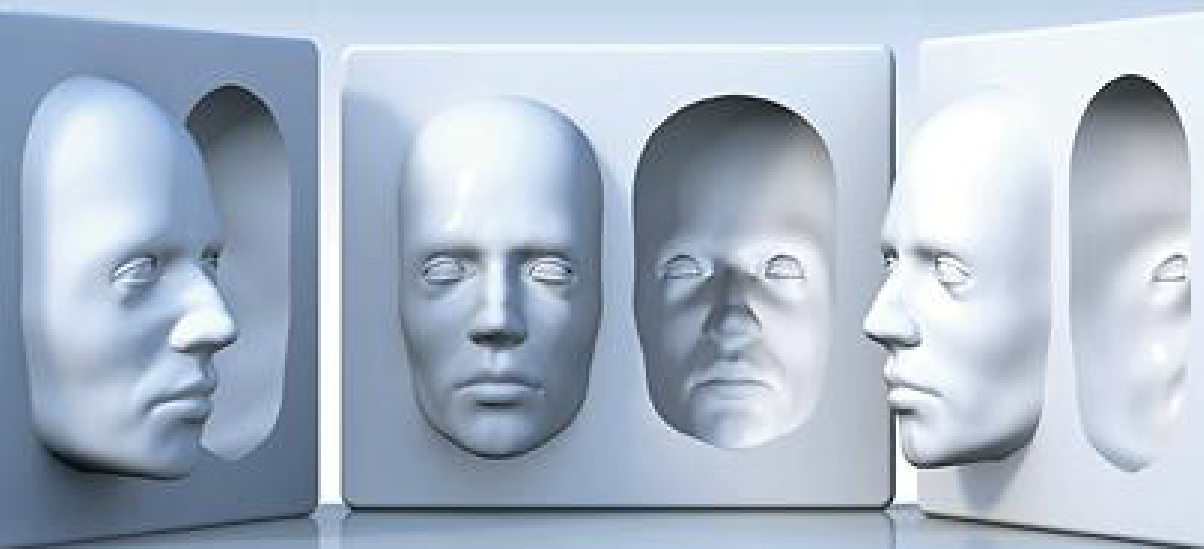




Марко Якобони

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

ПОЧЕМУ МЫ ПОНИМАЕМ ДРУГ ДРУГА



Up
UNITED PRESS

MIRRORING PEOPLE
MIRRORING PEOPLE

THE NEW SCIENCE OF HOW WE
CONNECT WITH OTHERS

MARCO IACOBONI

Farrar, Stratus and Giroux
New York

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ
ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

ПОЧЕМУ МЫ
ПОНИМАЕМ ДРУГ ДРУГА

МАРКО ЯКОБОНИ

Перевод с английского
Леонида Мотылев



Москва

2011

УДК 57.024

ББК 88.3

Я46

Якобони, М.

Я46 Отражаясь в людях : Почему мы понимаем друг друга / Марко Якобони ; пер. с англ. Л. Мотылев. – М. : ООО «Юнайтед Пресс», 2011. – 366 стр.

ISBN 978-5-4295-0002-7

Китайская мудрость гласит: «ребенок учится сложному искусству речи без помощи великих учителей». Удивительная способность человека копировать других (а значит, учиться у них), разделять их чувства (а значит, понимать их) заложена в самой нашей природе. Но только недавно ученые выяснили, как именно и где она заложена. Эта революция в нейронауке произошла после открытия особых клеток мозга, «зеркальных нейронов», ответственных за имитацию и эмпатию. Именно благодаря их работе мы можем жить в обществе себе подобных, а расстройство «зеркально-нейронной» системы приводит к «провалу социализации», к аутизму. Об истории этого замечательного открытия, о его последствиях для науки и для обычных людей читайте в знаменитой книге «Отражаясь в людях» Марко Якобони — одного из тех ученых, которые находятся на переднем крае нейронауки.

УДК 57.024

ББК 88.3

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельца авторских прав.

© Marco Iacoboni, 2008. All rights reserved.

© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Юнайтед Пресс», 2011

ISBN 978-5-4295-0002-7

*Моей жене Мирелле, моей дочери Катерине
и моим родителям Рите и Антонио*

Оглавление

1. Какие же они обезьяны!

