуждение может переживаться как различные эмоции в зависимости от когнитивной оценки источника возбуждения. В ходе эксперимента исследователи планировали вызвать у испытуемых физиологическое возбуждение с помощью введения адреналина и, манипулируя атрибуцией возбуждения, провоцировать у них те или иные эмоции. Замыслы исследователей не удалось осуществить до конца, так

как теория «работала» лишь при провоцировании переживания радости; при провоцировании гнева же получались незначимые результаты.

Положения двухфакторной теории нашли подтверждение в классическом эксперименте на мосту, проведенном П. Даттоном и А. Ароном (Dutton, Aron, 1974). Опишем кратко суть эксперимента: одна и та же девушка останавливала мужчин на середине одного из двух мостов и, представившись исследователем, просила ответить на несколько вопросов. После этого она оставляла мужчинам свою визитку, чтобы они могли связаться с ней для получения результатов. Чтобы понять, на каком из мостов встретился звонящий мужчина, девушка представлялась разными именами. Первый мост был невысоким и прочным, второй же располагался на высоте 200 футов (примерно 61 метр), и переходить через него было хотя и безопасно, но страшно.

Результат эксперимента получился очень показательным. Испытуемые, которые познакомились с девушкой в тревожной ситуации (на мосту на высоте примерно в 61 метр над рекой) звонили чаще, приблизительно в 60 % случаев, в то время как испытуемые, знакомившиеся с девушкой на «безопасном» мосту — лишь в 30 % случаев. Исследователи объяснили этот результат тем, что «опасный» мост вызывал у испытуемых возбуждение, которое они приписывали симпатии к девушке, причем симпатия была настолько сильна, что они звонили ей. Аналогичные результаты были получены и в других экспериментальных исследованиях интенсивности страха (Ross et al., 1969) и возникновения паники (Clark, 1986, 1988; Ehlers, Margraf, 1989).

Цель нашей работы — проверить утверждения двухфакторной теории эмоций С. Шехтера на материале симпатии и выявить, за счет каких показателей визуальных (ранжирование внешней привлекательности) или когнитивных (степень согласия с содержательными утверждениями авторов анкет) происходит повышение оценки. Новизна нашего исследования, его отличие от аналогичных исследований симпатии — не только в ином способе инициации возбуждения, который в принципе уже зарекомендовал себя в ранних исследованиях (Ross et al., 1969), но и в выявлении того, за счет каких параметров (визуальных или когнитивных) возрастает симпатия.

Гипотеза: оценка анкет в возбужденном состоянии (после звукового стимула) будет значимо выше оценки анкет в спокойном состоянии за счет переоценки визуальных характеристик (внешности людей в анкете) под действием возбуждения, вызванного стимулом.

Испытуемые. В исследовании принял участие 91 человек (29 мужчин и 62 женщины), представители различных профессий. Возраст испытуемых — 17–45 лет (среднее значение — 22.5).

Стимульный материал исследования: 31 анкета (15 анкет женщин и 16 — мужчин), которая представляет собой фотографию человека, его имя и жизненное кредо — девиз, с которым он идет по жизни; 31 девиз, каждый из которых оценивается по 7-балльной шкале, по степени согласия с высказыванием; слайд со всеми фотографиями, используемыми в анкетах, каждая фотография пронумерована для простоты их ранжирования.

Процедура исследования. Исследование проводилось в аудитории, количество испытуемых в каждой группе было различно: от 5 до 22 человек. Для всех групп испытуемых была дана одна и та же предварительная инструкция, которая выглядела следующим образом: «Добрый день, на данный момент я провожу исследовательскую работу и мне нужна ваша помощь в качестве испытуемых. Само исследование направлено на изучение особенностей симпатии. Я много раз задавалась вопросом, почему нам нравится тот или иной человек, я имею в виду именно дружескую симпатию. Знакомимся мы с человеком и как-то понимаем, что он не для нас. Знакомимся с другим и точно уверены, что готовы общаться с ним вечно. Собственно, это я и пытаюсь изучить в моем исследовании».

Сначала испытуемым предлагалось оценить анкеты людей по 7-балльной шкале по степени желания общения с человеком, представленным в каждой анкете. Каждая анкета предъявлялась 10 сек. — этого времени достаточно, чтобы прочитать жизненное кредо, посмотреть на фото и поставить оценку в бланк ответа. В середине данного этапа исследования (на 15–16 анкете) экспериментатор ронял связку ключей или выходил из аудитории, громко хлопнув дверью. Перед уходом отслеживалась анкета, во время просмотра которой происходило воздействие; данная анкета не учитывалась в дальнейшем подсчете результатов, так как мы не можем определить, поставил испытуемый оценку до воздействия или после. Чтобы избежать эффекта прогрессии⁵⁶, мы использовали частичное позиционное уравнивание. Оно заключалось в варьировании порядка предъявления анкет.

Данная процедура необходима для определения наличия эффекта ложной атрибуции: в нашем конкретном случае он заключается в повышении оценок анкет после звукового сигнала. Испытуемые считают, что им больше нравятся анкеты, предъявленные после звукового сигнала (что будет видно из результатов), однако, на самом деле повышение оценок связано с их возбуждением после неожиданного звукового воздействия.

⁵⁶ Эффект прогрессии — эффект, который заключается в том, что выполнение какого-либо задания прогрессивно меняется от попытки к попытке. В нашем случае — оценки меняются, из-за действия метода ложной атрибуции, испытуемый думает, что анкета ему нравится больше, а в реальности, дело в возбуждении испытуемого с помощью звукового сигнала.

Далее испытуемым следовало оценить по 7-балльной шкале жизненные девизы из анкет по степени согласия/несогласия с ними. После этого испытуемым предлагалось проранжировать фото по степени эстетического предпочтения. Оценки жизненных кредо и фото необходимы для дальнейшего ответа на главный вопрос: за счет каких показателей происходит изменение оценки, визуальных (оценка фото) или когнитивных (оценка жизненных кредо).

С помощью критерия Вилкоксона мы установили, что воздействие было эффективным, и после звукового сигнала анкеты оценивались выше ($Z = -2.05$; $p = .041$) по интенсивности симпатии. Для этого мы оценили значимость различий оценок до звукового воздействия и после.

Для того чтобы выяснить, за счет каких параметров — визуальных или когнитивных — повысилась оценка после звукового воздействия, мы посчитали значимость различий оценок тезисов и фото до звукового сигнала и после с помощью того же критерия Вилкоксона.

Различия в оценках тезисов до и после звукового воздействия оказались незначимыми ($Z = -0.25$; $p = .8$). Это означает, что оценки симпатии после звукового сигнала увеличились не за счет когнитивных параметров. Различия же в оценках фотографий до и после звукового сигнала оказались статистически значимыми ($Z = -2.22$; $p = .027$). Следовательно, можно сделать вывод о том, что симпатия к предъявляемым людям повысилась после звукового сигнала за счет эстетической оценки внешности людей на фотографиях из анкет.

Итак, мы провели исследование с целью проверки теории С. Шехтера на материале симпатии и выяснили, за счет каких параметров (визуальных или когнитивных) будет работать данная теория. Исследование было проведено с использованием методики ложной атрибуции, метода балльных оценок и ранжирования. В нашем исследовании теория С. Шехтера в очередной раз подтвердила свой статус. Помимо этого, нам удалось установить, что уровень симпатии увеличился после звукового воздействия за счет оценки визуальных, а не когнитивных параметров потенциальных партнеров по общению.

Литература

- Clark D.M.* A cognitive model of panic attacks // *Panic. Psychological perspectives* / Ed. S. Rachman, J. Maser. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc, 1988. P. 71–89.
- Clark D.M.* A cognitive approach to panic // *Behaviour research and therapy*. 1986. Vol. 24. No. 4. P. 461–470.
- Dutton D.G., Aron A.P.* Some evidence for heightened sexual attraction under conditions of high anxiety. // *Journal of personality and social psychology*. 1974. Vol. 30. No. 4. P. 510–517.

Ehlers A., Margraf J. The psychophysiological model of panic attacks // Anxiety disorders: Annual series of European research in behavior therapy / Под ред. P. Emmelrampf, W. Everaerd, F. Kraaimaat, M. van Son. Amsterdam: Swets & Zeitlinger, 1989. P. 1–29.

Ross L., Rodin J., Zimbardo P.G. Toward an attribution therapy: the reduction of fear through induced cognitive-emotional misattribution // Journal of Personality and Social Psychology. 1969. Vol. 12. No. 4. P. 278–288.

Schachter S., Singer J. Cognitive, social, and physiological determinants of emotional state // Psychological review. 1962. Vol. 69. No. 5. P. 379–399.

An Influence of Physiological Arousal and Cognitive Appraisal on Formation of Sympathy

Shiryaeva A.O. *

nastiya_sh@mail.ru

Russian State University for Humanities, Moscow, Russia

Abstract. S. Schachter and J. Singer (Schachter & Singer, 1962) suggested a theory about the formation of emotions, which implied that an emotion cannot form without two basic components: physiological arousal and cognitive appraisal. This theory had a great impact on later research of emotions. We conducted a study using the method of false attribution suggested by Schachter and Singer. Our hypothesis was that an assessment of a worksheet performed while in an excited mood (after a sound signal) will be significantly higher than assessments performed while in a calm mood. This change will occur because of visual reappraisal (an appearance of people in the worksheet) due to the arousal. Our hypothesis was confirmed.

Keywords: two-factor theory of emotion, sympathy, cognitive appraisal

УЧИТЕСЬ ЖДАТЬ! УСЛОВНО-НЕГАТИВНАЯ ВОЛНА ПОМОЖЕТ ОТДАВАТЬ КОМАНДЫ ВЗГЛЯДОМ?⁵⁷

Шишкин С.Л. *, Свиринов Е.П., Нуждин Ю.О., Федорова А.А., Трофимов А.Г., Слободской-Плюснин Я.Ю., Васильевская А.М., Величковский Б.М.

sergshishkin@mail.ru

НИЦ «Курчатовский институт»

Аннотация. Испытуемые играли в компьютерную игру с помощью удлиненных (не менее 500 мс) фиксаций взгляда, регистрируемых айтрекером. Интервал от 200 до 500 мс после начала таких «управляющих» фиксаций и спонтанных фиксаций длительностью не менее 500 мс (совершаемых в периоды, когда управление игрой было отключено) использовался для выделения из электроэнцефалограммы (ЭЭГ) признаков, характеризующих каждую фиксацию. Статистический классификатор обеспечил отнесение фиксаций к управляющим или спонтанным со средней специфичностью .90 и чувствительностью .19. Результаты свидетельствуют о возможности использования условно-негативной волны, развивающейся в период фиксаций взгляда при ожидании срабатывания интерфейса, в разработке интерфейсов глаз — мозг — компьютер нового поколения, в т.ч. предназначенных для тренировки внимания.

Ключевые слова: интерфейсы мозг-компьютер, условно-негативная волна, управление с помощью взгляда, внимание, ожидание

Введение

Условно-негативная волна (УНВ) представляет собой негативное отклонение потенциала, которое развивается в ЭЭГ в промежутке между двумя стимулами, первый из которых является предупредительным, а второй предполагает моторный ответ или мысленную реакцию. УНВ связывают, в частности, с вниманием особого рода, связанным с подготовкой к действию (*preparatory attention* — Тессе, 1972).

Недавно УНВ со специфической топографией (фокус в теменной области) была обнаружена во время фиксаций взгляда, используемых для управления с помощью айтрекинга (видеоокулографии), и была показана возможность с ее помощью отличать их от спонтанных (зрительных) фиксаций, что необходимо для эффективного управления с помощью взгляда (Protzak et al., 2013). По-видимому, развитие УНВ во время управляющих фиксаций могло быть связано либо непосредственно с

⁵⁷Работа поддержана грантом Российского научного фонда (проект № 14-28-00234).

ожиданием срабатывания интерфейса, либо с подготовкой к переходу к следующему этапу выполнения задания после его срабатывания. В этих исследованиях управление можно было осуществлять лишь с помощью длительной (1000 мс) фиксации взгляда в единственной позиции экрана. Оставалось неясным, сохранится ли возможность использовать УНВ как маркер управления, во-первых, при более быстром срабатывании интерфейса, а во-вторых, при использовании интерфейса для более содержательного и разнообразного управления.

В нашем исследовании мы проверили возможность классифицировать управляющие и спонтанные фиксации взгляда с использованием УНВ в ситуации, когда интерфейс использовался для сравнительно сложной деятельности — для игры в компьютерную игру с помощью одного лишь взгляда (без помощи рук), а интерфейс срабатывал при превышении короткого порога длительности фиксации — 500 мс. Экспериментальная парадигма и компоненты интерфейса были разработаны таким образом, чтобы в случае подтверждения возможности успешно классифицировать фиксации в этих условиях на следующем этапе работы перейти непосредственно к использованию УНВ-маркера фиксации в составе гибридного интерфейса глаз — мозг — компьютер (ИГМК).

Методика

Для проведения экспериментов на основе известной компьютерной игры «Линии» была разработана игра «*EyeLines*», в которой игрок представляет цветные «шарики», периодически появляющиеся на поле размером 7×7 ячеек ($17 \times 17^\circ$), с помощью фиксации взгляда. Чтобы сделать ход в этой игре, необходимо зафиксировать взгляд сначала на находящейся слева или справа от игрового поля отдельной клетке («кнопке»), затем на одном из шариков и, наконец, на свободной клетке, куда он должен быть перемещен. Взгляд отслеживался с помощью айтрекера *EyeLink 1000 Plus (SR Research, Канада)* в условиях стабилизации положения головы с помощью упора. Фиксации определялись управляющей игрой программой с использованием пространственного («дисперсионного») критерия. Позицией взгляда во время фиксации считалась медиана значений по координатам x и y . Проводились, как правило, четыре или шесть игр продолжительностью по 5 минут, перед каждой из которых айтрекер калибровался по 9 точкам.

При превышении порога длительности фиксации 500 мс в «*EyeLines*» происходит срабатывание интерфейса и выполнение действия в зависимости от позиции взгляда и от предыдущих действий. Возможны следующие действия: появление шарика в боковой ячейке, означающее «включение управления» шариками на игровом поле; выделение шарика (он обводился рамкой); перенос выделенного шарика в свободную ячейку.

ку; сообщение об ошибке в случае нарушения правил (например, при попытке переместить шарик в ячейку, путь к которой преграждают другие шарики). Интерфейс не реагирует на фиксации, если управление не «включено»: это обеспечивает испытуемому возможность свободно рассматривать поле, не опасаясь срабатывания интерфейса при продолжительных спонтанных фиксациях. В пилотных экспериментах испытуемые, однако, нередко проявляли склонность к быстрому реагированию на появление на поле новых шариков, которые было легко заметить благодаря периферическому зрению. Это давало возможность испытуемым на протяжении большей части игры не тратить время на разглядывание игрового поля, и в результате нам не удавалось зарегистрировать достаточное для анализа, настройки и тестирования ЭЭГ-классификатора количество продолжительных спонтанных фиксаций. Чтобы решить эту проблему, во-первых, испытуемым было рекомендовано не стремиться быстро делать ходы, а обращать больше внимания на выбор наиболее удачных из возможных ходов, а во-вторых, «кнопку» удаляли с экрана на 10 с через каждые 4–8 ходов (испытуемому рекомендовалось использовать это время для внимательного разглядывания позиции на игровом поле и продумывания возможных последующих ходов).

В течение каждой игры производилась регистрация ЭЭГ в 15 отведениях с помощью электроэнцефалографа *actiCHamp* (*BrainProducts*, Германия). В ЭЭГ выделялись эпохи, привязанные к моментам начала фиксаций, длительность которых превышала порог. Эпохи усреднялись отдельно по фиксациям на «кнопке», на шарике при включенной «кнопке» и на пустой ячейке при включенной «кнопке» («целевые» эпохи, соответствующие управляющим фиксациям), а также при фиксациях на шарике до включения «кнопки» («нецелевые» эпохи, соответствующие спонтанным фиксациям; превышающие порог длительности фиксации на свободных ячейках до включения «кнопки» наблюдались крайне редко).

Для оценки возможности распознавания управляющих фиксаций в онлайн-режиме с помощью УНВ мы провели моделирование работы классификатора по разделению двух классов эпох ЭЭГ: целевых и нецелевых. Мы выбрали интервал, начинающийся с 200 мс, что исключало попадание в него прочих компонентов ЭЭГ и артефактов. Чтобы не использовать в моделировании работы классификатора данные, которые не могли быть доступны до завершения фиксации, правая граница интервала была совмещена с порогом фиксации. После снижения частоты оцифровки ЭЭГ до 20 Гц значения из выделенного интервала были объединены по всем каналам в единый вектор признаков. Для классификации использовался линейный дискриминантный анализ со «шринкажной» (*shrinkage*) регуляризацией. Порог детекции управляющих фиксаций под-

бирался таким, чтобы ее специфичность была приблизительно равна .9 (мы исходили из предположения, что частота ложных срабатываний существенно выше .1 в случае использования детектора в реальном гибридном интерфейсе могла бы приводить к значительной фрустрации). Специфичность и чувствительность оценивалась с помощью 5-fold-кроссвалидации.

Результаты

В усредненных целевых эпохах всех типов, как правило, выявлялось медленное негативное отклонение с симметричным распределением потенциала по скальпу, амплитуда которого достигала максимума приблизительно через 200 мс после срабатывания интерфейса и затем начинала быстро снижаться. Детальный анализ ЭЭГ, однако, был затруднен наличием вблизи начала фиксации артефактов, связанных с саккадами, потенциалов, предположительно связанных с подготовкой саккады, и фиксационных потенциалов. Для более корректного анализа мы в настоящее время проводим серию экспериментов с регистрацией ЭЭГ в большем числе отведений, чтобы обеспечить разделение УНВ и остальных компонентов сигнала.

Результаты оценки показателей детекции управляющих фиксаций приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты детекции управляющих фиксаций в оффлайн-анализе. Число эпох указано до разбиения на тренировочную и тестовую выборки. Специфичность – доля эпох, классифицированных как нецелевые, среди всех нецелевых эпох. Чувствительность – доля эпох, классифицированных как целевые, среди всех целевых эпох.

Испытуемый	Число целевых эпох	Число нецелевых эпох	Специфичность	Чувствительность
1	416	149	0.89	0.21
2	333	164	0.91	0.12
3	484	207	0.90	0.13
4	319	157	0.90	0.13
5	531	110	0.96	0.20
6	327	149	0.92	0.24
7	279	148	0.90	0.20
8	788	80	0.84	0.27
9	365	171	0.92	0.25
<i>M±SD</i>	427±158	148±36	0.90±0.03	0.19±0.06

Обсуждение

Исследование показало, что УНВ может быть обнаружена на фоне сравнительно коротких и потому необременительных фиксаций взгляда, используемых для реального управления компьютерной программой. Впервые удалось осуществить с помощью ЭЭГ-маркеров классификацию управляющих фиксаций взгляда, регистрируемых в процессе реального управления компьютером, и спонтанных фиксаций. В то же время очевидно, что при приемлемом уровне специфичности детекции управления (0.9 и выше) текущая версия модели ИГМК неизбежно будет срабатывать чрезмерно редко (полученное среднее значение чувствительности 0.19 соответствует пропуску 81 % управляющих фиксаций!).

Тем не менее в настоящее время мы начали эксперименты с онлайн-версией ИГМК, в основном аналогичные описанным выше, но включающие применение классификатора в онлайн-режиме к ЭЭГ, получаемой во время фиксаций взгляда. Для того чтобы исключить фрустрацию из-за чрезвычайно частого несрабатывания интерфейса, мы обеспечили детекцию команды при отсутствии срабатывания классификатора, когда длительность фиксации достигает дополнительного «длинного» порога (1000 с). Мы предполагаем, что более высокая комфортность срабатывания при достижении «короткого» порога обеспечит положительное подкрепление, которое может привести к увеличению амплитуды УНВ в процессе использования интерфейса. Признаки включения механизма оперантного обусловливания УНВ ранее уже наблюдались в процессе длительной экспериментальной эксплуатации одного из наиболее ранних ИМК (Neumann et al., 2003). Повышение амплитуды УНВ могло бы значительно повысить точность срабатывания ИГМК.

Можно также предположить, что такая парадигма ИГМК с двумя порогами длительности для управляющих фиксаций создаст условия для эффективного тренинга той разновидности внимания, которая, по-видимому, проявляется в УНВ и связана с ожиданием подходящего момента для выполнения следующего действия.

Литература

- Neumann N., Kübler A., Kaiser J., Hinterberger T., Birbaumer N.* Conscious perception of brain states: mental strategies for brain--computer communication // *Neuropsychologia*. 2003. Vol. 41. No. 8. P. 1028–1036. doi: 10.1016/S0028-3932(02)00298-1
- Protzak J., Ihme K., Zander T.O.* A passive brain-computer interface for supporting gaze-based human-machine interaction // *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Methods, Tools, and Interaction Techniques for eInclusion* Springer, 2013. С. 662–671. doi: 10.1007/978-3-642-39188-0_71

Tecce J.J. Contingent negative variation (CNV) and psychological processes in man // Psychological bulletin. 1972. Vol. 77. No. 2. P. 73–108. doi: 10.1037/h0032177

Learn Waiting! Contingent Negative Variation May Help You to Use Your Eye-Gaze for Control

Shishkin S.L. *, Svirin E.P. , Fedorova A.A., Trofimov A.G., Slobodskoy-Plusnin J.Y., Vasilyevskaya A.M., Velichkovsky B.M.

sergshishkin@mail.ru

NRC Kurchatov Institute, Moscow, Russia

Abstract. Participants played a computer game with 500 ms or longer gaze fixations, detected by an eye tracker. Electroencephalogram (EEG) features were extracted between 200 to 500 ms relative to the fixation start. A statistical classifier identified fixations as “control” or “spontaneous” (those that were observed when the game control was off) with 90% specificity and 19% sensitivity, on average. The results demonstrate that the contingent negative variation developed within gaze fixations under expectation of interface feedback may be useful for development of the new generation of eye-brain-computer interfaces. In particular, such interfaces might be useful for attention training.

Keywords: brain-computer interfaces, contingent negative variation, gaze-based control, attention, expectation

ОСОБЕННОСТИ СТРАТЕГИИ ЗРИТЕЛЬНОГО СКАНИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ПРОСМОТРЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СЦЕН

Шурупова М.А. (1), Анисимов В.Н. * (1), Красноперов А.В. (2),
Латанов А.В. (1)

victor_anisimov@neurobiology.ru

1 — Кафедра высшей нервной деятельности МГУ им. М.В. Ломоносова;
2 — Лаборатория Ядерных Проблем, ОИЯИ

Аннотация. Известно, что когнитивная зрительная задача, данная испытуемому при просмотре, влияет на параметры движений его глаз. В нашем исследовании мы изучали сканирование динамических сцен в условиях свободного просмотра (без задания) и просмотра с когнитивным заданием. К каждому из трех видеофрагментов предлагался свой тип задания. Мы выявили существенное влияние когнитивного задания на параметры движений глаз при просмотре всех видеофрагментов. Длительности фиксации при просмотре с заданием оказались достоверно короче, а амплитуды саккад имели тенденцию возрастать. Также при просмотре видеофрагментов с когнитивным заданием удалось обнаружить разделение параметров движений глаз на две моды зрения — амбьентную и фокальную, отражающих процессы глобального и локального сканирования зрительных сцен.

Ключевые слова: движения глаз, трекинг взора, динамические сцены, моды зрения

Введение

Параметры движений глаз, такие как длительности фиксации и амплитуды саккад, отражают общие закономерности функционирования зрительной системы при просмотре статических и динамических зрительных сцен. В исследованиях А.Л. Ярбуса применялись парадигмы, в которых испытуемые рассматривали одни и те же изображения, но в зависимости от задания изменялись паттерны сканирования изображения при просмотре (Ярбус, 1965). Таким образом, впервые было показано, что когнитивная задача, выполняемая испытуемым при просмотре зрительной сцены, отражается на характере движений глаз. В дальнейшем исследователи проводили количественные оценки движений глаз при выполнении заданий. Большинство подобных исследований проведено на статических изображениях (Antes, 1974; Unema et al., 2005).

В работах (Antes, 1974; Smith, Mital, 2013; Unema et al., 2005) были проанализированы зависимости соотношений длительностей фиксации и амплитуд саккад. Было показано (Smith, Mital, 2013), что при просмотре

зрительной сцены с когнитивным заданием параметры движений глаз будут изменяться по сравнению со свободным просмотром той же сцены, что отражает вовлечение top-down внимания: длительности фиксации уменьшаются, а амплитуды саккад возрастают. Отдельным моментом в работах является анализ зависимости амплитуды последующей саккады от длительности фиксации. В этом соотношении находит отражение смена так называемых мод зрения — амбьентной и фокальной (Unema et al., 2005).

Целью данной работы было выявление глазодвигательных коррелятов функционирования различных мод зрения при просмотре динамических сцен. В частности, нами была поставлена задача исследовать параметры движений глаз при просмотре динамических сцен в парадигме зрительного поиска.

Методика

В эксперименте участвовали 25 испытуемых в возрасте от 19 до 24 лет, которым один и тот же видеоряд предъявляли два раза — сначала в режиме свободного просмотра (без инструкции), затем после инструкции. Нами использовано три видеофрагмента, которые предъявлялись первый раз для свободного просмотра, а во второй раз — с заданием. В зависимости от особенностей видеоряда после свободного просмотра испытуемых инструктировали выполнить задание, смысл которого был явно связан с конкретным видеофрагментом, например, определить историческую эпоху (задание 1), определить город (задание 2) и найти определенные объекты (задание 3). Движения глаз регистрировали с помощью разработанного нами трекера, созданного на основе быстрой цифровой камеры FV300 (НПО «Астек») и программного обеспечения, позволяющего переводить координаты центра зрачка на матрице видеокамеры в координаты соответствующего изображения на экране монитора, а также предъявлять видео и накладывать треки на видеоизображение (Visual Stimulator v.5.4). Анализировали длительности фиксации и амплитуды саккад и их соотношение при свободном просмотре и при выполнении задания.

Результаты

Мы выявили существенное влияние когнитивной задачи на параметры движений глаз при просмотре всех видеофрагментов. Длительности фиксации при зрительном поиске оказались короче, а амплитуды саккад выше.

Методом дисперсионного факторного анализа выявлено достоверное влияние фактора «задание» на длительности фиксации при выполнении всех заданий: для задания 1 — $F(1,2108) = 38.46$ ($p < .0001$), для задания 2 — $F(1,1628) = 8.93$ ($p < .003$), для задания 3 — $F(1,2006) = 179.8$

($p < .0001$). Длительность фиксаций оказалась достоверно выше при свободном просмотре, чем при выполнении всех заданий (табл. 1). Амплитуды саккад имели тенденцию увеличиваться при выполнении заданий (табл. 1).

Таблица 1. Статистические параметры длительностей фиксаций и амплитуд саккад при обоих просмотрах видеофрагментов, усредненные по всем испытуемым

	Видеофрагмент 1		Видеофрагмент 2		Видеофрагмент 3	
	Без задания	Задание 1	Без задания	Задание 2	Без задания	Задание 3
Средняя длит. фиксаций, мс	407 ± 10	340 ± 7	467 ± 13	422 ± 11	475 ± 15	301 ± 6
Средняя ампл. саккад, град.	8.18 ± 0.25	9.17 ± 0.25	6.65 ± 0.24	7.05 ± 0.23	7.89 ± 0.27	8.42 ± 0.21
Длит. фиксаций	.0001*		.009*		.0001*	
Ампл. саккад	.006*		.228		.126	
F1						
Длит. фиксаций	.0001*		.003*		.0001*	
ампл. саккад	.008*		.234		.116	
F2						
Длит. фиксаций	.0001*		.0001*		.001*	
ампл. саккад	.001*		.006*		.028*	

Представлены уровни достоверности различий длительностей фиксаций при разных режимах просмотра по t-критерию Стьюдента, а также уровни влияния факторов «задание» (F1) и «испытуемый» (F2). Звездочкой отмечены достоверные отличия параметров и достоверные влияния факторов.

При усреднении данных по трем видеофрагментам-изображениям мы проанализировали динамику изменений параметров в зависимости от времени от начала просмотра. Мы не выявили увеличения длительности фиксаций и уменьшения амплитуд саккад, описанных в работах по просмотру статических изображений (Antes, 1974; Unema et al., 2005). Подобная разнонаправленная динамика параметров фиксаций и саккад отражает смену мод зрения от амбьентной к фокальной. Наши результаты свидетельствуют о том, что динамика смены мод зрения при

просмотре динамических сцен отличается от таковой при просмотре статических изображений.

При построении зависимости амплитуды последующей саккады от длительности фиксации для длительностей менее 300 мс обнаруживается динамика, сходная с динамикой аналогичной зависимости при просмотре статических изображений (Unema et al., 2005), однако она обладает меньшей выраженностью, что, по-видимому, обусловлено особенностями просмотра динамических сцен. При этом отчетливо выражено увеличение амплитуды саккад при коротких фиксациях (<160 мс) и ее уменьшение с выходом на плато для фиксаций, имеющих большие длительности (> 160 мс).

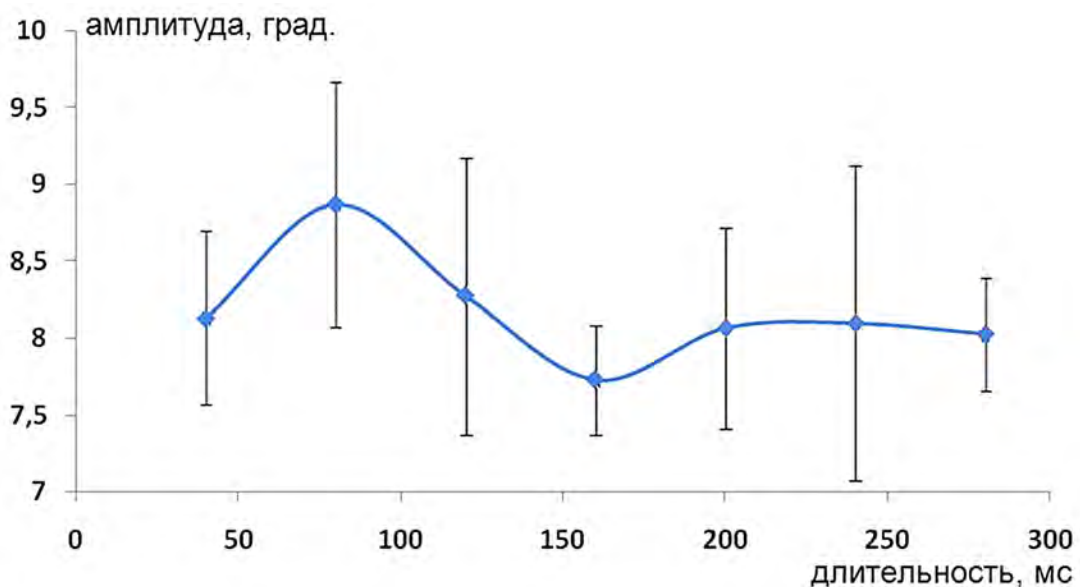


Рисунок 1. Зависимость амплитуды последующей саккады от длительности фиксации. График отражает представление о фокальной и амбьентной модах зрения; в соответствии с этой концепцией за более короткими фиксациями следуют более высокоамплитудные саккады, а за более длительными фиксациями следуют саккады меньшей амплитуды [5]

Заключение

В настоящей работе мы повторили результаты, продемонстрированные в литературе для процесса рассматривания статических изображений (Antes, 1974; Unema et al., 2005) и применили сходный анализ для процесса просмотра динамических сцен. Как при просмотре статических, так и при просмотре динамических зрительных сцен выполнение определенного задания изменяет параметры движений глаз по сравнению с просмотром без какого-либо задания.

Наши результаты показывают:

1) Как и в классической работе А.Л. Ярбуса (Ярбус, 1965), по результатам которой было качественно продемонстрировано изменение стратегии сканирования статического изображения при разных заданиях, для просмотра видеорядов также характерны изменения паттернов сканирования изображения в зависимости от когнитивной нагрузки (задания, требующего решения).

2) Во время выполнения заданий длительности фиксации оказались достоверно меньше, что характерно для парадигмы зрительного поиска.

3) Амплитуды саккад показали тенденцию к увеличению при просмотре с заданием, причем средние значения амплитуд саккад оказались выше во всех случаях, что также релевантно парадигме зрительного поиска.

4) Мы выявили разделение параметров движений глаз при просмотре динамических сцен с заданием на две моды зрения — амбьентную, характеризующуюся высокоамплитудными саккадами и короткими фиксациями, и фокальную (Antes, 1974; Unema et al., 2005), характеризующуюся низкоамплитудными саккадами и длительными фиксациями. Такая зависимость проявляется при просмотре динамических сцен с заданием. Такое разделение мод зрения отражает процессы глобального сканирования, происходящего во время поиска целевых объектов, и процессы их идентификации, происходящей в момент его рассматривания.

Литература

Ярбус А. Роль движений глаз в процессе зрения. М.: Наука, 1965.

Antes J.R. The time course of picture viewing // *Journal of experimental psychology.* 1974. Vol. 103. No. 1. P. 62.

Smith T.J., Mital P.K. Attentional synchrony and the influence of viewing task on gaze behavior in static and dynamic scenes // *Journal of Vision.* 2013. Vol. 13. No. 8. P. 16.

Unema P.J., Pannasch S., Joos M., Velichkovsky B.M. Time course of information processing during scene perception: The relationship between saccade amplitude and fixation duration // *Visual Cognition.* 2005. Vol. 12. No. 3. P. 473–494.

Aspects of Scanning Strategy in Dynamic Scene Viewing

Shurupova M.A. * (1), Anisimov V.N. (1), Krasnoperov A.V. (2),
Latanov A.V. (1)

victor_anisimov@neurobiology.ru

1 — Department of High Nervous Activity, Biological Faculty of Moscow State University, Moscow, Russia, 2 — Laboratory of nuclear issues, JINR

Abstract: It is known that cognitive visual tasks affect eye movements. In our research, we investigate parameters of eye movements in the viewing of dynamic scenes in two conditions: free-viewing (without task) and viewing with a cognitive task. Three videos each related to a special type of task. We revealed a significant influence of cognitive task on parameters of eye movements for all videos. During the task fixation durations were significantly shorter, while saccade amplitudes tended to be longer. We also found a division of eye movement parameters into two visual modes, ambient and focal, which reflect global and local processes of scanning a visual scene.

Keywords: eye movements, eye-tracking, dynamic scenes, visual modes

РАЗРАБОТКА, АПРОБАЦИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПСИХОЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ТЕСТА НА НАЗЫВАНИЕ ДЕЙСТВИЙ И ОБЪЕКТОВ: ДАННЫЕ НОРМЫ И ПАЦИЕНТОВ С АФАЗИЕЙ⁵⁸

Щеголева С. И. (1), Искра Е.В. (1,2), Акинина Ю.С. (1), Ахутина Т.В. (3), Драгой О.В. (1), Иванова М.В. * (1)

mivanova@hse.ru

1 – Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики; 2 – Центр патологии речи и нейрореабилитации; 3 – Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва

Аннотация. Номинативный дефицит — самое распространенное нарушение, встречающееся при афазии. Целью данного исследования являлась разработка тестов для оценки трудностей называния объектов и действий у пациентов с афазией с учетом современных нейролингвистических знаний. Данные, полученные в результате апробации тестов на называние объектов (116 стимулов) и действий (197 стимулов), подтверждают, что разработанные тесты выявляют номинативный дефицит у пациентов с разными видами афазии и разной степенью выраженности нарушения. Были продемонстрированы критериальная и сопутствующая валидность новых заданий. На основе собранного материала будут составлены более компактные и удобные варианты тестов с пробами разной сложности с учетом значимых психолингвистических параметров для оценки номинативного дефицита у пациентов с афазией.

Ключевые слова: афазия, лексико-семантическая обработка, называние действий, называние объектов, стандартизированный тест

Введение

Номинативный дефицит — самое распространенное нарушение, встречающееся при афазии (Nickels, 2001). Оно проявляется по-разному: например, трудности называния объектов часто наблюдаются при поражении височной доли, а глагольный дефицит — при поражении лобной доли левого полушария головного мозга (Лурия, 1962). Объяснение отечественной науки основывается на идее А.Р. Лурии о существовании двух различных стратегий выбора слова: парадигматической (выбор нужного слова из слов, связанных отношениями сходства), которая страдает при поражении задних отделов головного мозга, и синтагматической (выбор нужного слова из слов, связанных от-

⁵⁸ Исследование осуществлено при поддержке РГНФ (грант №14-04-00596).