- Нейромир 9
- Сюрпризы мозга 15
- Великолепная четверка 19
- Зеркала в мозгу 30
- Я знаю, чем ты занимаешься 38
- Я знаю, о чем ты думаешь 40
- Я слышу, чем ты занимаешься 45
- Орудия и зеркала 49
- Я знаю, что ты меня копируешь 54

2. Саймон говорит

- Клетки-имитаторы 60
- Резонирующие тела 72
- Делай то, что я говорю, а не то, что я делаю! 78
- Гарри Поттер и профессор Снегг 87
- Как ухватить чужое сознание 92

3. Ручная речь

- Видишь, что я говорю? 97
- От ладони к губам 102
- От составления карты мозга к его «выключению» 108
- Тепло наших тел 112
- Чат-комнаты 116
- Зеркальное копирование речи и других звуков 123

ОГЛАВЛЕНИЕ

4. Взгляни на меня, притронься ко мне

Зинедин Зидан бьет головой 128

Люди или хамелеоны 132

Эмпатические зеркала 139

Я чувствую вашу боль 145

Материнская эмпатия 151

5. Лицом к себе

Это ты или я? 155

Зеркальный тест 161

Другое «я» 168

Выключение «я» 176

Две стороны одной медали 183

6. Разбитые зеркала

Младенческая зеркальность 186

Что у подростка в голове 192

Имитация и аутизм 199

Зеркально-нейронная гипотеза об аутизме 204

Разбитое зеркало 206

Починка разбитых зеркал 209

7. Суперзеркала и «подключенный» мозг

Темные волны в мозгу 217

В глубинах человеческого мозга 226

Клетка Дженнифер Энистон 231

В поисках зеркальных супернейронов 236

8. Плохой, злой: насилие и наркомания

Злой: споры, касающиеся насилия в СМИ 242

Автономные ли мы индивиды? Зеркальные
нейроны и свобода воли 249

Плохой: вредные привычки и их рецидивы 254

9. Зеркала желаний и предпочтений

Нейронаука покупок 261

На скорую руку: наука «быстрого приготовления»
и Супер Боул 272

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

Зеркала для рекламы 279

Последствия негативной рекламы 286

10. Нейрополитика

Теории политических предпочтений 292

Зеркальные эффекты и мозг
политического наркомана 297

Мозговая политика 304

**11. Экзистенциальная нейронаука
и общество**

Зеркальные клетки в тебе и во мне 310

Проблема интерсубъективности 314

Новый экзистенциализм 318

Нейронаука и общество 321

Примечания 327

Благодарности 354

Алфавитный указатель 357

1

Какие же они обезьяны!

НЕЙРОМИР

Чем мы, люди, занимаемся, по сути дела, весь день напролет? Мы читаем окружающий мир, и в особенности людей, которых видим. Мое лицо в зеркале с утра пораньше смотрится не очень, но другое лицо в том же зеркале говорит мне, что моя прелестная жена чудесно выглядит. Один-единственный взгляд на завтракающую одиннадцатилетнюю дочь подсказывает мне, что лучше ходить по возможности бесшумно и пить эспрессо молча. Когда в лаборатории сотрудник протягивает руку за гаечным ключом, я понимаю, что он собирается что-то подкрутить в магнитном стимуляторе, а не запустить этим ключом в стену со злости. Когда сотрудница входит, радостно улыбаясь или самоуверенно ухмыляясь (разница может быть поистине очень тонкой – все за-

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

висит от крохотных нюансов в сокращении лицевых мышц), я автоматически и почти мгновенно определяю, что это – улыбка или ухмылка. За день мы совершаем десятки, сотни таких актов распознавания. Без преувеличения – это одно из главных наших занятий.

Причем мы делаем это не задумываясь. Это кажется таким обычным. А ведь это поистине необычно – необычно, помимо прочего, тем, что кажется обычным! Столетиями философы чесали в затылке, размышляя над способностью людей понимать друг друга. Их затруднения вполне объяснимы: у них не было практически никаких научных данных. Уже примерно 150 лет психологи, когнитологи и нейреспециалисты располагают некоторыми научными данными (а последние 50 лет – даже огромным количеством таких данных), однако долгое время они продолжали чесать в затылке. Никто не мог даже подступиться к объяснению того, как это у нас получается – понимать, что делают, думают, чувствуют другие люди.

Теперь мы вплотную подошли к объяснению всего этого. Своим очень тонким пониманием других людей мы обязаны определенным группам специализированных мозговых клеток – зеркальных нейронов. Они и есть те крохотные чудесные механизмы, что ведут нас по жизни. Они лежат в сердцевине нашей навигационной системы. Они связывают нас друг с другом умственно и душевно.

Почему нас захлестывают эмоции от мастерски сделанных душераздирающих сцен в некоторых фильмах? Потому что зеркальные нейроны воссоздают в нашем