ношением смежности, контекста), которая страдает при поражении передних отделов (Лурия, 1962; Власова и др., 2012). Для постановки верного диагноза и выбора эффективной программы восстановления речевой функции важно определить нейролингвистический механизм и степень выраженности номинативного дефекта. Отечественные исследователи и специалисты, работающие с пациентами с нарушениями речи, имеют в своем распоряжении крайне скудный диагностический инструментарий. Одной из самых распространенных методик, используемых в процедуре нейропсихологического обследования, является «Методика оценки речи при афазии» Л.С. Цветковой, Т.В. Ахутиной, Н.М. Пылаевой (1981). Долгое время она остается единственным инструментом количественного и качественного анализа симптомов афазии, позволяя дифференцировать степень выраженности дефекта и оценивать динамику восстановительного обучения. Однако стимульный материал, в частности по субтестам на актуализацию существительных и глаголов, не отвечает современным лингвистическим знаниям. При отборе стимулов учитывались лишь три параметра: ранговая частотность, длина слова (количество звуков), артикуляционная сложность. Кроме того, материал не был должным образом нормирован, а апробация проходила на ограниченном количестве испытуемых.

Целью данного исследования являлась разработка тестов для оценки трудностей называния объектов и действий у пациентов с афазией с учетом современных нейролингвистических знаний. Этот тест является частью большого языкового теста, который будет оценивать все уровни речи в рамках модели двойного маршрута, а также речевую обработку на синтаксическом и дискурсивном уровнях.

Испытуемые. В исследовании приняли участие 30 здоровых носителей русского языка без неврологических отклонений (средний возраст — 49 ± 10 лет) и 27 пациентов с разными формами афазии (от грубой до легкой степени выраженности речевого дефекта), полученными вследствие очаговых поражений левого полушария (средний возраст — 45 ± 12.1 лет).

Материалы и процедура

Для теста на называние действий из базы «Глагол и действие: библиотека стимулов» (Akinina et al., 2014) были отобраны 197 стимулов с ограничениями на значения психолингвистических параметров: устойчивостью номинации выше 70 % и сходством образа с рисунком больше 3.5. Для теста на называние объектов из базы «Существительное и объект: библиотека стимулов» (Акинина и др., 2014) были отобраны 116 стимулов с устойчивостью номинации выше 80 % и схожестью субъективного образа с рисунком больше 4. Процедура предъявления стимулов была запрограммирована в среде E-Prime. Испытуемому на экране

компьютера предъявлялся черно-белый рисунок с изображением объекта или действия и предлагалось назвать одним словом, что изображено на рисунке или что делает главный герой/герои на рисунке. Существительные были разбиты на два листа по 58 стимулов в каждом листе, глаголы — на 4 листа по 46–47 стимулов в каждом листе. Стимулы между разными листами были сбалансированы между собой по следующим психолингвистическим параметрам: устойчивость номинации, субъективная и объективная сложность, возраст усвоения, представимость, частотность, длина слова в слогах. Все стимулы автоматически рандомизировались программой при каждом предъявлении. Тестирование проводилось в несколько подходов, за один раз каждому испытуемому предъявлялось по одному-два листа, порядок листов варьировался, содержательные подсказки не использовались.

Оценка ответов

Среди правильных ответов выделяли ответ с использованием доминантной номинации и ответ с использованием всех номинаций, представленных в нормативной базе стимулов. Ошибочные ответы (то есть те, которых не было среди нормативных в базе стимулов) были разделены на 11 категорий (Laine, Martin, 2006): *семантические парафазии*, которые включали замены существительного/глагола, связанного по смыслу (в том числе, визуально связанные, ассоциативно связанные, члены категории, функциональные описания), замены целевого слова на семантически связанное, но из другого грамматического класса; *смешанные парафазии*: замены, связанные по значению и по звучанию или только по звучанию; *случайные/несвязанные глаголы и существительные*; *не-слова*; *фонологические парафазии*; *неологизмы*; *другие ответы*: персеверации, несвязанные замечания, отсутствие вербального ответа. Результаты теста на называние действий и объектов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Среднее значение и стандартное отклонение для правильных ответов (доминантная номинация, все номинации) и ошибок по типу семантических парафазий у пациентов с афазией и группы нормы

		Правильные ответы — доминантная номинация (%)	Правильные ответы — все номинации (%)	Семанти- ческие парафазии (%)
Глаголы	Норма	79.39 (0.06)	94.4 (0.03)	5.41(0.03)
	Афазия	47.26 (0.2)	63.60 (0.24)	14.26 (0.71)
Существительные	Норма	91.55 (0.06)	95.17 (0.06)	3.1(0.03)
	Афазия	64.78 (0.27)	69.66 (0.28)	5.43 (0.04)

Группа нормы справилась с тестами на называние объектов и называние действий значительно лучше, чем пациенты с афазией. Пациенты с афазией совершали намного больше ошибок по типу семантических парафазий (основной тип ошибок) как при назывании объектов, так и при назывании действий. Среди наиболее распространенных ошибок называния как для глаголов, так и для существительных были: семантические парафазии, смешанные парафазии, несвязанные глаголы/существительные. При сравнении правильных ответов, включавших все номинации, видно, что группа нормы одинаково успешно справилась как с тестом на называние объектов, так и с тестом на называние действий. Испытуемые с афазией же справились с тестом на называние объектов лучше, чем с тестом на называние действий. При этом для группы с афазией была выявлена значимая связь между успешностью названия объектов и действий. Кроме этого, успешность выполнения заданий пациентами с афазией значимо коррелировала с результатами методики оценки речи при афазии (Цветкова, Ахутина, Пылаева, 1981) по субтестам называния действий и объектов. Также был проведен корреляционный анализ ответов пациентов с психолингвистическими параметрами вербальных единиц (табл. 2).

Таблица 2. Корреляционный анализ ответов пациентов с психолингвистическими параметрами проб

	Существительные		Глаголы	
	<i>r</i>	<i>p-value</i>	<i>r</i>	<i>p-value</i>
Возраст усвоения	-.584	.000	-.463	.000
Представимость	-.227	.014	-.372	.000
Частотность	.341	.000	.289	.000

Обсуждение

Данные, полученные в результате апробации тестов на называние объектов и действий, подтверждают, что разработанные тесты выявляют номинативный дефицит у пациентов с разными видами афазии и разной степенью выраженности нарушения и могут применяться для оценки актуализации существительных и глаголов в клинических условиях. Были продемонстрированы критериальная и сопутствующая валидность новых заданий. При этом пробы, в которых делали ошибки испытуемые из группы нормы, будут исключены из теста. Наиболее высоким диагностическим потенциалом будут обладать пробы, в которых ошибалось много испытуемых из группы афазии, но мало испытуемых из группы нормы.

На основе проведенного корреляционного анализа с психолингвистическими параметрами выделены переменные — частотность, представимость, возраст усвоения, — которые необходимо учитывать в заданиях на называние. Также текущие данные показывают, что называние глаголов сопровождается большими трудностями при разных видах афазии, что, вероятно, обусловлено их более сложной структурой (Сарра, Perani, 2003).

Согласно результатам корреляционного анализа ответов пациентов с психолингвистическими параметрами вербальных стимулов, параметрами, значимо влияющими на называние объектов и действий, являются частотность, представимость и возраст усвоения слов, что согласуется с результатами других исследований называния при афазии (Nickels, 2001). Так, лучше порождаются существительные и глаголы, имеющие высокую частотность. Высокая представимость объекта также положительно влияет на номинативную функцию: чем меньше требуется усилия для того, чтобы представить объект или действие, обозначаемое данным словом, тем легче это слово порождается. Самое сильное влияние на успешность называния оказывает возраст усвоения: чем в более раннем возрасте было усвоено слово, тем легче идет называние.

На основе собранного материала будут составлены более компактные и удобные варианты тестов с пробами разной сложности с учетом значимых психолингвистических параметров для оценки номинативного дефицита у пациентов с поражением мозга. Сокращенные наборы проб будут апробированы на расширенной выборке (100 человек с и без афазии).

Литература

- Акинина Ю., Искра Е., Иванова М., Грабовская М., Исаев Д., Коркина И., Малютина С., Сергеева Н. Библиотека стимулов «Существительное и объект»: нормирование психолингвистических параметров // Шестая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Калининград, 23–27 июня 2014 г. Вып. 6 / Под ред. Б. Величковского, В. Рубцова, Д. Ушакова. Калининград: 2014. С. 112–114.
- Власова Р., Печенкова Е., Ахутина Т., Синицын В. Структурно-функциональная организация использования глаголов и существительных в зависимости от стратегии их актуализации // Вопросы психологии. 2012. № 4. С. 128–138.
- Лурия А. Высшие корковые функции человека. М.: Изд-во МГУ, 1962.
- Цветкова Л., Ахутина Т., Пылаева Н. Методика оценки речи при афазии. М.: Изд-во МГУ, 1981.
- Akinina Y., Malyutina S., Ivanova M., Iskra E., Mannova E., Dragoy O. Russian normative data for 375 action pictures and verbs // Behavior Research Methods. 2014. P. 1–17. doi: 10.3758/s13428-014-0492-9

Cappa S.F., Perani D. The neural correlates of noun and verb processing // Journal of Neurolinguistics. 2003. Vol. 16. No. 2. P. 183–189.

Laine M. Anomia: Theoretical and clinical aspects. Psychology Press, 2006.

Nickels L. Words fail me: Symptoms and causes of naming breakdown in aphasia // Handbook of Neuropsychology (Second Edition) / Ed. R. Berndt. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science BV, 2001.

Development and Standardization of a Psycholinguistic Test for Action and Object Naming: Data from Individuals with and Without Aphasia

Schegoleva S.I. (1), Iskra E.V. (1,2), Akinina Y.S. (1), Akhutina T.V. (3), Dragoy O.V. (1), Ivanova M.V. * (1)

mivanova@hse.ru

1 — National Research University Higher School of Economics (Moscow, Russia);

2 — Center for Speech Pathology and Neurorehabilitation (Moscow, Russia);

3 — Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia)

Abstract. Naming difficulties are one of the most common language deficits in aphasia. The aim of the present study was to develop a psycholinguistic test for object and action naming in aphasia. Data collected during standardization of the subtest for naming objects (116 stimuli) and actions (197 stimuli) demonstrated that the proposed test is sensitive to anomia in different types and severity of aphasia. The criteria and concurrent validity of the subtest were also established. Based on the collected data, more compact subtests will be constructed for use in the clinic, with items of varying difficulty taking into account relevant psycholinguistic properties.

Keywords: Aphasia, lexical-semantic processing, action naming, object naming, standardized assessment

ПРОЯВЛЕНИЕ ПОМОГАЮЩЕГО ПОВЕДЕНИЯ В ХОДЕ ДИНАМИКИ КОММУНИКАТИВНОГО КОНТЕКСТА У ДЕТЕЙ С РАЗНЫМ ТИПОМ ПРИВЯЗАННОСТИ

Юдина Т.О. *, Котова Т.Н.

judinatyana@gmail.com

Лаборатория когнитивных исследований ШАГИ РАНХиГС

Аннотация. Данное исследование посвящено вопросу о роли эмоциональной привязанности как процесса социального научения (Cassidy, Shaver, 1999), в проявлении помогающего поведения детьми 14–16 месяцев. Процедура предусматривалась динамика социального взаимодействия, поэтапно наполненная разным коммуникативным контекстом, в каждом из которых ребенку предоставлялась возможность оказать помощь взрослому с помощью наглядных подсказок или без таковой: а) без взаимодействия; б) взаимодействие; в) конец взаимодействия. Результаты эксперимента показали, что: 1) дети с надежной привязанностью значимо чаще оказывают помощь в каждом контексте общения по сравнению с детьми с ненадежной привязанностью; 2) дети с ненадежной привязанностью склонны оказывать помощь лишь в контексте совместной игры и им чаще требуются наглядные подсказки.

Ключевые слова: просоциальное поведение, социальное научение, инструментальная помощь, ранний возраст, эмоциональная привязанность

Взаимодействие социально-когнитивного и мотивационного аспектов просоциального поведения в раннем детстве является предметом споров в современных исследованиях. Некоторые из авторов предполагают, что основным вкладом в раннее проявление просоциальности у детей служит способность к пониманию внутренних состояний других людей и ориентации своего поведения в соответствии с эмоциональным состоянием других людей (Bischof-Kohler, 1991; Mascolo, Fischer, 2007; Moore, 2007). В то же время ряд ученых придерживается мнения о биологической врожденности альтруизма и способности к эмпатии (Hoffman, 1975; Tomasello, 2008; Zahn-Waxler et al., 1992).

Однако ряд исследований в области эмоционального развития указывает на влияние отношений привязанности на способность к эмпатии и ориентации своего поведения в соответствии с эмоциональным состоянием других людей (Cassidy, Shaver, 1999). Эти факты указывают на возможность рассмотрения формирования привязанности как процесса социального научения в области эмоций (Cassidy, Shaver, 1999; Gergely, Unoka, 2008).

То есть если эмоциональное развитие можно рассмотреть как некий процесс освоения культурно-фиксированных способов удержания, понимания, регуляции, использования эмоций, то от характера отношений, сложившихся между ребенком и его близкими взрослыми зависит то, в какой степени и в какой форме он усвоит эти способы. В нашем исследовании нас интересовал вопрос о роли социального научения в проявлении просоциального поведения. В частности мы могли бы ожидать, что отношения надежной привязанности способствуют становлению у ребенка возможности опираться на эмоцию, проявленную взрослым, при организации помогающего поведения.

Методика

Испытуемые: 20 детей в возрасте от 14 мес. до 16 мес., посещающих детские клубы и центры развития г. Москвы.

Процедура:

Исследование включало две серии:

- определение качества сформировавшейся эмоциональной привязанности ребенка к близкому взрослому (надежная или ненадежная) с помощью классической методики М. Эйнсворт «Незнакомая ситуация» (Ainsworth et al., 1987);
- измерение способности к продуцированию помогающего поведения.

Серии исследования проводились в разные дни, порядок сбалансирован.

Серия «Измерение способности к продуцированию» помогающего поведения» начиналась с этапа знакомства, в ходе которого экспериментатор показывал ребенку принесенные им игрушки. После чего были последовательно организованы три ситуации, отражающие динамику коммуникативного контекста, в каждой из которых ребенок мог оказать инструментальную помощь экспериментатору — поднять упавшую из рук экспериментатора ручку.

S1 — Без взаимодействия — экспериментатор делает вид, что ему что-то нужно записать в своем блокноте, некоторое время записывает, пока ребенок самостоятельно играет с игрушками, затем роняет ручку.

S2 — Взаимодействие — экспериментатор и ребенок играют вместе игрушками, находящимися в комнате, ручка находится в руках у экспериментатора во время игры, но не задействована в ней, затем экспериментатор роняет ручку.

S3 — Завершение взаимодействия — экспериментатор завершает игру с ребенком, прощается, держа ручку в руках, открывая дверь, роняет ручку, выходит за дверь, спустя несколько секунд возвращается, ищет глазами ручку.

В каждой из трех ситуаций, если ребенок не помогал спустя несколько секунд, экспериментатор указывал на необходимость помочь, последовательно применяя остенсивные подсказки различного уровня: «мимика», «мимика + жесты», «мимика + жесты + речь».

Результаты и обсуждение

По видеозаписи поведения в каждой из трех ситуаций каждому испытуемому был присвоен балл, если испытуемый подал ручку экспериментатору по крайней мере после вербальной подсказки. Затем баллы каждого испытуемого суммировались. Результаты показали, что дети с надежным типом привязанности ($n=11$) оказывают помощь суммарно по трем ситуациям значительно чаще ($U_{кр} = 18; p < .01$). При этом дети с ненадежным типом привязанности ($n=9$) показали наибольшую готовность помогать в ситуации «Взаимодействие», тогда как в ситуации «Завершение взаимодействия» не помог ни один из испытуемых группы ненадежно привязанных (см. рис. 1). Важно сказать также, что дети с ненадежным типом привязанности проявляли просоциальное поведение лишь после остенсивных подсказок вербального уровня со стороны экспериментатора, тогда как дети с надежным типом помогали без остенсивных подсказок или же после подсказок мимикой или жестами.

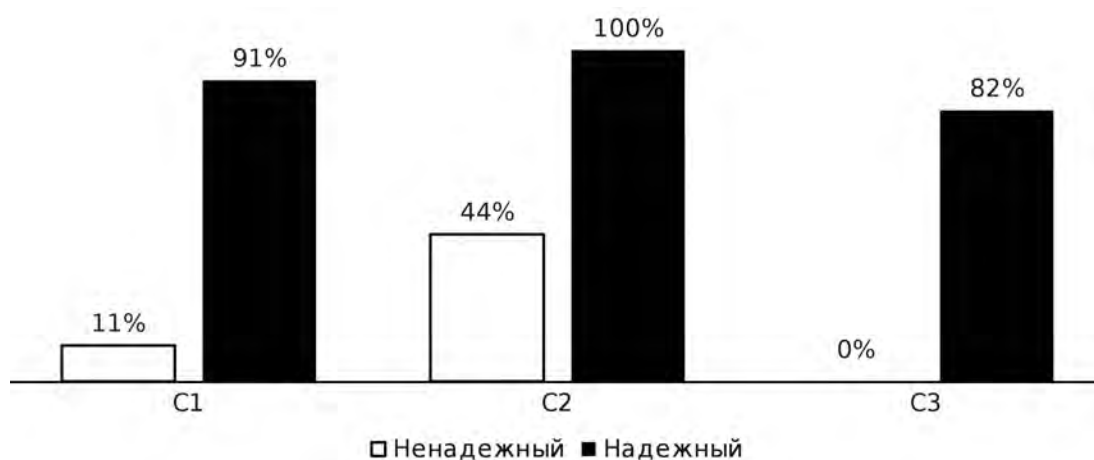


Рисунок 1. Результаты оказания помощи в трех ситуациях у детей с надежным и ненадежным типом привязанности

Полученные данные подтверждают, что характеристики взаимодействия, типичные для складывающегося типа привязанности в младенчестве, связаны с развитием просоциального поведения ребенка, с возможностью оказания инструментальной помощи. При этом мы видим, что с опорой на сигналы, типичные для механизма социального научения, некоторые испытуемые даже с ненадежной привязанностью могут оказывать инструментальную помощь. Контекст же, затрудняющий применение подобных сигналов (когда экспериментатор уходил),

привел к полному отсутствию помогающего поведения детей с ненадежной привязанностью.

Литература

- Ainsworth M.D.S., Blehar M.C., Waters E., Wall S.* Patterns of attachment: A psychological study of the strange situation. N.Y.: Hillsdale. Erlbaum Associates., 1987.
- Bischof-Köhler D.* The development of empathy in infants // *Infant development: Perspectives from German-speaking countries* / Ed. M. Lamb, H. Keller. Hillsdale, NJ, England.: Lawrence Erlbaum Associates, 1991. P. 245–273.
- Gergely G., Unoka Z.* Attachment, affect-regulation and mentalization: The developmental origins of the representational affective self // *Social cognition and developmental psychopathology* Oxford University Press Oxford, 2008. P. 303–340.
- Hoffman M.L.* Developmental synthesis of affect and cognition and its implications for altruistic motivation // *Developmental Psychology*. 1975. Vol. 11. No. 5. P. 607–622.
- Moore C.* Understanding self and others in the second year // *The codevelopment of self and sociomoral emotions during the toddler years* / Ed. C. Brownell, C. Kopp. N.Y.: Guilford Press, 2007. P. 43–65.
- Rheingold H.L.* Little children's participation in the work of adults, a nascent prosocial behavior // *Child Development*. 1982. Vol. 53. No. 1. P. 114–125.
- Tomasello M.* *Origins of human communication*. Cambridge, MA: MIT press, 2008.
- Zahn-Waxler C., Robinson J.L., Emde R.N.* The development of empathy in twins // *Developmental psychology*. 1992. Vol. 28. No. 6. P. 1038–1047.

Helping Behavior Within Cumulative Communication Context of Toddlers with Secure and Insecure Attachment

Yudina T. *, Kotova T.

judinatyana@gmail.com

Laboratory for Cognitive Studies, RANEPa, Moscow, Russia

Abstract. The study is dedicated to the role of attachment security as a part of social learning in helping the behavior of toddlers between the ages of 14 and 16 months. The experiment included the following cumulative communicative contexts, each required for the child's helping the experimenter: a) no joint action; b) joint action; c) end of joint action. The experimenter supported the child using ostensive cues if necessary. The results showed that: 1) children with secure attachment demonstrated prosocial behavior significantly more often in each communicative context, compared to children with insecure attachment; and 2) children with insecure attachment helped more often in the context of joint action and only after being supported by ostensive cues.

Keywords: prosocial behavior, social learning, instrumental helping, toddlerhood, attachment security

INFLUENCE OF LOW-LEVEL STIMULUS FEATURES ON HIGH-LEVEL STIMULUS CATEGORIZATION? BEHAVIORAL AND NEURAL EVIDENCE

Bhuvanesh Awasthi

Centre for Cognition and Decision Making, National Research University
Higher School of Economics, Moscow, Russia

Abstract. A crucial issue in the cognitive neuroscience of face perception has centered on the extraction and processing of relevant information from the visual environment. In particular, the influence of low-level stimulus features on high-level information processing remains under investigation and debate. While most previous research addresses individual roles of the spatial frequency (SF) scales (using just one SF band at a time), issues regarding the integration of these scales have remained unexplored. In order to better understand how faces are processed by the visual system, it is necessary to determine the relative contribution of low and high spatial frequency scales in the perception of faces. Using visually guided reaching as a continuous behavioral measure and magnetoencephalography, face perception and categorization was investigated in healthy adults. Results from the reaching trajectories as well as the neuroimaging study demonstrate a behavioral significance and the neural primacy for low spatial frequency information in stronger, faster and lateralized perception of faces.

Keywords: face perception, spatial frequency, MEG, M170

A crucial issue in the cognitive neuroscience of face perception has centered on the extraction and processing of relevant information from the visual environment. In particular, the influence of low-level stimulus features on high-level information processing remains under investigation and debate. Early stages of visual encoding involves rapid processing of low-level stimulus properties such as luminance, contrast and spatial frequency. While most previous research addressed individual roles of the spatial frequency (SF) scales (using just one SF band at a time), issues regarding the integration of these scales and their role in higher level visual processes have remained unexplored. In order to better understand how higher-level stimuli are processed by the visual system, it is necessary to determine the relative contribution of low and high spatial frequency scales in perception of faces and other stimuli. Using visually guided reaching as a continuous behavioral measure and magnetoencephalography (MEG), we investigated the perceptual dynamics and categorization of faces and places in healthy adults.

We used reaching trajectories as our behavioral measure because this method can provide a window into the perceptual decision making process.

Tracking of hand movements can provide real-time access to fine-grained traces of the information accumulation that remain hidden in other discrete behavioral measures. In the experiments reported here, the subjects were required to initiate their hand movements before they arrive at a decision and their hand movement trajectories allow us to observe how the decision evolves. A change in the trajectory path (measured as path-offset or curvature) potentially reflects a change of mind in their decision-making process that is modulated by the amount of information available to the perceptual system.

In the first study, the experimental stimuli were LSF–HSF hybrids of superimposed male and female faces that were presented peripherally and centrally in alternate experimental blocks. Subject were required to reach out and point to a specified sex (counter-balanced across subjects) on a touch screen while their movements were recorded using a high-fidelity optotrak motion capture system. Path-offset was taken as a dependent measure in the decision making process. We calculated the deviation from a straight-line path from start to end of the movements. Curvature was defined as the ratio of this deviation to the length of the straight-line path. The mean curvature measure of the trajectories reveal that there is less effect of (interference by) LSF faces at fovea as compared to periphery while reaching to HSF targets.

Similarly, in another study using the same experimental setup, we tested if the LSF advantage is face specific or also involved in place perception. Here we used LSF-HSF hybrids of faces and places. Subjects were required to reach out and point to the targets and their movements were recorded. The trajectories revealed that LSF interference was both 95 ms earlier and stronger for faces than places and was lateralized to the left visual field.

Finally, a reaction time and a MEG study was conducted using spatially filtered images of faces and places (not hybrids). Subjects' reaction times were measured in a task requiring categorization of LSF and HSF faces and places. Reaction time measures revealed significantly faster categorization of faces driven by LSF information, while rapid categorization of places was facilitated by HSF information. The MEG study showed significantly earlier latency of the M170 component for LSF faces compared to HSF faces. Moreover, the M170 amplitude was larger for LSF faces than for LSF places, whereas the reverse pattern was evident for HSF faces and places.

Results from the reaching trajectories as well as the MEG study demonstrate a behavioral significance and the neural primacy for low spatial frequency information in stronger, faster and lateralized perception of faces. Collating together, the results suggest that spatial frequency (a low-level feature) modulates the processing of category specific information for (high-level stimuli such as) faces and places.

Влияние низкоуровневых признаков стимул на высокоуровневую категоризацию стимула. Поведенческие и нейрофизиологические данные

Бхуванеш Авасти

Центр нейроэкономики и когнитивных исследований, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Аннотация. Центральным вопросом нейрокогнитивных исследований восприятия лиц — проблема извлечения и обработки релевантной информации из зрительно воспринимаемого окружения. В частности, до сих пор продолжается изучение и обсуждение влияния низкоуровневых признаков стимула на высокоуровневые процессы обработки информации. В данной работе, используя реакцию дотягивания под контролем зрения в качестве непрерывного поведенческого показателя, а также магнитоэнцефалографию, мы исследовали восприятие и категоризацию лиц здоровыми испытуемыми. Результаты траекторий дотягивания и данные нейровизуализации демонстрируют поведенческую значимость и нервный примат низких пространственных частот, что выражается в более чётком, быстром и латерализованном восприятии лиц.

Ключевые слова: восприятие лиц, пространственные частоты, магнитоэнцефалография

TARGET MOTION DOES NOT INFLUENCE SACCADIC SUPPRESSION OF TARGET DISPLACEMENT

Gordienko E.A. *, MacInnes W.J.

eagordienko@edu.hse.ru

Higher School of Economics National Research University, Moscow, Russia

Abstract: Saccadic Suppression of Target Displacement (SSTD) is a failure of the human visual system to detect a target's spatial displacement performed during a saccade. A temporal blank of the target (Deubel et al., 1996) or a change of the target's surface properties (Tas et al., 2012) breaks the assumption of visual stability and thus restores sensitivity to the displacement. In the present study, we tested whether a target's linear continuous motion would also break the assumption and improve sensitivity. The results of the classic SSTD studies were replicated, but we found no evidence for the influence of a target's motion on this effect.

Keywords: saccadic suppression of target displacement, motion, visual stability, saccade

Though the human visual system works well most of the time, its failures help us to acquire more knowledge of its working principles. One example of visual system failure is an effect called Saccadic Suppression of Target Displacement (SSTD). The SSTD effect is examined in this study with respect to a moving object as the target.

Saccades, rapid ballistic eye movements, cause a disruption in perceptual input. However, this disruption of the visual information stream is not noticed by the observer (Ethel & Matin, 1974). If we compare the retinal coordinates of an object before and after a saccade, they would be different. Part of the coordinates' shift is explained by eye motion. The other part might have two different sources: head motion or the motion of the object itself. The visual system should be able to distinguish these two cases using retinal and extra-retinal cues.

Deubel et al. (1996) showed that though the detection of a target's spatial displacement during a saccade is poor (SSTD), sensitivity to the displacement is restored when a temporary blank of the target is performed after the saccade. In (Tas et al., 2012) it was found that a change of the target's surface properties also increases the number of correct answers about target displacement. The theory of visual stability states that the visual system is biased to assume that the world remains stable during a saccade. The evidence mentioned above violate this assumption, suggesting that the visual system is forced to use extra sources of information to judge the position of the target.

MacInnes and Hunt (2013) showed that a change of the object's shape has a similar effect, and hypothesize that it may be perceived as an illusory motion of the target. In this study, we tested whether task-irrelevant continuous linear target motion increases sensitivity to the target displacement.

Method

Fourteen individuals participated in the experiment (3 males, mean age = 21.4 years). All participants had normal or corrected-to-normal visual acuity and gave informed consent approved by the university ethics committee.

The stimuli were presented on a computer monitor with a refresh rate of 144 Hz and screen resolution of 1920×1080 pixels. Participants' heads were positioned so that the chin and forehead were 80 cm from the screen. Participants looked at the screen binocularly, with the right eye monitored by a SMI iView Hi-speed eye-tracker at a sampling rate of 1250 Hz. Stimulus presentation was performed by a computer script written in Matlab using PsychToolbox.

The experiment consisted of a number of short trials. At each trial, participants were asked to fixate a cross at the center of the screen and confirm it by pressing a button on a joystick. This was used as a trial onset and drift correction. A target (square) appeared at the upper half of the screen. In half of the trials, the target started moving horizontally (six visual degrees per second). When it arrived at the central area of the screen, the cross disappeared. Participants were instructed to move their eyes to the target after that. Meanwhile, a computer program was watching this saccade and moved the target up or down during the saccade (initial target movement continued). In half of the trials, the target blanked temporarily for 250 ms, while in the other half of trials it did not. The participant was asked to decide in which direction the target had been moved and to press a corresponding arrow on the joystick. In the other half of the trials the initial horizontal position of the target was at the center of the screen and it did not perform horizontal motion.

This experiment had a 2×2×2 within-subjects factorial design. Independent variables were the distance of the displacement (either 0.22 or 0.44 visual degrees), blanking/no-blanking and the presence of motion of the target. We merged the results for the different displacement directions. Each participant performed 24 trials for each combination of the conditions. Trials were shown in a random order. After each 50 trials, there was a short break. The ratio of correct answers was measured in each condition.

After the experiment, the data from each trial were checked for correctness. Trials which had more than one saccade to the target or in which the saccade offset was before the shift of the target were discarded (less than 10 %).

Results

Logistic mixed effect model analysis was performed on the data. We transformed proportions of the correct answers to logits to account for the binomial structure of the data. The experiment had a within-subject design, so we also modeled the random subject variability around each fixed effect. The initial model consisted of a fixed intercept. We then added one-by-one fixed effects for Blank, Size of displacement and Motion. The first two additions improved the model, but the last one did not. Table 1 shows the fixed effect estimates, the standard errors of their estimation and the significance (χ^2). Only the effects of Blank and Size are significant.

Table 1

Effect	Estimate	Std Error	p
	0.31	0.15	
Blank	0.85	0.14	<.001
Size	0.44	0.14	.0018
Motion	-0.18	0.14	.183

The results of the classic SSTD studies for blanking and different distance of target displacement are replicated for both the static and moving conditions, but we found no evidence for the influence of target's motion on the target displacement sensitivity. Thought the motion of the target was a candidate for breaking the visual stability assumption, we have found no evidence for it.

References

- Deubel H., Schneider W.X., Bridgeman B.* Postsaccadic target blanking prevents saccadic suppression of image displacement // *Vision research*. 1996. Vol. 36. No 7. P. 985-996. doi: 10.1016/0042-6989(95)00203-0
- Ethel M.* Saccadic suppression: A review and an analysis // *Psychological Bulletin*. 1974. Vol. 81. No 12. P. 899-917. doi: 10.1037/h0037368
- MacInnes J., Hunt A.* Object identity changes and the target blanking effect // *Perception*. 2013. 42 ECVF Abstract Supplement, P. 91.
- Tas A.C., Moore C.M., Hollingworth A.* An object-mediated updating account of insensitivity to transsaccadic change // *Journal of Vision*. 2012. Vol. 12. No .11. P. 18. doi:10.1167/12.11.18

Движение объекта не влияет на саккадическое подавление обнаружения сдвига объекта

Гордиенко Е.А.*, Макиннес У. Дж.

eagordienko@edu.hse.ru

Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»

Аннотация. Саккадическое подавление обнаружения сдвига объекта — это снижение чувствительности зрительной системы к смещению объекта, произведенному во время саккады. Соккрытие объекта на время конца саккады (Deubel et al. 1996) или изменение зрительных признаков объекта (Tas et al. 2012) нарушает стабильность зрительного восприятия и тем самым восстанавливает чувствительность к сдвигу. В данном исследовании мы проверяли, окажет ли прямолинейное непрерывное движение объекта такое же влияние на эффект. Результаты предыдущих исследований были воспроизведены, но мы не обнаружили изменения чувствительности зрительной системы в случае движения объекта.

Ключевые слова: саккадическое подавление, движение, стабильность зрительного восприятия, саккада

STATIC AND DYNAMIC FACIAL EXPRESSIONS PROBED BY VISUAL ADAPTATION⁵⁹

Korolkova O.A. *

olga.kurakova@gmail.com

Center for Experimental Psychology MSUPE;
Moscow Institute of Psychoanalysis

Abstract. We studied visual adaptation to static and dynamic happy and sad facial emotional expressions, and to dynamic transitions between emotions. Dynamic unfolded expressions, and dynamic transitions between expressions were presented both reversed and non-reversed in time. The adaptation aftereffect — perceiving ambiguous expression (presented for 50 ms) as more happy after prolonged (5 s) observing of a sad face and vice versa — was revealed in static and dynamic expressions, but not in dynamic transitions between happy and sad faces. Therefore, dynamic cues and timeline reversal do not alter the emotion adaptation aftereffect.

Keywords: visual adaptation, facial expression, emotion, dynamic face

Introduction

One of the experimental paradigms widely used to explore the perception of faces and facial emotional expressions is perceptual adaptation. After prolonged observing of a particular face, the perception is biased away from the adaptor, so that its briefly presented “anti-face” is recognized more easily. This paradigm is based on the idea of a multidimensional face space with opponent coding of facial features that are most distinctive from the average (“norm”) face (Valentine, 1991). This average representation may be tuned to particular context, based on the range of currently perceived faces. Recently face adaptation aftereffect has been shown for a variety of facial characteristics including identity, gender and facial emotional expressions (Butler et al., 2008; Cook et al., 2011; Fox, Barton, 2007; Hsu, Young, 2004).

Facial adaptation studies mostly use static face images to adapt and test the aftereffect. As natural facial expression is inherently dynamic, it seems important to explore the influence of the face motion on its perception and recognition. To date, only a limited number of studies addressed adaptation phenomenon in dynamic faces. In particular, de la Rosa et al. (2013) and Curio et al. (2010) adapted participants to dynamic computer-animated morphed facial expressions and revealed that combination of emotion-specific rigid head motion and intrinsic facial muscles movements can induce

⁵⁹The study was supported by Russian Foundation for the Humanities, project 15-36-01281.

aftereffects, but none of these motion types causes adaptation separately. Morphing and 3D-modelling techniques, although very prominent, do not always adequately represent the dynamics of a naturalistic human face. Therefore, to increase the ecological validity, the use of natural dynamic facial expressions as stimuli to study adaptation may be more relevant.

Research on motion and biological motion adaptation suggest the motion direction to be among the factors causing the aftereffect (Barraclough et al., 2012). Moreover, natural timeline of increasing or decreasing intensity of facial expression can also have specific neural activation different from its time-reversed equivalents (Reinl, Bartels, 2014). Hence, time-reversion of natural dynamic expression, unlike any morphing or computer animation, may modulate the adaptation aftereffects. In our study, we tested the adaptation aftereffect to static images and dynamic video records of emotions expressed on a human face, expecting the contextual effect of adaptation as well as its modulation by timeline inversion.

Hypothesis. Adaptation to static and dynamic naturalistic emotional facial expressions, as well as to dynamic transitions between emotions, influences emotional categorization.

Method

Stimuli. Full-face video records of a female model depicting transitions from happy to sad and from sad to happy facial expressions were obtained with 120 Hz video camera.

Participants. Psychology students (9 males, 17 females, median age: 26.5 years, age range: 19–49 years) volunteered to take part in the experiment. They had normal or corrected-to-normal vision and gave their oral consent before the study. Each participant was randomly assigned to one of the three experimental groups.

Apparatus. Stimuli were presented using PXLab software (Irtel, 2007) on 100 Hz 19” CRT ViewSonic G90fB monitor connected to Intel Core2 desktop computer.

Procedure. Participants were sitting in front of the monitor at the distance of approximately 60 cm. Experiment started with the instruction to observe the sequentially presented pairs of faces and to decide which emotion, happiness or sadness, was expressed on the second face. In each trial a black central fixation cross was shown for 1 s on a neutral gray background, followed by adaptor stimulus (5 s), inter-stimuli interval (100 ms) and test image (50 ms). Both adaptor and test faces were 17.5 cm high and 12 cm wide. After the test image was removed from the screen, the question “happiness or sadness?” appeared, inviting participant to response. A short training of 8 trials was provided, with the same adaptors as in the main experiment, and with test images extracted from the same video transitions but not showed during the main

session. In total, each participant performed 10 test images \times 2 adaptors \times 2 transitions \times 4 repetitions = 160 trials in the main experiment. Trials were presented in pseudorandom order.