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

мозгу те напасти, что мы видим на экране. Мы сопереживаем персонажам и понимаем их чувства, – поскольку в буквальном смысле испытываем то же самое. А если мы видим на экране поцелуй двух кинозвезд? Некоторые из клеток, срабатывающих при этом в нашем мозгу, – те же самые клетки, что включаются, когда мы целуем наших любимых. «Понимание чужих чувств» – все же недостаточно сильные слова, чтобы описать действие зеркальных нейронов. Когда мы видим чьи-то страдания или чью-то боль, зеркальные нейроны помогают нам «прочесть» лицо этого человека и заставляют нас реально испытать те же чувства. Эти моменты, я считаю, составляют основу сопереживания и даже всей нашей морали, глубоко укорененной в биологии. Смотрите ли вы спортивные телепередачи? Если да, вы наверняка видели много кадров, показывающих болельщиков крупным планом: одни замерли в предвкушении, другие пришли в самый настоящий экстаз (это особенно характерно для показа бейсбольных матчей, где много пауз). Такие кадры эффектны и эффективны, ибо, благодаря нашим зеркальным нейронам, мы, видя эти эмоции, переживаем их. Наблюдать за соревнующимися спортсменами – значит соревноваться самим. Некоторые из тех же самых нейронов у нас, что реагируют при виде игрока, ловящего мяч, срабатывают и когда мы ловим мяч сами. Глядя на игру, мы играем. Мы понимаем действия игроков, потому что у нас в мозгу есть образы этих действий, основанные на наших собственных движениях. Поскольку различным действиям иногда присущи сходные характеристики движений и они активизируют

примерно одинаковые группы мышц, нам не обязательно быть умелыми игроками, чтобы «зеркально копировать» спортсменов в мозгу. Зеркальные нейроны не умеющего играть в теннис болельщика срабатывают при виде профессионала, исполняющего смэш, потому что этому болельщику, конечно, доводилось в жизни делать резкие движения рукой из-за головы сверху вниз; соответствующие нейроны у болельщика вроде меня, который и сам играет в теннис, ясное дело, функционируют в этом случае куда более активно. А когда я наблюдаю за игрой моего кумира Рожера Федерера, зеркальные нейроны у меня уж точно реагируют со страшной силой.

Зеркальные нейроны, несомненно, дают – причем впервые в истории – правдоподобное нейрофизиологическое объяснение сложных форм социального познания и взаимодействия. Помогая нам распознавать действия других людей, зеркальные нейроны также помогают нам различать и понимать глубочайшие мотивы, стоящие за этими действиями, намерения других лиц. Всегда считалось, что почти невозможно изучать с помощью опытов намерения, поскольку они рассматривались как нечто слишком «умственное». Как мы вообще можем проводить сравнения между чужими внутренними состояниями и нашими собственными? Философы веками ломали голову над этой «проблемой чужого сознания» – и практически безрезультатно. Теперь у них есть кое-какие реальные научные данные, с которыми можно работать. Исследования зеркальных нейронов дают и им, и всем, кого интересует проблема понимания людьми друг друга, существенную пищу для размышлений.

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

Рассмотрим эксперимент с чайной чашкой, который я придумал несколько лет назад и более подробно опишу ниже. Его участникам показывают три видеоклипа, где снято одно и то же простое действие: человеческая рука берет чайную чашку. В первом клипе какое-либо окружение отсутствует: просто рука и чашка. Во втором показаны еще и последствия чаепития – неопрятный стол с крошками печенья и испачканными салфетками. Третий видеоклип изображает аккуратно накрытый стол, подготовленный к предстоящему чаепитию. И во всех трех вариантах в кадре появляется рука и берет чашку. Больше ничего не происходит, так что хватательное движение, которое видят участники эксперимента, в точности одно и то же. Разница только в обстановке.

Фиксируют ли эту разницу зеркальные нейроны в мозгу у испытуемых? Да, фиксируют. Когда участнику эксперимента демонстрируют хватательное движение вне всякого окружения, его зеркальные нейроны наименее активны. Они активнее, когда он видит второй и третий сюжеты, причем наиболее активны, когда ему показывают аккуратную картинку. Почему? Потому что намерение пить гораздо глубже, чем намерение наводить порядок. Эксперимент с чайной чашкой сейчас хорошо известен в нейронауке, но это не единичный пример: серьезные опыты показали, что человеческий мозг способен зеркально воспроизводить глубочайшие аспекты чужого внутреннего состояния (и в том числе, безусловно, намерение) на тонкоструктурном уровне одной мозговой клетки. Это в высшей степени примечательно. Так же как и то, что эта имитация происходит без всяких

усилий с нашей стороны. Нам не нужно делать сложные умозаключения или выполнять запутанные алгоритмы. Вместо этого мы используем зеркальные нейроны.

На предмет исследования можно взглянуть и под другим углом. Лаборатории по всему миру накапливают подтверждения того, что нарушения социальных аспектов личности, например аутизм, могут объясняться первичными дисфункциями зеркальных нейронов. Я предполагаю, что зеркальные нейроны могут также играть очень важную роль в имитационном насилии, вызываемом насилием в СМИ. У нас есть, кроме того, предварительные данные, показывающие, что зеркальные нейроны важны для различных форм социальной идентификации, включая брендинг и вступление в ту или иную политическую партию. Вы слышали про нейроэтику, нейромаркетинг, нейрополитику? Нет? Еще услышите в ближайшие годы и десятилетия, и исследования в этих областях будут так или иначе уходить корнями в функционирование зеркальных нейронов.