Design. The study varied one between-subject factor with three levels (adaptor type) and one within-subject factor with two levels (transition type). (1) In *the static adaptor* condition, participants ($N = 9$) adapted to the first and last static frames derived from the emotional transitions (two images from happy-to-sad movie, and two images from sad-to-happy movie). These images represented recognizable expressions of happiness and sadness. (2) In *the full movie* adaptor condition ($N = 9$), two adaptors were original movies (transitions from one expression into another), and two were the same movies reversed in time. The speed of all the movies was slowed down from 120 to 24 frames per second to ensure the same adaptor duration as in the static condition. (3) In the *half movie* condition ($N = 8$), each original movie was divided into two parts. The cut point was the frame closest to the mean point of subjective equivalence (PSE) estimated from a pilot static adaptation experiment. For each transition, one adaptor comprised images from the cut point to the end of the original movie, and the second adaptor included images from the cut point to the start of the movie, so that its frame order was time-reversed. As the cut points did not necessarily correspond to the middle frames of the transitions, the number of frames and the duration of each frame in the two sequences varied, but the total duration of each adaptor was maintained equal.

Test stimuli were the same for the three experimental groups. They comprised 20 ambiguous images derived from the center of each transition: ten frames from happy-to-sad movie, and ten frames – from sad-to happy one. In each trial, adaptor and test belonged to the same movie. Theoretical distances between the adjacent images were computed as dot products of vectors composed of the two images' pixels brightness levels.

Results

For each participant, adaptor and transition, a psychometric function was fitted with the cumulative Gaussian distribution, connecting the theoretical distance between images to the proportion of the responses of the second emotion category in transition (responses “sad” for happy-to-sad transition and “happy” for sad-to-happy transition). Individual psychometric functions were analyzed using mixed-effect ANOVA with *adaptor type* (static, half-dynamic, or full-dynamic) as between-subject factor, and *transition* (happy-to-sad or sad-to-happy) and *adapted expression* (first or second in each transition) as within-subject factors. The adaptation aftereffect would be shown as main effect of expression factor, and the differences between static and dynamic conditions – as adaptor type effect.

The analysis revealed significant influence of *expression* ($F(1,23) = 22.105$, $p < .001$, $\eta^2_p = .490$) and *transition* ($F(1,23) = 11.198$, $p = .003$, $\eta^2_p = .327$). Main effect of *adaptor type* was non-significant ($F(2,23) = 1.378$, $p = .272$, $\eta^2_p = .107$), but *adaptor type* \times *expression* interaction reached significance ($F(2,23) = 10.403$, $p = .001$, $\eta^2_p = .475$). Interactions *adaptor type* \times *transition* ($F(2,23) = 1.128$, $p = .341$, $\eta^2_p = .089$), *expression* \times *transition* ($F(1,23) = 0.104$, $p = .750$, $\eta^2_p = .005$), and three-way interaction of *adaptor type* \times *transition* \times *expression* ($F(2,23) = 1.026$, $p = .374$, $\eta^2_p = .082$) were non-significant.

To evaluate the adaptation aftereffect, we used Benjamini–Hochberg corrected paired t-test for post-hoc comparisons of PSEs estimated for different adapted expressions in each series and for each transition separately. For both emotional transitions, adaptation to static images showed significant shift of the PSE measured in theoretical distance units (happy-to-sad: $t(8) = -2.626$, $p = .045$, $M = -.00813$, $CI = [-.01528, -.00099]$; sad-to-happy: $t(8) = -5.144$, $p = .005$, $M = -.00556$, $CI = [-.00806, -.00307]$), as well as the adaptation to dynamic expressions starting from an intermediate ambiguous face (happy-to-sad: $t(7) = -3.043$, $p = .045$, $M = -.00307$, $CI = [-.00546, -.00068]$; sad-to-happy: $t(7) = -2.903$, $p = .045$, $M = -.00255$, $CI = [-.00463, -.00047]$). No aftereffect was shown for dynamic change between expressions (happy-to-sad: $t(8) = 1.139$, $p = .345$, $M = .00128$, $CI = [-.00131, .00387]$; sad-to-happy: $t(8) = 0.718$, $p = .493$, $M = -.00057$, $CI = [-.00239, .00126]$).

Discussion

The main aim of the present study was to explore the adaptation aftereffects on natural human-posed facial expressions, both dynamic and static. In addition, we tested whether the time-reversing of the dynamic expressions influence the subsequent expression recognition. Three main conditions of adaptation were used to evaluate the impact of context and timeline: static images used as adaptors that can only provide different contextual influence without any dynamics; dynamic transitions from one expression into another, presented both straight in time and time-reversed, with context being the same in two conditions; and dynamic unfolding of expressions starting from an ambiguous emotion, which provide different contexts in different timeline organizations.

We expected the aftereffect to occur after adaptation to static facial expression images, as well as to dynamic unfolding of expressions. This hypothesis has been supported: prolonged adaptation to dynamic expressions indeed produces aftereffect on ambiguous expressions categorization, in accordance with previous studies (de la Rosa et al., 2013; Hsu, Young, 2004). The influence of naturalistic dynamic adaptor is comparable to that of the static one, for the same presentation duration.

Extending the previously reported results to ecologically valid stimulation, in our study the adaptation effect was for the first time obtained on naturally expressed dynamic emotions.

We were also interested in whether any aftereffects occur after adaptation to dynamic shift from one expression to another. Though, no influence on emotion recognition was observed for forward versus reversed timeline of transitions. One possible explanation is our manipulation with natural speed of the expression that equalized the overall adaptor duration but changed the time of exposure to intense emotions in different series. Further research is needed to rule out this possibility.

Conclusion

In general, our results support the idea of adaptation as high-level context-based effect that tunes the recognition of ambiguous emotions to the range of facial expressions perceived in particular communication context. Additional dynamic cues and timeline organization do not appear to change the effect of adaptation.

References

- Barraclough N.E., Ingham J., Page S.A.* Dynamics of walking adaptation aftereffects induced in static images of walking actors // *Vision Research*. 2012. Vol. 59. P. 1–8. doi:10.1016/j.visres.2012.02.011
- Butler A., Oruc I., Fox C.J., Barton J.J.S.* Factors contributing to the adaptation aftereffects of facial expression // *Brain Research*. 2008. Vol. 1191. P. 116–126. doi:10.1016/j.brainres.2007.10.101
- Cook R., Matei M., Johnston A.* Exploring expression space: adaptation to orthogonal and anti-expressions // *Journal of Vision*. 2011. Vol. 11. No 4. doi:10.1167/11.4.2
- Curio C., Giese M.A., Breidt M., Kleiner M., Bulthoff H.H.* Recognition of dynamic facial action probed by visual adaptation // *Dynamic faces: Insights from experiments and computation* / C. Curio, H.H. Bulthoff, M.A. Giese (Eds.). Cambridge, MA: MIT Press, 2010. P. 47–65.
- de la Rosa S., Giese M., Bulthoff H.H., Curio C.* The contribution of different cues of facial movement to the emotional facial expression adaptation aftereffect // *Journal of Vision*. 2013. Vol. 13. No 1. doi:10.1167/13.1.23
- Fox C.J., Barton J.J.S.* What is adapted in face adaptation? The neural representations of expression in the human visual system // *Brain Research*. 2007. Vol. 1127. No 1. P. 80–89. doi:10.1016/j.brainres.2006.09.104
- Hsu S., Young A.* Adaptation effects in facial expression recognition // *Visual Cognition*. 2004. Vol. 11. No. 7. P. 871–899. doi:10.1080/13506280444000030

Irtel H. PXLab: The Psychological Experiments Laboratory [online]. Version 2.1.11. Mannheim (Germany): University of Mannheim, 2007. Available from <http://www.pxlab.de>

Reinl M., Bartels A. Face processing regions are sensitive to distinct aspects of temporal sequence in facial dynamics // *NeuroImage*. 2014. Vol. 102. Part 2. P. 407–415. doi:10.1016/j.neuroimage.2014.08.011

Valentine T. A unified account of the effects of distinctiveness, inversion, and race in face recognition // *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*. 1991. Vol. 43. No 2. P. 161–204, doi:10.1080/14640749108400966

Зрительная адаптация к статическим и динамическим экспрессиям лица

Королькова О.А. *

olga.kurakova@gmail.com

Центр экспериментальной психологии МГППУ,
Московский институт психоанализа

Аннотация. Эффект зрительной адаптации изучался на материале статических и динамических эмоциональных экспрессий лица и динамических переходов между экспрессиями радости и печали. Динамические последовательности предъявлялись как с прямым, так и с инвертированным во времени порядком кадров. Показано, что продолжительное (5 с) рассматривание и динамических, и статических выражений радости приводит к последующей оценке амбивалентных экспрессий (демонстрируемых 50 мс) как более печальных, и наоборот. Экспозиция динамических переходов между экспрессиями не вызывает эффекта адаптации. Таким образом, введение динамики и изменение временной организации экспрессий лица не влияет на зрительную адаптацию.

Ключевые слова: зрительная адаптация, экспрессии лица, эмоции, динамические экспрессии.

PEN-TRACE RECONSTRUCTION OF HANDWRITING FROM ELECTROMYOGRAPHY USING THE KALMAN FILTER⁶⁰

Okorokova E. * (1), Lebedev M.A. (4), Linderman M. (3),
Ossadtchi A.(1,2)

ok.elizaveta@gmail.com

1 – Centre for Cognition and Decision Making, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia; 2 – Laboratory of Control of Complex Systems, Institute of Problems of Mechanical Engineering Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; 3 – Department of Bio Medical Engineering, Norconnect Inc, Ogdensburg, New York, United States of America; 4 – Department of Neurobiology, Duke University, Durham, North Carolina, United States of America

Abstract. Handwriting is a highly skilled motor activity and one of the primary means of communication and self-expression. Not surprisingly, the loss or injury of an upper limb can be a devastating physical and mental trauma which might entirely deprive individuals of such a fundamental activity as handwriting. It is therefore crucial to understand how the nervous system triggers activities of the upper extremity muscles during handwriting, in order to improve existing treatment and rehabilitation techniques and to create intelligent neural prosthesis with substantial degrees of freedom. In our research, we attempt to build a mapping between handwritten traces and the corresponding muscle activity, measured using electromyography (EMG) from the human hand and forearm. We use the Kalman Filter to fuse the prediction based on the dynamic properties of handwriting and the measurable characteristics of neuromuscular activity. We show that our model provides a smooth and natural looking reconstruction with an average of 69 % and 80.6 % accuracy in XY-coordinates respectively as gauged by the coefficient of determination.

Keywords: electromyography, handwriting, pattern recognition, Kalman Filter

Introduction

Handwriting, being one of the most prominent hand movements, received surprisingly little attention in connection to myoelectric activity. Recent successful works in this field concentrate primarily on classification of written symbols based on muscle activity (Huang et al., 2010; Li et al., 2013 and Linderman et al., 2009), and almost entirely ignore EMG based reconstruction of the pen tip trajectory.

⁶⁰This work was funded by the government subsidy for improving competitiveness of National Research University Higher School of Economics among the leading world centers for research and education.

One of the existing methods to reconstruct pen traces from the myographic measurements was proposed by Linderman, Lebedev and Erlichman (2009), who used Wiener filter to predict coordinates of written digits based on the signals from eight EMG electrodes. They attained accuracy of reconstruction of $47 \% \pm 2 \%$ for X-coordinate and $63 \% \pm 15 \%$ for Y-coordinate.

In the present work, we did not have control over the data collection process and used a pre-recorded dataset described by Linderman et al (2009). We propose to extend the existing model by considering the dynamic process, underlying handwriting, in addition to highly sensitive, yet informative, myoelectric signals.

Methods

Experiment and Data

Six healthy participants were instructed to write digits from 0 to 9, repeating each digit for approximately 50 trials. At the same time, muscle activity was recorded with eight bipolar-surface EMG electrodes, placed on each participant's leading hand muscles: *opponens pollicis*, *abductor pollicis brevis*, *medial and lateral heads of first dorsal interosseus*, and four forearm muscles: *flexor carpi radialis*, *extensor digitorum*, *extensor carpi ulnaris* and *extensor carpi radialis*. The reference electrode was placed on each subject's forehead. Position of the pen was recorded using the special digitizing tablet (Linderman et al., 2009) as a pair of coordinates in the two-dimensional space.

Preprocessing

Before applying the Kalman Filter, we preprocessed EMG signals with low-pass second-order Butterworth filter, attenuating frequencies higher than 1 Hz, and computed the signals' envelopes. Half of the trials were randomly assigned to training the parameters of the model, while the rest were used for cross-validation.

The Kalman Filter

The idea behind the Kalman filter (Kalman, 1960) is to dynamically fuse two (or more) sources of information related to the unknown parameter, in order to obtain better performance than that delivered by each of the sources alone.

The first source generally incorporates physical characteristics of the process, as, in our case, would be the dynamical model, characterizing the evolution of coordinates that appear on the paper. Here we assume that the time dependent state-space vector evolves as a first order vector autoregressive process:

$$c_t = A c_{t-1} + v_t ,$$

where c_t is a state vector, containing coordinates of the pen trace at time t , as well as their rates of change. Additive term v_t is assumed to be drawn from the multivariate Gaussian distribution with zero mean and covariance matrix Q .

The second information source comes from the objective measurement of the electromyographic signals. In our case, we approximate the relation between the pen trace characteristics and the muscle activity via the following linear relation:

$$c_t = H z_{\delta t} + w_t,$$

where $z_{\delta t}$ is a vectorized matrix containing eight EMG measurements accumulated within the time interval $[t-\delta, t]$. Measurement error w_t is assumed to be independent from v_t and to come from the multivariate Gaussian distribution with zero mean and covariance matrix R .

In a classical formulation of the Kalman filter matrices H and A , as well as covariance matrices R and Q are assumed to be known. In many practical applications of the Kalman Filter, these matrices are estimated from the training samples available in the framework of the study.

The Kalman filter is a two-stage process, which predicts one-step-ahead forecast of the state, based on the prediction of the previous state, and then adjusts it, according to the incoming measurement. At each step, the variance associated with the uncertainty of the estimate is calculated and stored in the covariance matrix P .

Prediction stage:

$$\hat{c}_{t|t-1} = E\{c_{t|t-1}\} = A \hat{c}_{t-1|t-1}$$

$$P_{t|t-1} = E\{(c_t - \hat{c}_{t|t-1})(c_t - \hat{c}_{t|t-1})^T\} = A P_{t-1|t-1} A^T + Q$$

Measurement update:

$$\hat{c}_{t|z} = E\{c_{t|z}\} = H z_{\delta t}$$

$$P_{t|t} = (P_{t|t-1}^{-1} + R^{-1})^{-1}$$

$$\hat{c}_{t|t} = P_{t|t} (P_{t-1|t}^{-1} \hat{c}_{t|t-1} + R^{-1} \hat{c}_{t|z})$$

For detailed derivation and examples consult (Faragher et al., 2012) and (Kalman, 1960).

Results

We used predefined training samples to estimate the fixed parameters of the model for each of the ten digits. We applied Ordinary Least Squares Method to estimate matrix A in the state transition equation and matrix in t H he measurement equation. Matrices R and Q were estimated by computing the covariance matrices of residuals of the two fitted models. Then, the out-of-training sample measurements were used to reconstruct handwriting via the Kalman Filter iterative process.

Figure 1 shows pen-trace reconstructions of several trials of each digit.

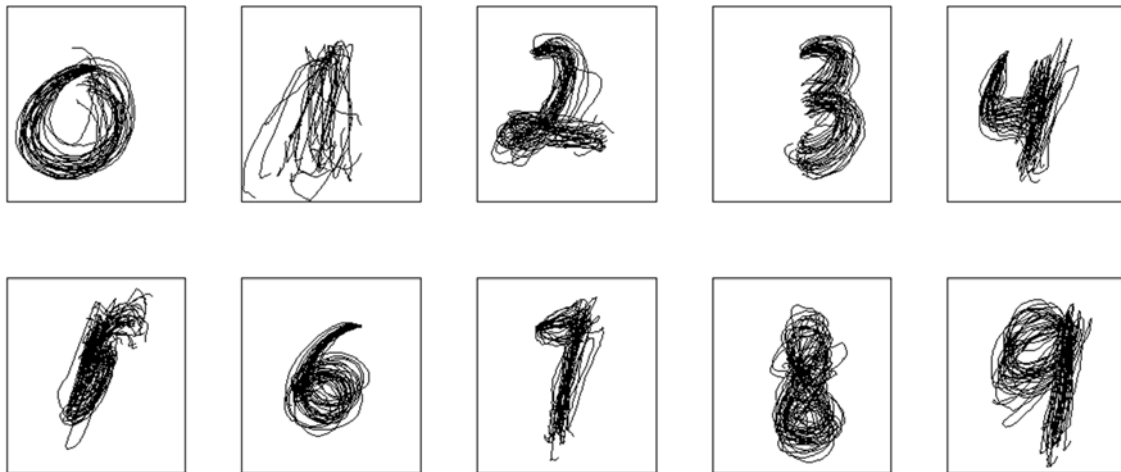


Figure 1. Digits Reconstructed from Electromyography with the Kalman Filter

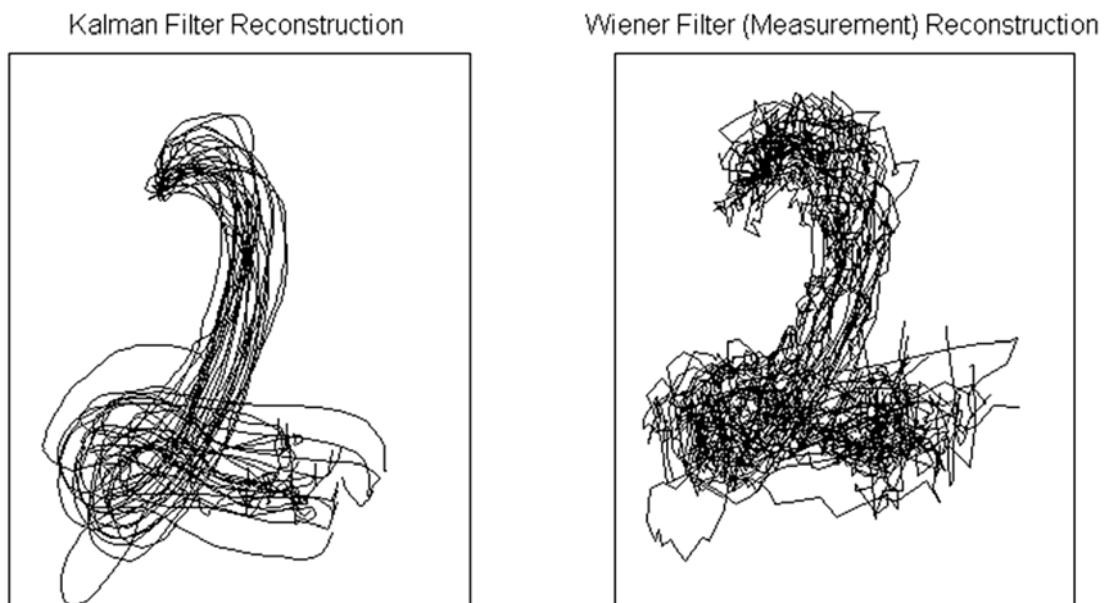


Figure 2. Kalman Filter Reconstruction (left), Measurement reconstruction (right)

Reconstruction accuracy was measured by the squared correlation coefficient (R^2) between the actual coordinate and its Kalman Filter - based estimate. Note that accuracy was computed within each trial, and then averaged across trials for each digit.

Table 1 summarizes the results. We computed 95 % confidence intervals for each digit across the six participants. The accuracy is indicated for the two coordinates (X and Y) independently. We have shown that, on average, the two coordinates are reconstructed with 69 % and 80.6 % accuracy. Relatively high margin of errors indicate that there is a significant variability between subjects, which might be a matter of concern when using the Kalman filter for similar data in the future.

Table 1: Accuracy of Reconstruction with the Kalman Filter, 95 % confidence intervals for R-squared for each digit

	“0”	“1”	“2”	“3”	“4”
X-coordinate	0.74±0.11	0.54±0.14	0.77±0.13	0.73±0.08	0.72±0.16
Y-coordinate	0.75±0.11	0.91±0.06	0.87±0.1	0.87±0.06	0.79±0.05
	“5”	“6”	“7”	“8”	“9”
X-coordinate	0.65±0.15	0.75±0.07	0.66±0.24	0.66±0.21	0.69±0.19
Y-coordinate	0.79±0.1	0.83±0.078	0.73±0.18	0.77±0.16	0.75±0.14

It should be noted that the Kalman filter yields a visually superior coordinate reconstruction than does the measurement model alone (Wiener filter used in the original paper by Linderman et al. (2009)), assuming that all other parameters are held equal. Figure 2 allows to compare the reconstruction of one of the digits yielded by the Kalman and the Wiener filters, the former being smoother than the latter. Such result indicates that adding information about the dynamical characteristics of the process, i.e. the state transition equation, contributes to the ergonomics of the estimate, which is a crucial attribute of such systems as handwriting.

Conclusion

In the present paper, we have shown that the Kalman Filter is an effective estimation technique for physically determined systems, such as handwriting. Further progress in this field would potentially create intelligent rehabilitation techniques for patients with hand injuries. Such systems will also find their application in human-computer interfaces, associated with handwriting.

References

- Faragher R. et al.* Understanding the basis of the Kalman filter via a simple and intuitive derivation //IEEE Signal processing magazine. 2012. Vol. 29. No. 5. P. 128–132.
- Huang G. et al.* An emg-based handwriting recognition through dynamic time warping //Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE. IEEE, 2010. P. 4902–4905.
- Kalman R.E.* A new approach to linear filtering and prediction problems //Journal of Fluids Engineering. 1960. Vol. 82. No. 1. P. 35–45.
- Li C. et al.* Improvements on EMG-based handwriting recognition with DTW algorithm //Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2013 35th Annual International Conference of the IEEE. IEEE, 2013. P. 2144–2147.
- Linderman M., Lebedev M. A., Erlichman J. S.* Recognition of handwriting from electromyography // PloS one. 2009. Vol. 4. No. 8. P. e6791.

Реконструкция написанного контура при письме от руки с помощью фильтра Калмана

Огорокова Е. * (1), Лебедев М.А. (4), Линдерман М. (3),
Осадчий А. (1,2)

ok.elizaveta@gmail.com

Аннотация. Рукописание является одной из самых сложных и высокоточных моторных задач, без которой сложно представить полноценную жизнь человека. Понимание механизмов нейромускулярного взаимодействия в контексте рукописания является одной из актуальных научных задач, решение которой способно качественно улучшить методики реабилитации пациентов с травмой верхней конечности, а так же привести к разработке эффективных многофункциональных протезов. Цель данной работы — построить модель соответствия между рукописным текстом и мышечной активностью, измеренной с помощью электромиографических сигналов (ЭМГ), регистрируемой 8-ю биполярными электродами с мышц кисти и предплечья. В контексте восстановления следа пера при рукописании мы впервые показали, что линейный Фильтр Калмана способен обеспечить естественно гладкое и точное восстановление двумерных координат рукописи, на основе динамических свойств почерка и сигналов ЭМГ. Эффективность нашей модели, измеренная с помощью коэффициента детерминации, в среднем составляет 69 % и 80.6 % для каждой из координат рукописи.

Ключевые слова: электромиография, рукописание, распознавание образов, фильтр Калмана

COPING WITH NON-FLUENT APHASIA: THE ROLE OF DOUBLED STRUCTURES AND OBJECT CLITIC SUBSTITUTIONS

Martínez-Ferreiro S. (1,3), Reyes A.F. * (2), and Bastiaanse R. (3)

a.f.reyes@gmail.com / reyesandres@unbosque.edu.co

1 – Biolinguistics Initiative Barcelona (BIB), University of Barcelona, Spain;
2 – Faculty of Psychology, El Bosque University, Bogotá, Colombia;
3 – Center for Language and Cognition (CLCG), University of Groningen,
The Netherlands

Abstract. The study aims to investigate one strategy used by individuals with non-fluent aphasia to overcome difficulties in direct object (accusative) clitic production: the non-target use of structures where a clitic coexists with the full DP it agrees with. We investigate the error pattern of 15 native speakers of Spanish and Catalan tested in 2 previous studies, focusing on their use of doubled constructions. We address their status as instances of clitic doubling, a phenomenon that is banned in both languages but allowed, among others, in River Plate Spanish, and/or instances of right dislocations. Theories on discourse-linking are invoked to account for their occurrence.

Keywords: clitic doubling, right dislocations, non-fluent aphasia, Spanish, Catalan

Introduction

In non-fluent aphasia, and especially in cases of agrammatism, object clitics are susceptible of impairment (Stavroulaki & Kouvava, 2003; Baauw & Cuetos, 2003; Rossi, 2007; Gavarró, 2008; Nerantzini, 2008; Martínez-Ferreiro, 2010; Sanchez-Alonso, Martínez-Ferreiro & Bastiaanse, 2011; Reyes and Bastiaanse, 2013). Direct object clitics critically rely on discourse linking, which causes a high processing load that individuals with aphasia may fail to overcome (Avrutin, 2006). Production results show that when difficulties implementing discourse linking operations arise, there is a preference for clitic omission or their substitution by full DPs. However, no further analyses of the strategies underlying other documented errors, such as substitutions or agreement mismatches (Nerantzini, 2008; Martínez-Ferreiro, 2010), are generally provided. This study targets the performance pattern underlying these non-target responses in Catalan and Castilian Spanish. To do so, we focus on the use of transitive sentences in which a clitic element coexists with the full DP it agrees with (1).

(1) La hace la cama.

(She) makes it the bed.

(Spanish)

The status of these constructions as instances of clitic doubling, a phenomenon that is banned in both languages in accusative contexts (but allowed, among others, in Rioplatense Spanish, as in the example above), and/or as instances of right dislocations, in which the object doubled by the pronoun is preceded by a pause (e.g. She makes it, the bed), is addressed in these lines.

Methods

Data sample

The error pattern of 15 native speakers of Spanish and Catalan was revisited in order to detect the presence of doubled structures in substitution for direct object (accusative) clitics. The first data set (Reyes & Bastiaanse, 2013) included the results of 5 Castilian Spanish speakers with agrammatic aphasia (mean age: 55.4, range: 34–68) tested through a sentences completion task (based on Bastiaanse, Edwards & Rispens, 2002) that included a set of 64 reversible transitive sentences in four conditions (declaratives with full DPs, declaratives with object clitics, topicalized object DPs, and imperatives). The second data set (Martínez-Ferreiro & Bastiaanse, 2013) included results from 7 Catalan and 3 Castilian Spanish speakers (mean age: 58.5, range: 24–76) diagnosed as Broca's, mixed transcortical, or global aphasic individuals.

Scoring

From the total pool of non-target responses recorded in these studies, we first selected all those including any instance of clitic doubling and right dislocation, either grammatical or not. Then, these responses were classified according to the nature of the clitic element into accusative and dative doubling constructions.

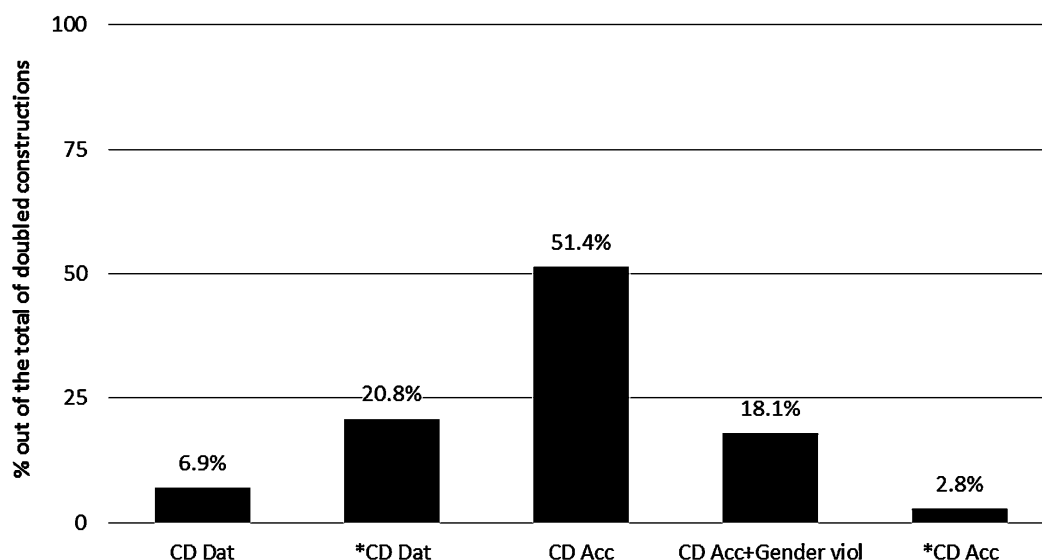
Results

Providing a total number of 558 responses Reyes & Bastiaanse (2013) reveal that, out of the 5 subjects included in the study 4 use the combination of clitic + full DP. A total of number of 43 non-target doubled structures were found (9 in conditions eliciting full DPs, and 34 in conditions eliciting clitics in pre-verbal and postverbal position). However, only two subjects frequently reverted to this strategy (S01, S02: $n = 1$; S04: $n = 32$; S05: $n = 10$), and these constructions tended to entail further syntactic violations.

In Martínez-Ferreiro & Bastiaanse (2013), even if clitic elements were not required to complete the task, four out of the ten individuals in the aphasia group were found to produce instances of doubled structures to a varying degree (6.9 % of non-target responses; 30/426); and for three of them, this strategy is repeatedly used (C03: $n = 8$; C05: $n = 6$; C06: $n = 16$; C07: $n = 1$). No instances of clitic doubling were found in the Spanish sample. Regarding the nature of the constructions, 26/29 responses were instances of direct object clitic doubling in otherwise grammatical structures. Three instances of agree-

ment violation between the clitic and the full DP were also attested. In all cases, singular masculine DPs coexisted with feminine singular object clitics.

The results across studies are summarized in graph 1.



Graph 1. Distribution of doubled constructions across studies. CD: Clitic doubling; CD Dat: CD with dative clitics; *CD Dat: CD with Dat clitics substituting for accusative clitics; CD Acc: CD with accusative clitics; CD Acc + Gender viol: CD with Acc clitics including a gender mismatch between the clitic and the DP; *CD Acc: CD with Acc clitics substituting for dative.

Discussion

The high rates of otherwise grammatical doubled constructions may be taken as indicators that these are actually instances of right dislocations. Microvariation emerges as for the productivity of this structure across languages. According to Villalba (2011), right dislocations are very frequent in Catalan, while Spanish makes very marginal use of it. This is mirrored in the results from Martínez-Ferreiro and Bastiaanse (2013). None of the Spanish-speaking subjects produced instances of this construction.

Lack of intonational break and presence of the preposition *a* ‘to’ are taken as arguments to set clitic doubling and right dislocations apart (Anagnostopoulou, 2006). The broken pattern of rhythm characteristic of non-fluent aphasias may be held responsible for the absence of an identifiable break between the verb and the DP. However, examples such as (1), produced in Spanish without any pause and in the absence of preposition, make it difficult to set apart both constructions with the scarce amount of data available up to date.

With independence of their nature, the use of these constructions, that we take to derive from a failure in discourse linking (in line with Avrutin, 2006), is taken as an indication of preserved sensitivity to contexts requiring the use of clitics. However, failure to delete the full DP indicates that the clitic fails to satisfy its requirements, being reduced to a mere filler susceptible of displaying gender, number, and case mismatches.

References

- Anagnostopoulou, E.* (2006). Clitic Doubling. In *The Blackwell Companion to Syntax*, eds. M. Everaert & H. van Riemsdijk, Vol. I, Ch. 14, 519–580. Blackwell Publishing.
- Avrutin, S.* (2006). Weak syntax. In *Broca's Region*, eds. Y. Grodzinsky and K. Amunts, 49–62. Oxford University Press.
- Baauw, S., and Cuetos, F.* (2003). The interpretation of pronouns in Spanish language acquisition and breakdown: Evidence for the “Principle B Delay” as a non-unitary phenomenon. *Language Acquisition*, 11, 219–275.
- Bastiaanse, R., Edwards, S., & Rispens, J.* (2002). *The Verb and Sentence Test (VAST)*. Thames Valley Test Company.
- Gavarró, A.* (2008). Binding and co-reference in Catalan agrammatism. The Academy of Aphasia Meeting, Turku, 20 October.
- Martínez-Ferreiro S.* (2010). Towards a characterization of agrammatism in Ibero-Romance. Phd Dissertation, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Martínez-Ferreiro, S., & Bastiaanse, R.* (2013). Time reference in Spanish and Catalan non-fluent aphasia. *Lingua*, 137, 88–105.
- Nerantzini, M.* (2008). Direct Object clitics in Greek Agrammatic Production: A single case study. Unpublished MA thesis, University of Groningen, The Netherlands.
- Reyes, F., & Bastiaanse, R.* (2013). When Object Clitisation or Climbing happen alone, and when they dance cheek to cheek: Selective Impairment in Spanish Agrammatism. Poster presented at the Science of Aphasia, Brussels, Belgium, 20–25 September.
- Rossi, E.* (2007). Clitic Production in Italian Agrammatism. PhD Dissertation, University of Groningen.
- Sánchez-Alonso, S, Martínez-Ferreiro, S., & Bastiaanse, R.* (2011). Clitics in Spanish Agrammatic Aphasia: A study of the production of Unaccusative, Reflexive and Object Clitics. In *Anaphora Processing and Applications*, eds. I. Hendrickx, S. Lalitha Devi, A. Branco & R. Mitkov, 184–197. Berlin: Springer – Verlag.
- Stavrakaki, S., & Kouvava, S.* (2003). Functional categories in agrammatism: Evidence from Greek. *Brain and Language*, 86, 129–141.
- Villalba, X.* (2011). A quantitative comparative study of right-dislocation in Catalan and Spanish. *Journal of Pragmatics*, 43, 1946–1961.

Небеглая афазия: роль дублированных конструкций и замены дополнений-клитик

Мартинес-Феррейро С. (1,3), Рейес А.Ф. * (2), Бастиансе Р. (3)

a.f.reyes@gmail.com / reyesandres@unbosque.edu.co

1 — Биолингвистическая инициатива Барселоны, Университет Барселоны, Испания; 2 — факультет психологии, Университет Эль Боске, Богота, Колумбия; 3 — Центр языка и познания, Университет Гронингена, Нидерланды

Аннотация. Данное исследование направлено на изучение стратегии для преодоления трудностей при порождении прямых дополнений-клитик (акузативов) людьми с небеглой афазией. Стратегия заключается в использовании дополнений-клитиков наряду с полной именной группой. На основании двух проведённых экспериментов мы исследуем типы ошибок 15 людей, говорящих на испанском и каталанском языках, непосредственно изучая их использование дублированных конструкций. Данное явление не характерно ни для испанского, ни для каталанского, но встречается в риоплатском диалекте испанского. Мы объясняем результаты с точки зрения теории дискурсивного линкинга.

Ключевые слова: дублирование клитик, правое перемещение, небеглая афазия, испанский. каталанский

ON THE WORD ORDER CONTROVERSY AND SYNTACTIC SIMPLIFICATION IN EXPRESSIVE AGRAMMATISM: EVIDENCE OF SELECTIVE IMPAIRMENT IN OBJECT CLITIC TRANSFORMATION, OBJECT MOVEMENT, AND BOTH

Reyes A.F. * (1), Martínez-Ferreiro S. (2,3) Bastiaanse R. (3)

a.f.reyes@gmail.com / reyesandres@unbosque.edu.co

1 – Faculty of Psychology, El Bosque University, Bogotá, Colombia;

2 – Biolinguistics Initiative Barcelona (BIB), University of Barcelona, Spain;

3 – Center for Language and Cognition (CLCG), University of Groningen, The Netherlands

Abstract. After being the most studied aphasia for more than a century, researchers have identified only two core features of agrammatic aphasia at the sentence level. The study aims to tackle the current controversy of whether word order difficulties can be a peripheral characterizing feature of agrammatic aphasia. We investigate the production of five Spanish brain damaged participants focusing on a set of four sentence conditions that, to the best of our knowledge, can only be tested in Russian or Spanish. The results show that it is difficult for agrammatic speakers to move the object whether it is a clitic or a full NP.