Эта книга рассказывает о счастливых находках, приведших к революционному открытию особого класса мозговых клеток, о замечательных успехах в этой отрасли науки за какие-нибудь двадцать лет, о чрезвычайно хитроумных экспериментах, которые сейчас идут в нескольких лабораториях по всему миру. Говоря попросту – я верю, что эта работа заставит нас радикально переосмыслить глубочайшие аспекты наших социальных взаимоотношений и сами наши личности. Несколько лет назад один исследователь предположил, что открытие зеркальных нейронов может сыграть

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

в нейронауке такую же роль, какую в биологии сыграло открытие ДНК¹. Это чрезвычайно смелое предположение: ведь практически все в биологии связано с ДНК. Не окажется ли так, что в будущие десятилетия нейронаука все будет рассматривать в свете деятельности зеркальных нейронов?

СЮРПРИЗЫ МОЗГА

Последние пятнадцать лет я живу в Лос-Анджелесе и работаю в своей лаборатории Калифорнийского университета в этом городе, но моя фамилия подсказывает, что самое подходящее место, чтобы начать эту историю, – Италия, и я рад сообщить, что она начинается именно там, точнее, в небольшом красивом городе Парме, знаменитом своей легендарной едой (особенно пармской ветчиной и сыром пармезан) и музыкой. Теперь мы можем добавить к перечню знаменитых на весь мир статей пармского экспорта и нейронауку: ведь именно в здешнем университете группа нейрофизиологов, возглавляемая моим другом Джакомо Ридзолатти, впервые обнаружила зеркальные нейроны.

Ридзолатти и его сотрудники работают со свинохвостыми макаками *Macaca nemestrina* – обезьянами, которых часто используют для опытов нейроспециалисты всего мира. Эти макаки очень послушны, в отличие от своих более знаменитых родичей – резусов, которые весьма склонны к соперничеству и ведут себя как альфа-самцы (даже если они самки). Исследуя обезьян в лабо-

раториях, подобных лаборатории Ридзолатти, ученые исходят из предположения, что полученные результаты помогут пониманию человеческого мозга, который, согласно широко распространенному мнению, является самым сложным объектом в известной нам вселенной. Это мнение небезосновательно: ведь наш мозг содержит примерно 100 миллиардов нейронов, каждый из которых может взаимодействовать с тысячами и даже десятками тысяч других нейронов. Элементами, обеспечивающими взаимодействие нейронов, являются синапсы, количество которых поразительно. Отличительным признаком мозга млекопитающих является наличие «новой коры» (неокортекса) – эволюционно наиболее «молодой» структуры нашего мозга. Основным исходным пунктом для научных построений таков: хотя объем мозга макака составляет примерно четверть от объема нашего мозга и неокортекс у них тоже намного меньше человеческого, нейрoанaтомы, как правило, согласны с тем, что, несмотря на эту разницу, строение неокортекса у макаков и людей более или менее сходное.

Группа Ридзолатти в Парме исследовала в мозге макака так называемую «область F5», расположенную в премоторной коре – обширной зоне, составляющей часть неокортекса и отвечающей за планирование, выбор и совершение действий. Область F5 содержит миллионы нейронов, отвечающих за «кодирование» одного специфического вида моторного поведения – кистевых действий руки, включая хватание, удерживание, разрывание и, что самое главное, поднесение объектов (еды) ко рту. Для каждой макаки, как и для всех приматов, это самые базовые, суще-

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

ностно важные действия. Мы, представители вида *Homo sapiens*, беремся за предметы и совершаем с ними манипуляции весь день – с того момента, как нащупываем кнопку на будильнике, до той минуты восемнадцать часов спустя, когда поправляем подушку перед сном. В целом мы совершаем за день сотни, а то и тысячи хватательных действий. Именно поэтому группа Ридзолатти выбрала для самого детального изучения область F5. Все нейроспециалисты исследуют работу мозга ради теоретического понимания, но мы вместе с тем преследуем и практические цели – в частности, возможные открытия, способные привести к разработке новых методов лечения болезней. Выявление нейрофизиологических механизмов моторного контроля мозга макаки за ее кистью может в итоге помочь хотя бы частичному восстановлению кистевых функций у людей с повреждениями мозга.

Благодаря кропотливой экспериментальной работе группа Ридзолатти существенно продвинулась в понимании функционирования моторных мозговых клеток обезьян во время их различных хватательных действий (эти клетки потому называются моторными, то есть «двигательными», что они расположены в начале цепочки, управляющей мышцами тела). И вот в один прекрасный день, примерно двадцать лет назад, нейрофизиолог Витторио Галлезе ходил по лаборатории во время перерыва в эксперименте. Обезьяна спокойно сидела на стуле, дожидаясь очередного задания. И вдруг Витторио, потянувшись за чем-то – он не помнит, за чем именно, – уловил вспышку активности со стороны компьютера, подсоединенного к электродам, которые были хирурги-

ческим путем имплантированы в мозг обезьяны. Непривычному уху эта активность могла бы показаться хаотическим шумом; но для уха опытного нейроспециалиста она означала электрический разряд из интересующей его клетки в области F5. Витторио мгновенно подумал, что это странная реакция. Обезьяна сидела себе тихо, не намереваясь ничего хватать, и тем не менее этот нейрон, связанный с хватательными действиями, работал.

Так, по крайней мере, гласит одна из версий истории о первом зафиксированном обнаружении зеркального нейрона. Другая касается одного из коллег Витторио – Лео Фогасси, который взял арахис и тем самым вызвал возбужденный отклик в области F5 мозга обезьяны. Веще одной фигурируют Витторио Галлезе и порция мороженого. Есть и всякие версии – они правдоподобны, но ни одна не подтверждена документально. Годы спустя, когда значение зеркальных нейронов было уже осознано, пармские специалисты обратились к лабораторным журналам в надежде составить достаточно точную хронологию своих ранних наблюдений. Но они попросту не смогли этого сделать. Они нашли записи о «сложных зрительных реакциях» моторных клеток обезьян в области F5. Эти записи были неясны, потому что в то время ученые не знали, как истолковать свои наблюдения. Ни один нейроспециалист в мире даже вообразить тогда не мог, что моторные клетки способны давать разряд при простом восприятии чужих действий без какой-либо собственной двигательной активности. В свете как экспериментальных данных, так и теоретических разработок того времени это представлялось абсурдом. Мозговые

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

клетки обезьяны, посылающие сигналы другим клеткам, которые анатомически соединены с мышцами, не должны разряжаться, когда животное сидит совершенно неподвижно, положив руки на колени, и наблюдает за действиями человека. И тем не менее они разряжались.

В конце концов, не так уж важно, что «момент эврики» для зеркальных нейронов растянулся на годы. Важно, что группа вскоре вплотную занялась странными явлениями, происходившими в ее лаборатории. Поначалу ученым самим трудно было поверить в полученные результаты, но со временем они почувствовали также, что обнаруженные факты, если они подтвердятся, могут потенциально означать новое слово в науке. Они не ошиблись. За двадцать лет, прошедших после той первой фиксации зеркально-нейронного разряда, череда хорошо контролируемых экспериментов с обезьянами, а позднее и с людьми (но с ними, как правило, проводились другие эксперименты, без вживления в мозг электродов) подтвердила замечательное явление. Тот простой факт, что группа клеток в человеческом мозгу – зеркальные нейроны – дает разряд, когда человек либо бьет по футбольному мячу, либо видит, как по нему бьет другой, либо даже просто произносит или слышит слово «Удар!», ведет к поразительным открытиям и новому пониманию.

ВЕЛИКОЛЕПНАЯ ЧЕТВЕРКА

Теперь мы знаем, что зеркальные нейроны составляют примерно 20 процентов клеток в области F5 мозга мака-

ки. Остальные 80 процентов зеркальными не являются. При таком соотношении пармская группа неизбежно должна была рано или поздно обнаружить зеркальные нейроны. Когда это произошло, постулаты, на которых базировалась работа не только данной лаборатории, но и всех нейроспециалистов мира, подверглись переоценке. В 1980-х годах нейроспециалисты были убеждены в истинности парадигмы, гласившей, что различные функции мозга (как макаки, так и человека) распределены по различным «ящикам». Согласно этой парадигме, восприятие (зрительное, слуховое и т.д.) и действие (протягивание руки за едой, хватание еды, поднесение ее ко рту) полностью разделены и независимы друг от друга. Третья функция – когнитивная, познавательная – находится, как считалось, где-то посередине между восприятием и действием и позволяет нам планировать свое моторное поведение, выбирать тот или иной его вариант, обращать внимание на то, что имеет к нам отношение, игнорировать все несущественное, запоминать имена и события и т.д. Эти три широко понимаемые функции, как правило, считались отделенными друг от друга в мозгу. Такая система отражала вполне оправданную склонность ученых объяснять явления самым экономным образом. Разбить сложное явление на более простые составные части – хороший исследовательский принцип. Такой подход и сейчас доминирует в нейрофизиологии и нейронауке, и во многих специальных областях исследований он работает хорошо. Например, ученые идентифицировали нейроны, которые реагируют только на горизонтальные линии в поле зре-

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

ния, и нейроны, посылающие «код» лишь при восприятии вертикальных линий.