Keywords: clitic pronoun, agrammatism, DOP-H hypothesis, Spanish, Russian

Introduction

Defining agrammatism has been a challenge given the variety of deficits characterized as symptoms (Caramazza & Berndt, 1985; Menn & Opler, 1990). At the sentence level it has been demonstrated that both simplification of syntactic structures and difficulties with functional elements are core features of agrammatic aphasia. However, for modern aphasiologists there are other debated features that could be defining characteristics, namely, reduced sentence length, and “one of the most controversially discussed issues from classical aphasiology until now”: word order difficulties (De Bleser, Burchert, Holzinger & Weidlich, 2012). In agrammatic aphasia, production of clitics has been shown to be affected either by analyzing spontaneous speech (Nespoulous et al., 1988; Reznik et al., 1995; Stavrakaki and Kouvava, 2003; Chinellato, 2004; Rossi, 2007) or by testing clitic production in an experimental setting (Rossi, 2007; Gavarró, 2008, Nerantzini, 2008; Martínez-Ferreiro, 2010, Reyes & Bastiaanse, 2013). Clitics are a special type of personal pronouns that exhibit a number of specific syntactic properties, but that ‘lean’/are dependent on adjacent words. To characterize clitics it is useful to distinguish them from nouns (full NPs) and strong pronouns. According to Rossi, 2007, the characteristic which differentiates clitics from nouns and

strong pronouns are their inability to (a) bear contrastive stress, and (b) occupy the full NPs and strong pronouns' position in the clause:

Nouns (Full NPs)	Strong pronouns	Clitic pronouns
<i>Sam juega tenis no <u>futbol</u></i>	<i>Sam me ha invitado a <u>mi</u> no a ti</i>	<i>Sam <u>me</u> ha invitado no te ha invitado*</i>
(a) Sam plays tennis not <u>soccer</u>	Sam has invited <u>me</u> not you	Sam <u>me</u> has invited not you*
<i>Sam lee la revista</i>	<i>Sam saluda a Carlos y a Luis/todos</i>	<i>Sam saluda los*</i>
(b) Sam reads the magazine	Sam greets Carlos and Luis/everyone	Sam greets 'them'*

Interestingly, clitics in agrammatism have only been explored in Greek, Italian, French and Ibero-Romance (Spanish, Catalan and Galician). In Spanish, Reznik focused on the clitic production in aphasic spontaneous speech, while experimentally, Reyes & Bastiaanse tested clitic production and Martínez-Ferreiro also tested comprehension. This study focuses on the morpho-syntactic problems of Spanish agrammatic speakers with emphasis on (a) the production of sentence word order, adding evidence to the specific discussion of whether it is an agrammatic peripheral feature or not, and (b) looking further into the first core feature by testing postverbal syntactic complexity. Given the particular flexible word order in which Spanish can be grammatically produced and the predictions that can be made from the 'Derived Order Problem Hypothesis' (DOP-H) (Bastiaanse & van Zonneveld, 2005), the present study focuses on two movement operations, clitic and object scrambling in a way that, to our knowledge, can only be explored in Russian and Spanish. We hypothesize that syntactic complexity, in a linguistic sense, is a critical factor in agrammatic production, and predict that sentences with object movement and clitic movement will be more difficult than sentences with basic word order (SVO), regardless of the position in the syntactic tree.

Method

Participants	Age	Time Post-Onset (years)	Etiology	City
A1	34	8	Hematoma due to diffuse vasculitis	Barcelona
A2	59	3	CVA	Barcelona
A3	53	18	CVA	Barcelona
A4	68	5	CVA	Barcelona
A5	64	10	CVA	Barcelona

Stimuli

A set of 64 semantically reversible target sentences with transitive verbs and animate subjects and objects were used, the first 16 employed in the development of the Verb and Sentence Test (VAST) by Bastiaanse, Edwards and Rispens (2002), and another 48 sentences derived from them. The set included four target sentence types: (a) active declarative sentences with a transitive (finite) lexical verb, that is assumed to stay in its base-generated position in English and Spanish (the “full object in base position” condition; e.g., “The man kisses the woman - El hombre besa a la mujer”) (n = 16); (b) active declarative sentences with a clitic pronoun, assumed to move from post-verbal to preverbal position (e.g., “The man la kisses - El hombre la besa”) (n = 16); (c) active declarative sentences with a finite lexical verb in which the full object moves to preverbal position (e.g., “The man to the woman kisses - El hombre a la mujer besa”) (n = 16); and (d) imperative sentences with a clitic pronoun in the postverbal position (e.g., “Man kissesla - Hombre bésala”) (n = 16). This being said, a simpler way to characterize the sentences is: (a) –mov –clitic, (b) +mov +clitic, (c) +mov –clitic, (d) –mov +clitic. In all the sentences the subject and object differed in gender to avoid

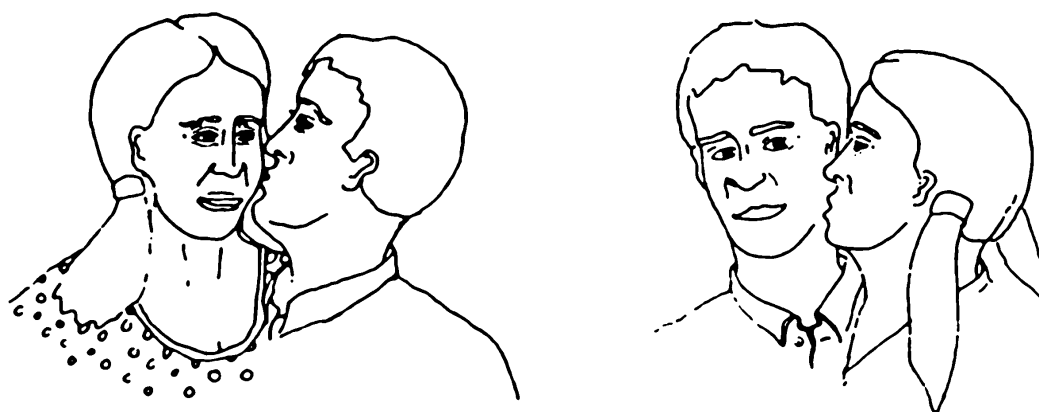


Figure 1. Taken from Bastiaanse et al. (2002), with permission.

correct answers in the second (clitic) condition due to repetition, as in Spanish the use of third person singular clitics depends on the gender they refer to (lo-la refer to male or female respectively). For testing each sentence or item, black-and-white picture pairs developed by Bastiaanse et al. (2002) were used: the first picture in the pair depicts the target sentence and the other depicts its semantically reversed counterpart, so the two types of clitics (lo, la) were tested equally as half of the items have a male subject performing the action in the second part of the phrases. A set of 64 picture pairs (16 original pairs and 3 copies of each) was used to elicit the three sentence conditions mentioned above. Therefore, the 16 original picture pairs can elicit the 64 types of target sentences. The picture on the right always depicted the first

sentence, and the picture on the left depicted the sentence which participants had to complete. Items were pseudo-randomly assigned (each picture occurred only once in the first 16 items, once in the second 16 items, etc.) but the order was the same for each participant.

Procedure

Using each pair, the 4 sentence conditions were elicited using a sentence production priming task in the following way: the experimenter pointed to the first picture of the pair reading aloud the prompt sentence, after which the experimenter pointed to the second one, reading only the subject of the sentence aloud. The participant was expected to complete the sentence depicted in the second picture using the same sentence structure the examiner used before (e.g., the examiner said: “Here the man kisses the woman, and here the woman...”, and according to the 4 sentence conditions, the participant responded: (a) “kisses the man”, (b) “lo (male Spanish clitic) kisses”, (c) “to the man kisses”), or (d) “bésalo”. The experiment was carried out in a quiet room. The participant sat in front of a computer screen and the experimenter sat next to him/her, and the experimental procedure was explained to the participant. There were three trial sentences (the last trial were be different from the first experimental sentence type). In case the task was not clear, any questions were allowed and additional trial sentences were added until the participant understood the task. All responses were transcribed for analysis.

Results

Correct sentence production per brain-damaged participant. Row percentages:

Condition	n	A1	A2	A3	A4	A5
(a) –mov –clitic	32	100	96.875	100	84.375	93.75
(b) +mov +clitic	32	15.625	6.25	100	0	0
(c) +mov –clitic	32	0	0	0	0	0
(d) –mov +clitic	32	59.375	3.125	46.875	0	0

The first sentence condition was easier to produce than the other three ($p < .0001$ Fisher's exact test at both overall and at the individual level, except among conditions (a) and (b) in the participant A2).

Discussion

The present study was carried out with the idea to test specific grammatical features to add evidence to the controversial question of whether word order

difficulties can be characterizing features of agrammatic aphasia. Using syntactic structures that can only be tested in Russian and Spanish to the best of our knowledge, partly due to the free word order that is allowed in these languages, the predictions that can be made from the DOP-H account for the results in the sense that the results support the hypothesis that it is difficult for agrammatic speakers to move the object whether it is a clitic or a full NP. It is also shown that movement and clitics can be affected selectively, which also give lights to the study of clitics in brain damaged individuals. In sum, this study favors the characterization of word order difficulties as an agrammatic peripheral feature.

References

- Anderson, R. & Centeno, J. (2007).* Contrastive Analysis Between Spanish and English. In: *Communication Disorders in Spanish Speakers: Theoretical, Research and Clinical Aspects*. Ed: Centeno, J., Anderson, R. & Obler, L.
- Ardila, A. (1997).* Características en el español de las alteraciones adquiridas en el lenguaje. *Forma y Función*, 10, 13–23. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Bastiaanse, R. & van Zonneveld, R. (2005).* Sentence production with verbs of alternating transitivity in agrammatic Broca's aphasia. *Journal of Neurolinguistics*, 18, 59–66.
- Bastiaanse, R. & Thompson, C. K. (2003).* Verb and auxiliary movement in agrammatic Broca's aphasia. *Brain and Language*, 84, 286–305.
- Bastiaanse, R., Edwards, S. & Rispens, J. (2002).* The Verb and Sentence Test (VAST). Thames Valley Test Company.
- Burchert, F., Swoboda-Moll, M., & De Bleser, R. (2005).* The left periphery in agrammatic clausal representations: Evidence from German. *Journal of Neurolinguistics*, 18, 67–88.
- Caramazza, A. & Berndt, R. (1985).* A multicomponent deficit view of agrammatic Brocas' aphasia. In M.-L. Kean (ed), *Agrammatism* (pp.27–63). San Diego, CA: Academic Press.
- De Bleser, R., Burchert, F., Holzinger, P & Weidlich, C. (2012).* Agrammatism at the sentence level. On: *Perspectives on Agrammatism*. Bastiaanse, R. & Thompson, C. Psychology Press.
- Gavarró, A. (2008).* 'Binding and co-reference in Catalan agrammatism'. The Academy of Aphasia Meeting, Turku, 20 October.
- Martínez-Ferreiro, S. (2010).* Towards a characterization of agrammatism in Ibero-Romance. PhD thesis, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Martínez-Ferreiro, S. (2003).* Verbal inflectional morphology in Broca's aphasia. Unpublished M.A. thesis, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Menn, L. & Obler, L. (1990).* *Agrammatic Aphasia: A cross-language narrative sourcebook*. Amsterdam: John Benjamins.

- Nerantzini, M.* (2008). Direct Object clitics in Greek Agrammatic Production: A single case study. Unpublished MA thesis, University of Groningen, The Netherlands.
- Pountain, C.J.* (2001). A History of the Spanish Language through Texts. London, England: Routledge. pp. 177, 264–5.
- Reyes, F., & Bastiaanse, R.* (2013). When Object Clitisation or Climbing happen alone, and when they dance cheek to cheek: Selective Impairment in Spanish Agrammatism. Poster presented at the Science of Aphasia, Brussels, Belgium, 20-25 September.
- Reznik, M., Dubrovsky, S. & Maldonado, S.* (1995). Agrammatism in Spanish: A Case Study. *Brain and Language*, 55, 355–368.

Трудности с порядком слов и синтаксическое упрощение при аграмматизме в порождении речи: данные об избирательном нарушении трансформации дополнений-клитик или передвижения дополнений, или и того и другого

Рейес А.Ф. (1), Мартинес-Феррейро С. (2,3), Бастиансе Р. (3)

a.f.reyes@gmail.com / reyesandres@unbosque.edu.com

1 — факультет психологии, Университет Эль Боске, Богота, Колумбия;
2 — биолингвистическая инициатива Барселоны, Университет Барселоны, Испания; 3 — Центр языка и познания, Университет Гронингена, Нидерланды

Аннотация. Несмотря на то, что аграмматизм в афазии является наиболее изучаемой темой вот уже больше века, ученым удалось выделить только два основных признака аграмматической афазии на уровне предложения. Цель данного исследования — выявить, являются ли трудности, связанные с порядком слов в предложении, периферическим характеризующим признаком аграмматической афазии или нет. Мы изучили речь пяти испаноговорящих пациентов с повреждениями головного мозга на предмет использования четырех типов конструкций, которые являются грамматически приемлемыми конструкциями в испанском и русском языках. Показано, что пациенты, страдающие аграмматизмом, испытывают трудности с передвижением дополнения независимо от того, является ли оно клитикой или частью именной группы.

Ключевые слова: местоимения-клитики, аграмматизм, гипотеза DOP-Н, испанский, русский

GENDER DIFFERENCES DURING WORD PROCESSING ELICITED BY PREATTENTIVE CONDITIONS: QUESTION-LINGUISTIC AND EMOTIONAL PROSODY EFFECTS

Reyes A.F. *

a.f.reyes@gmail.com / reyesandres@unbosque.edu.co

Faculty of Psychology, El Bosque University, Bogotá, Colombia

Abstract. In previous cross-modal priming ERP studies it is shown that women integrate emotional prosody (EP) and word valence earlier than men in an automated fashion, showing smaller N400 potentials to emotional words preceded by a sentence with congruous compared to incongruous EP. This study tries to determine whether these gender differences are detectable in an earlier stage of processing. Prime sentences and target words were presented as described in previous studies but including linguistic prosody as an ecological validity factor as it also contributes to meaning. The lexical judgment revealed that women show smaller P200 amplitudes to emotionally congruent compared to incongruent words.

Keywords: emotional prosody, emotional priming, gender differences, inattention, P200

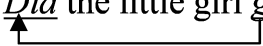
Introduction

Daily life interactions require us to be sensitive to emotions of others, and in speech, emotions can be expressed at a word level and through the tone of voice (Schirmer et al. 2004). This non-verbal vocal expression of emotion is called Emotional Prosody (EP) and carries salient acoustic–phonetic cues (i.e., fundamental frequency, duration, and intensity) (Kotz & Paulmann, 2007). In the word processing literature in particular, context is usually conceived as “*the semantic structure established by the words in a sentence*” (Schirmer et al., 2002, pp. 228). However, as the authors point out, context is not limited to semantics. Sources of both linguistic and non-linguistic information are also revealed by prosody, and it can be said that two types of prosody play a major role in communication: Linguistic prosody (LP) tells us whether the sentence is declarative, imperative or interrogative, and EP gives out clues about the emotional state of a person. Therefore, to understand the emotional signal embedded in speech, listeners have to attend to both prosodic and word information.

To understand the time course of the relationship between EP and word recognition, Schirmer et al. (2002) carried out an ERP study and included gender as a factor in their analysis. In a cross-modal priming experiment participants were asked not to attend a prime sentence. Results showed significant differences between men and women in the processing of

emotional congruence, in this case understood as when the valence of prime sentence and the target word are the same (e.g. happy prosody followed by a positive word, or sad prosody followed by a negative word). Also, when the interstimulus interval (ISI) between sentences and words was short (200-ms), women respond faster to targets that matched the sentence prosody. Moreover, the N400 component of the ERPs, which is known to reflect word expectancy, was also smaller for matching targets. The results indicate that women base their linguistic expectations on emotional prosody as early as 150-ms following the visual target onset. By contrast, men do not show any electrophysiological priming effect, but respond faster to positive target words than negative target words, indicating that men process word meaning independent of the sentence emotional prosody. A second experiment with an ISI extended to 750-ms established that men are slower than women to process EP as they showed the effect with a 750-ms ISI. Also, in a second article Schirmer et al. (2005) showed that when attention is directed towards the emotional content of prosody and word meaning, the lexical judgment do not reveal differences in emotional-prosodic priming. This suggests that the presence of gender differences depends on whether or not participants are aware of the EP.

It may be true that gender differences in word processing primed with non-linguistic information (EP) exist. However, as differences were elicited by preattentive/automatic conditions, there are other suitable ERP components to look at this fundamental process, like the P2, or P200 (e.g. Luck, 2014). Also, not only non-verbal cues reveal additional sources of information; LP plays an important role in communication. EP-LP complement each other and so far no study available has analyzed their interaction and the gender effect simultaneously. One difficulty for this purpose is the presence of syntactic cues (eg. auxiliary verbs) which let people know about the forthcoming use of LP in many languages. But in Spanish if we have a sentence like (1) it would be considered as a statement in written or spoken language, but if a question wants to be made with the same sentence only changing the LP would be enough, so prosody is sufficient to distinguish whether a sentence is a question or a statement. This is not the case in (2):

1. La niña pasó corriendo a través del parque
‘The little girl went running across the park’
2. ‘Did the little girl go running across the park?’


This study attempts to determine if the gender differences hold in ecological valid situations (EP-LP interaction) and if they really exist in an automatic stage of processing by eliciting the P200.

Method

Participants

So far, 40 undergraduate participants (20 females) with a mean age of 22, all right-handed native speakers of Spanish with normal or corrected to normal vision and no hearing impairment have taken part in the study. Low levels of accuracy in the task (<75 %) is also considered an exclusion criteria.

Variables

- Elicited ERP component: To avoid temporal interaction by eliciting P200 and N400, a small change in the original design was made: the visual targets used (stimuli B) were positive and negative but were moderately related to the final word of the prime sentences.

- Stimuli A: 240 auditory semantically neutral priming sentences. The experimental sentences were all recorded with question LP combined once with happy and once with sad EP, for a subtotal of 60. Each sentence was presented to the participants twice in the experimental relevant condition, followed either by a match or a mismatch target word according to the valence of both the prime sentence and the word, which sums up to a set of 120 relevant sentences. All fillers (120) were recorded either with happy or sad EP and statement LP. Each of the original 30 referred to different contexts, and all four combinations of EP-LP per sentence were rated accurately by three judges. As sentences were played four times (two in the relevant condition) each participant was provided with a new randomized list of items, so repetitions effects should become relative.