Многие мозговые клетки действительно кажутся весьма узкоспециализированными. Однако нейроспециалист, считающий, что нейроны так легко можно разложить по полочкам «восприятия», «действия» и «познания», рискует полностью обойти вниманием (или отвергнуть как случайность) нейронную активность, которая выражается в куда более сложном кодировании, активность, свойственную мозгу, имеющему дело с окружающим миром гораздо более «холистским», целостным, чем думали раньше. Именно так ведут себя зеркальные нейроны. Хотя все участники пармской группы – ученые высочайшего класса, они, тем не менее, не были подготовлены к встрече с моторным нейроном, который в то же время является нейроном восприятия. В связи с этим вспоминается старое изречение: «Каждый шаг научного прогресса – это очередные похороны». Звучит довольно мрачно, и это, конечно, преувеличение, но мы все знаем, как трудно отказаться от старой парадигмы, мыслить непредвзято, настроиться на перемены, – причем это касается не только науки. И потому прошло немало лет, прежде чем первооткрыватели (а потом и другие исследователи в разных странах) сумели истолковать «сложные зрительные реакции», зафиксированные в лаборатории. Поначалу пармские ученые не были внутренне готовы оспорить постулаты, унаследованные от поколений специалистов, ведь на них опиралось множество плодотворных исследовательских работ. К тому же никаких фактов,

которые противоречили бы этим постулатам, до того момента обнаружено не было².

И все же они их оспорили – причем с разных сторон. В первые годы работы с зеркальными нейронами группа Ридзолатти обнаружила в области F5 еще и другие клетки, обладающие особым свойством, которому они не могли найти объяснения. Эти клетки разряжались при хватательных движениях и, кроме того, просто при виде объекта, который можно схватить. Позднее такие нейроны были с долей иронии названы «каноническими». Обе эти картины нейронной активности противоречили старой идее о том, что действие и восприятие – совершенно независимые друг от друга процессы, за которые отвечают отдельные части мозга. В реальном мире, как выясняется, ни обезьяна, ни человек не может наблюдать за кем-либо, берущим яблоко, без того, чтобы в мозгу наблюдателя возник моторный план, необходимый, чтобы взять яблоко самому (активация зеркальных нейронов). Сходным образом, ни обезьяна, ни человек не может даже взглянуть на яблоко без того, чтобы возник моторный план, необходимый, чтобы его взять (активация канонических нейронов). Словом, хватательные действия и моторные планы, нужные, чтобы завладеть плодом и съесть его, неразрывно связаны с самим нашим пониманием плода. Картина реакции как зеркальных, так и канонических нейронов в области F5 ясно показывает, что восприятие и действие не разграничены между собой в мозгу. Это две стороны одной медали, неотделимые друг от друга.

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

Некоторые из самых ранних экспериментов с макаками в Парме, проведенных в 1980-х, за годы до тех загадочных случаев, что привели впоследствии к открытию зеркальных нейронов, подтверждали именно эти выводы о тесной связи между восприятием и действием. В то время группа проводила эксперименты не в области F5 моторной коры, а в соседней области F4. В области F5, как мы видели, клетки наиболее активно разряжаются, когда обезьяна что-то делает кистью руки. Нейроны в области F5 разряжаются и в том случае, когда обезьяна совершает движения ртом – например, кусает что-либо – или коммуникативные лицевые движения (к их числу относится прищмокивание губами, имеющее у приматов позитивный социальный смысл)³. Более того, некоторые нейроны в области F5 разряжаются и при кистевых движениях, и при движениях рта. Это также противоречит представлениям о том, что мозг состоит из отдельных «ящичков»: отдельный «ящик» для кисти руки, отдельный – для рта (подобным образом, скорее всего, сконструировал бы мозг инженер). Нейроны, «кодирующие» и для кисти, и для рта, однако, отлично укладываются в теорию целостного восприятия функций мозга, согласно которой моторные клетки интересуются целью действия. Ведь кисть руки подносит пищу ко рту. Что касается области F4, там клетки разряжаются в основном при движениях всей руки обезьяны, или шеи, или лица. Так полагали ученые, и таковы были результаты экспериментов, пока не было обнаружено, что эти клетки разряжаются и в ответ на одну лишь сенсорную стимуляцию, безо всяких движений самой обезьяны. При

этом они реагируют только на стимуляцию со стороны реальных объектов. Простые световые пятна или фигуры на экране не вызвали никакой реакции этих клеток. Кроме того, они разряжаются, лишь если воспринимаемый объект находится совсем близко от обезьяны, и разряжаются особенно сильно, если объект быстро к ней приближается. И еще одно специфическое свойство этих клеток: они реагируют и просто на прикосновение к лицу, шее или руке обезьяны. Вывод: поле зрительного восприятия (та часть окружающего пространства, где зрительные раздражители вызывают реакцию клетки) и поле тактильного восприятия (та часть тела, прикосновения к которой приводят к срабатыванию клетки) сопряжены друг с другом в этих нейронах из области F4. Их поразительные реакции означают, что они создают карту пространства, окружающего тело животного, которую мы называем картой периперсонального (то есть ближнего) пространства. И они же инициируют движение руки обезьяны, в частности, в этом пространстве. Две совершенно разные функции соединены в одной группе клеток. Эти физиологические особенности наводят на мысль, что карта пространства, окружающего тело, – это карта потенциальных действий, которые может совершить тело⁴.

Новую парадигму, рожденную открытием этих нейронов из областей F4 и F5 (включая, разумеется, зеркальные нейроны), в определенном смысле предвосхитил французский философ XX века Морис Мерло-Понти. Он принадлежал к философской школе, возникшей около 1900 года и получившей название фено-

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

менология. Другими ее членами были Франц Brentano, Эдмунд Гуссерль и великий Мартин Хайдеггер. Они критиковали философский подход классиков, которые, по их мнению, соблазнились поисками некоего «святого Грааля», стремясь проникнуть в самую суть явлений, и в результате увязли в размышлениях об абстракциях (платоновская традиция). Взамен феноменологи призывали, следуя Аристотелю, вернуться «назад, к самим вещам». Они ратовали за то, чтобы уделять пристальное внимание объектам и явлениям реального мира и нашему внутреннему опыту взаимодействия с этими объектами и явлениями. Ридзолатти и его коллеги по пармской лаборатории, изучая клетки в областях F4 и F5 фронтальной коры макака, использовали весьма традиционные методы, но со временем, занимаясь интерпретацией результатов, они смогли выйти за рамки традиционных представлений об особых отделах для клеток, отвечающих за действие, восприятие и познание. Они нашли в себе силы отвергнуть господствующую парадигму и связанные с ней гипотезы. Они не тратили годы на попытки вывести сложные и абстрактные вычислительные правила, чтобы объяснить накапливающиеся факты, производившие странное впечатление. Вместо этого они сумели применить в своих исследованиях свежий, непредвзятый подход, который я называю нейрофизиологической феноменологией. Только такой подход дал им возможность понять, что восприятие и действие – единый мозговой процесс.

Главный «философ» пармской группы – бородатый и черноокий нейрофизиолог Витторио Галлезе. Именно

он изучил труды Мерло-Понти, нашел аналогии между философией и нейронаукой и описал открытия группы в философских терминах. Галлезе охотнее всех пускался в рассуждения о глубоком скрытом смысле функционирования зеркальных нейронов. Именно благодаря его докладу на конференции «К науке о сознании» в Тусоне, штат Аризона, в 1998 году о зеркальных нейронах впервые заговорила широкая научная общественность. Там же Галлезе по счастливой случайности познакомился с философом Элвином Голдманом, занимающимся проблемой чужого сознания. Голдман – горячий сторонник теории симуляции, согласно которой, чтобы понять, к примеру, чувства влюбленной девушки, другой человек должен сам войти в роль влюбленного. Голдман мгновенно уловил связь новых исследований зеркальных нейронов со своими собственными идеями, и они с Галлезе вместе написали статью, где впервые было выдвинуто предположение о том, что зеркальные нейроны – нейронный коррелят симуляционного процесса, необходимого, чтобы понять другого человека⁵.

С любовью Галлезе к философии и науке сравнимо лишь его пристрастие к опере (довольно-таки распространенное в Парме). Он принадлежит к числу двадцати семи членов эксклюзивного клуба Club dei 27 (www.clubdei27.com), каждый из которых олицетворяет одну из двадцати семи опер Джузеппе Верди. Я назвал этот клуб эксклюзивным не случайно. Новых опер Верди – мир праху его – уже не напишет, и потому никакого Club dei 28 не будет. Вступить в Club dei 27 можно, лишь если кто-либо из его участников откажется от членства

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

в твою пользу (что крайне маловероятно) или отдаст Богу душу. Галлезе олицетворяет не самую известную оперу маэстро – «Ломбардцы в Первом крестовом походе», – но, конечно, тут у него не было выбора, и он ухватился за единственную возможность! Ярчайшим моментом для третьей ипостаси Галлезе (первые две – нейронаука и философия) был вечер, когда Club dei 27 вручил медаль несравненному испанскому тенору Пласидо Доминго. Галлезе вместе с двадцатью шестью братьями по клубу наслаждался пением одного из величайших интерпретаторов Верди.

В предыдущем абзаце я отступил от темы? Не думаю. За редчайшими исключениями большая наука – это совместная упорная работа нескольких или даже многих индивидуальностей. Это работа в команде. А как создается замечательная команда в любом деле? Этого никто по-настоящему не знает, но результаты отчетливо видны всем. Каждый из нейроспециалистов пармской лаборатории, руководимой Джакомо Ридзолатти, внес в сотворение чуда свой особый, неповторимый вклад. Интерес Витторио Галлезе к философии и феноменологии – отнюдь не второстепенный фактор; возможно, он имел решающее значение. Его склонность к философствованию и любовь к опере – признаки разносторонней личности, стремящейся мыслить нестандартно и способной к этому. По моим наблюдениям, лучшие ученые являются интересными людьми.