- Stimuli B: 240 visual target words composed by 120 experimentally relevant ‘legal’ words, either with positive or negative valence (e.g. ‘success’/‘failure’) and by 120 fillers, from which 90 were pseudowords, and 30 were words with positive or negative valence to prevent participants from developing a response strategy to the relevant condition (LP-EP). Prior ratings ensured that positive and negative words did differ in valence but their strength was similar. Also, ratings for well known words were used to control for frequency. Pseudowords followed word construction and syllable segmentation rules.

- Word length effect in lexical decision tasks: Spanish differs from languages like English in that not only a word frequency effect is observed but also a word length effect (Ardila, 1997). In words, the correlation with the number of syllables (‘phonological length’) is bigger than the correlation with the number of letters (Ardila, Roselli & Lecours, 1993), so it is reasonable to suppose that ‘the reading unit’ in Spanish could be the syllable, while in languages like English it could be the morpheme (Ardila, 1997). Thus, all auditory targets had 3 syllables and 7 letters.

Procedure

Participants interacted with an eight-trial practice block. They were told that auditory primes (semantically neutral Spanish sentences either with EP, LP or EP-LP) were not relevant to the task, that they just had to listen to them as were presented over speakers. Participants A visual target appeared in the centre of the computer screen 200ms after sentence offset and was displayed until the subject responded, or for 2500 ms if not response was given. Participants then performed a lexical decision task. This sums up to four experimental conditions: match and mismatch conditions for positive target words regarding the prime's prosody, and match and mismatch conditions for negative target words.

Results

Reaction times (RT's) were standardized within each subject. For both RT's and electrophysiological data, repeated measures ANOVA were conducted with TARGET (positive/negative) and MATCH (mismatch/ match conditions between the valence of both prime and target), and GENDER was treated as a between-subjects factor. The EEG was recorded (500 Hz sampling rate) from 30 electrodes according to the modified 10–20 system. The reference electrode was placed on AFz. To control for horizontal and vertical eye movements, a bipolar EOG was recorded using four electrodes. Impedance was kept below 10 kOhm. ERP averages were computed with a 100ms pre-stimulus baseline and a 500ms ERP time window.

A gender by match interaction in the behavioural ($F(1,38) = 5.218$, $P = .035$) as well as in the electrophysiological data ($F(1,38) = 4.28$, $P = .05$) indicated processing differences between women and men. Positivity at the parieto-occipital relectrodes is consistent with the P200 cortical generator sources. Male subjects failed to demonstrate the behavioural and electrophysiological effects, as expected ($F(1,38) < 1$).

Discussion

The gender effect was observed. The inclusion of question LP in the emotional prosody/word valence paradigm affected word processing in men and women.

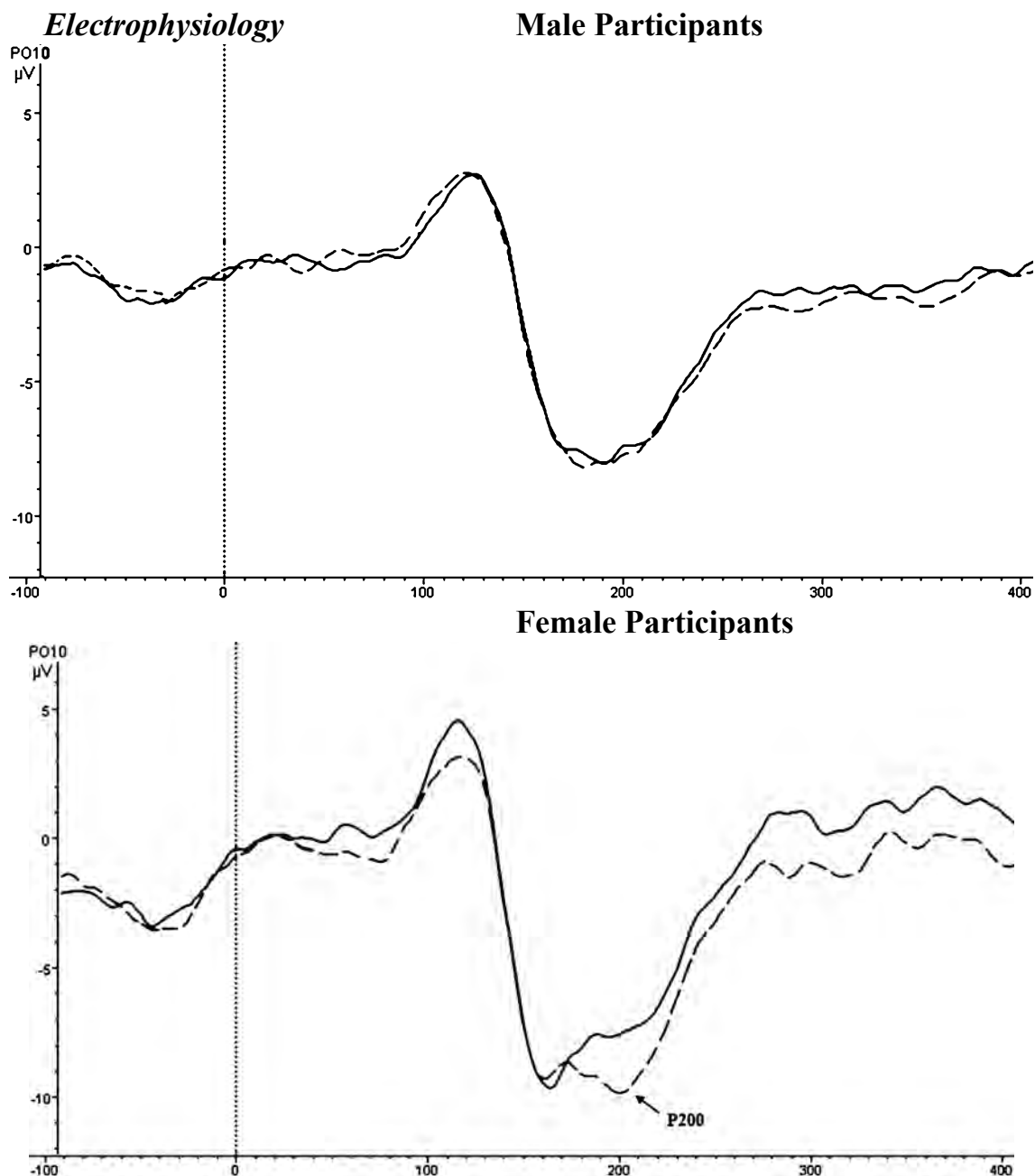


Figure 1. ERPs time-locked to target onset. A mismatch between prime and target (dotted line) elicited the P200 compared to a match (solid line) only in female participants.

References

- Ardila, A., Rosselli, M. & Lecours, A. R. (1993).* Decisión lexical en sujetos hispanoparlantes: efecto de la frecuencia y la longitud. III Congreso Latinoamericano de Neuropsicología. Montevideo, Uruguay.
- Ardila, A. (1997).* Características en el español de las alteraciones adquiridas en el lenguaje. *Forma y Función*, Vol 10, pp. 13-23. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

- Kotz, S. A. & Paulmann, S. (2007).* When emotional prosody and semantics dance cheek to cheek: ERP evidence. *Brain Research*, 1151, pp. 107–118.
- Luck, S. (2014).* An introduction to the event related potential technique, 2nd edition. MIT Press.
- Schirmer, A., Kotz, S.A & Friederici, A.D. (2002).* Sex differentiates the role of emotional prosody during word processing, *Cogn. Brain Res.* 14, pp. 228–233.
- Schirmer, A., Kotz, S.A & Friederici, A.D. (2005).* On the role of attention for the processing of emotions in speech: Sex differences revisited. *Cogn. Brain Res.* 24, pp. 442–452.

Гендерные различия при обработке слов в условиях предвнимательной преднастройки: вопросительно-языковые и эмоциональные просодические эффекты

Рейес А.Ф. *

a.f.reyes@gmail.com / reyesandres@unbosque.edu.com

Факультет психологии, Университет Эль Боске, Богота, Колумбия

Аннотация. В проведенных ранее исследованиях кроссmodalного прайминга с регистрацией вызванных потенциалов показано, что женщины интегрируют эмоциональную просодию и валентность слов раньше, чем мужчины, и автоматически, демонстрируя меньший компонент N400 в ответ на эмоционально окрашенные слова, которым предшествовали предложения с согласующейся эмоциональной просодией, по сравнению с несогласующейся. Целью данного исследования было выяснить, можно ли обнаружить эти гендерные различия на более раннем этапе обработки информации. Предложения-праймы и целевые слова предъявлялись так же, как в более ранних исследованиях, но включали языковую просодию как фактор, повышающий экологическую валидность, поскольку она тоже вносит вклад в установление значения. Задача лексического решения показала, что у женщин меньше амплитуда компонента P200 в ответ на эмоционально согласующиеся слова по сравнению с несогласующимися.

Ключевые слова: эмоциональная просодия, эмоциональные прайминг, гендерные различия, невнимание, P200

MODULATIONS OF VISUAL GAMMA OSCILLATION FREQUENCY AS A BIOMARKER OF ASD⁶¹

Stroganova T.A., Butorina A.V., Sysoeva O.V., Prokofyev A.O.*,
Nikolaeva A.Yu., Tsetlin M.M., Orekhova E.V.

nzay2008@yandex.ru

The MEG Centre, Moscow State University of Psychology and Education,
Moscow, Russia

Abstract. Neuropsychological studies link autism spectrum disorders (ASD) with an imbalance between excitation and inhibition in cortical networks. Brain oscillations in high gamma-band (50 to 120 Hz) are sensitive to this imbalance and may be useful biomarkers of certain ASD subtypes. We aimed to explore induced gamma responses to moving annular gratings with changing stimulus velocity in neurotypical children and to look for their possible abnormalities in children with ASD. Our findings suggest that a deficiency in speeded visual processing at the cortical level in individuals with ASD may be an indicator of reduced functionality of inhibitory mechanisms involved in basic visual functions.

Keywords: autism-spectrum disorders, visual gamma oscillations frequency, visual processing

Background

A significant body of evidence (Oblak et al., 2009; Pizzarelli & Cherubini, 2011; Rubenstein & Merzenich, 2003) suggests that alternation of the balance between neural excitation and inhibition (E/I balance) in direction of excitation is an important factor leading to development of autism spectrum disorders (ASD). When present in the visual cortex, the altered E/I balance may account for visual perceptual abnormalities frequently reported in ASD (Simmons et al., 2009). The high-frequency (gamma) oscillations are crucially dependent on functioning of *fast-spiking, parvalbumin*-positive GABAergic inhibitory *interneurons* and may appear valuable correlates of the altered E/I balance (Siegel et al., 2010). In both humans and animals the gamma oscillations are most reliably induced in visual cortex by large high-contrast moving stimuli. The frequency of the visual gamma oscillations reflects kinetics of inhibitory processes in cortical neurons and can be modulated by functional loads, such as velocity of visual motion (Edden et al., 2009). The changes of

⁶¹ The study has been supported by Russian Science Foundation (grant №14-35-00060) and the charity foundation for autism “Way out”. The MEG Centre is supported by core funding from the Russian Ministry of Education and Science RFMEFI61914X0006.

gamma frequency under functional load may provide valuable information about functioning of cortical inhibitory interneurons.

Objectives

We aimed to study whether the modulation of gamma oscillations frequency by velocity of visual motion is altered in children with ASD as compared to the typically developing control children. We also questioned whether such alternations, if present, are related to performance of a visual discrimination task that is particularly sensitive to neural inhibitory function.

Methods

We studied 21 boys with ASD (IQ>60) aged 8–15 years and 26 age- and gender-matched typically developing (TD) boys using whole head magnetoencephalography (MEG). Participants watched annual gratings moving with different speeds while performing a simple detection task. Individual peak frequencies (IPF) of gamma were identified for each participant and for each stimulus velocity at the occipital sensor with the greatest gamma response amplitude. After MEG session the oblique grating orientation discrimination threshold has been measured in 13 ASD and 18 TD participants in a psychophysical experiment.

Table 1. Demographic information

	ASD mean (SD) (N = 21)	NT mean (SD) (N = 26)
AGE (years)	10.4 (2.2)	11.1 (1.7)
Sequential IQ	94.3 (15.4)	100.9 (21.2)
Simultaneous IQ	95.9 (16.2)	120.7 (13.2) *
Mental Processing Composite	93.9 (18.3)	117.6 (12.3) *
Child AQ	87.9 (10.6)	56.3 (15.07)*

Asterisks denote significant difference between ASD and NT group, * $p < .05$

Results

Gamma frequency increased with stimulus velocity in both TD and ASD participants. The relative increase of frequency of gamma oscillations (i.e. gamma dynamic range) was significantly lower in the ASD group ($p < .05$), suggesting worse adaptation of neuronal networks for processing of moving stimuli. Both IPF to the high velocity stimuli and the gamma dynamic range correlated posi-

tively with IQ, but did not correlate with the autism quotient. In the ASD, but not the TD children the wider gamma dynamic range predicted better capacity for discrimination of oblique grating orientation, thus suggesting link between effectiveness of neural inhibition and perceptual processes in ASD.

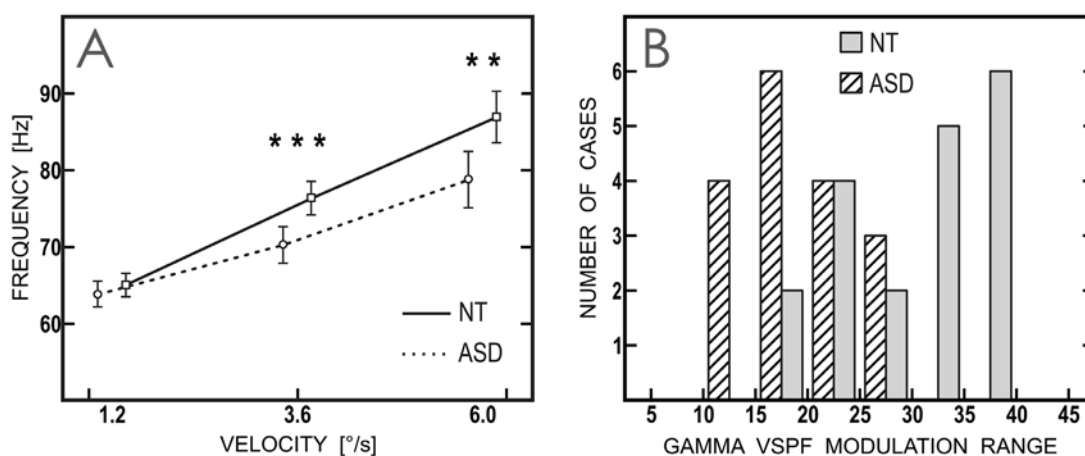


Figure 1. Differences between the NT and ASD group in velocity-related modulation of visual gamma response frequency.

A – ANOVA results for gamma VSPF. Solid line – NT; dashed line – ASD. Asterisks denote significant between-group difference: ** – $p < .005$; *** – $p < .001$. B – Frequency distribution of velocity-specific peak frequency (VSPF) modulation range (i.e. difference in VSPF for the fast and slow stimulus velocities) in NT (white bars) and ASD (striped bars) groups.

Conclusions

The narrow dynamic range of visual gamma oscillations in children with ASD suggest sluggish dynamics of inhibitory processes in visual cortex, which is particularly evident under high functional load. The future studies may help to reveal if similar abnormalities are present in the other sensory and associative cortical areas in people with ASD and other developmental disorders characterized by altered E/I balance.

References

- Edden R. A., Muthukumaraswamy S.D., Freeman T.C., Singh K.D. Orientation discrimination performance is predicted by GABA concentration and gamma oscillation frequency in human primary visual cortex // *J Neurosci.* 2009. 29(50). P. 15721–15726.
- Oblak A., Gibbs T.T., Blatt G.J. Decreased GABAA receptors and benzodiazepine binding sites in the anterior cingulate cortex in autism // *Autism Res.* 2009. 2(4). P. 205–219.

- Pizzarelli R., Cherubini E.* Alterations of GABAergic signaling in autism spectrum disorders // *Neural Plast.* 2011. P. 297153.
- Rubenstein J. L., Merzenich M.M.* Model of autism: increased ratio of excitation/inhibition in key neural systems // *Genes Brain Behav.* 2003. 2(5). P. 255–267.
- Siegel M., Donner T.H., Engel A.K.* Spectral fingerprints of large-scale neuronal interactions // *Nat Rev Neurosci.* 2012. 13(2). P. 121–134.
- Simmons D.R., Robertson A.E., McKay L.S., Toal E., McAleer P., Pollick F.E.* Vision in autism spectrum disorders // *Vision Res.* 2009. 49(22). P. 2705–2739.

Модуляции частоты гамма-осцилляций, вызванных зрительным стимулом, как биомаркер расстройств аутистического спектра

Строганова Т.А., Буторина А.В., Сысоева О.В., Прокофьев А.О. *, Николаева А.Ю., Цетлин М.М., Орехова Е.В.

nzay2008@yandex.ru

МЭГ-центр, Московский городской психолого-педагогический университет, Москва, Россия

Аннотация. По данным нейропсихологических исследований, существует связь между аномалиями, присущими расстройствам аутистического спектра (РАС), и дисбалансом процессов возбуждения и торможения нейронных сетей коры головного мозга. В частности, выявлено влияние указанного дисбаланса на корковые осцилляции в верхнем диапазоне гамма-частот (50–120 Гц). Эта особенность может послужить важным биомаркером ряда типов РАС. Мы проанализировали гамма-осцилляции, возникающие при наблюдении за движущимися с переменной скоростью концентрическими зрительными стимулами, у типично развивающихся детей и детей с РАС. Результаты выявили дефицит корковых процессов обработки быстро движущихся стимулов у детей с РАС, который может указывать на недостаточность процессов торможения в корковых нейронных сетях, лежащих в основе зрительной обработки.

Ключевые слова: расстройства аутистического спектра, частота зрительных гамма осцилляций, зрительная обработка

Верстка - С. В. Зиятдинова

Подписано в печать 11.06.2015. Формат 60x90 1/16.

Гарнитура Times. Печ. л. 34,5.

Тираж 200 экз.

Заказ № 4281.

Отпечатано в типографии ООО «Буки Веди»

на оборудовании Konica Minolta

119049, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4, стр. 1 А

Тел.: (495) 926-63-96, www.bukivedi.com, info@bukivedi.com