Помимо Галлезе и директора лаборатории Ридзолатти, ключевые участники группы – это Лучано Фадига и Лео Фогасси. И у всех разные личные особенности и интеллектуальные наклонности. Может быть, это одна

из причин их исключительного успеха. Так или иначе, каждый внес в коллективную работу свой уникальный вклад, что характерно для любого научного свершения мирового уровня. Фадига, высокий и худощавый, имеет талант к разработке нового лабораторного инструментария и, кроме того, наделен качествами, необходимыми для менеджмента и привлечения денежных средств. Современной науке нужны все эти три фактора: технологические нововведения, организаторские способности и большие деньги (основополагающие исследования в нейронауке особенно дороги: приборы запросто могут стоить сотни тысяч долларов, а то и два-три миллиона). Как правило, ученые, прекрасно разбирающиеся в лабораторной технике, не очень хорошо умеют налаживать полезные связи. Фадига – исключение. Именно он первым применил сравнительно новую технологию транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) к изучению системы зеркальных нейронов у человека (к этому я еще вернусь). Недавно он переехал в университет Феррары, где его новая лаборатория уже заработала как отлаженная и плодотворная система, что неудивительно.

В противоположность Фадиге, Лео Фогасси совсем не такой общительный, как остальные участники пармской четверки. В первые годы после открытия зеркальных нейронов, в начале 1990-х, Фогасси, безусловно, был меньше других вовлечен в информирование научной общественности о результатах экспериментов. Способность к взаимодействию, разумеется, один из важнейших аспектов научной деятельности, но не она является сильной стороной Фогасси. Зато он выдающийся лабо-

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

раторный ученый, который сам или в качестве руководителя провел, судя по всему, больше экспериментов с зеркальными нейронами, чем кто-либо в мире. В последние годы он возглавлял ряд важных проектов, из которых наибольшее значение имеет серия экспериментов, посвященных роли зеркальных нейронов в понимании чужих намерений. Вскоре я перейду к обсуждению этого фундаментального труда.

И наконец – Джакомо Ридзолатти, лидер группы, в высшей степени разносторонняя, можно сказать, ренессансная личность. В современной науке главенствует узкая специализация. Ученые, как правило, сосредотачиваются на одном предмете исследования и используют какую-либо одну методику. Но не таков Ридзолатти. Спектр его исследований необычайно широк: нейрофизиология зрения у кошек, поведенческая неврология пациентов с мозговыми повреждениями, экспериментальная психология (опыты на здоровых добровольцах), анатомические и нейрофизиологические исследования приматов, нейровизуализация у людей и – вдобавок ко всему – вычислительная нейронаука! Способность Ридзолатти соединять все эти разнообразные линии исследования в цельную картину деятельности человеческого мозга почти сверхъестественна и, безусловно, уникальна в современной нейронауке. И, кроме того, его тонкое понимание мозговых функций не имеет себе равных (может быть, поэтому его несколько всклокоченная седая шевелюра всегда напоминает мне об Альберте Эйнштейне). Та давняя работа в Парме, что привела к открытию зеркальных нейронов, выросла из

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

интуитивных соображений Ридзолатти о роли премоторных областей в создании «карт пространства», окружающего тело. Он назвал эту теорию премоторной теорией внимания. Довольно давно, просто просматривая данные, касающиеся времени реакции здоровых добровольцев, выполнявших зрительно-пространственный тест (безусловно, не самый показательный вид информации о мозговой деятельности), Ридзолатти разработал модель зрительно-пространственного внимания (то есть способа, каким мы обращаем внимание на объект или движение слева от нас, игнорируя то, что происходит справа), которая много лет спустя была подтверждена методами нейровизуализации⁶.

Ридзолатти, Галлезе, Фогасси и Фадига – «великолепная четверка», которая изменила в науке очень многое. Открытием зеркальных нейронов и выявлением их возможного скрытого значения мы прежде всего обязаны слаженному сотрудничеству, «химическому сродству» этих четырех нейроспециалистов. Благодаря им в последующие годы даже образованные неспециалисты изменяют свои представления о том, как мы, люди, на самом деле воспринимаем мир и действуем в нем, будучи общественными животными.

ЗЕРКАЛА В МОЗГУ

Дьявол в деталях, не так ли? По крайней мере, в нейронауке это, кажется, всегда так, и это определенно так, если речь идет о зеркальных нейронах. Тонкие отличия,

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

которые характеризуют отклик этих нейронов, были выявлены благодаря небольшим вариациям в условиях экспериментов в лабораториях по всему миру, и уже затем это открыло двери нашему пониманию. С другой стороны, в исследовательской аппаратуре, использовавшейся в Парме, не было ничего необычного. Применяя классическую методику клеточной нейрофизиологии, Ридзолатти и его сотрудники имплантировали электроды в области F5 мозга макака и регистрировали все электрические изменения – «потенциалы действия» – на поверхности индивидуальных нейронов, в то время как обезьяны выполняли те или иные задания за вознаграждение в виде пищи. По электрической активности в мозгу можно судить о срабатывании данного нейрона в данный момент времени. Нейрон, как мы говорим, «разряжается», кодируя либо сенсорное событие (обезьяна видит объект или действие), либо моторный акт (хватает яблоко), либо когнитивный процесс (запоминает акт хватания). (В рамках старой парадигмы «отдельных ящиков» каждая данная клетка якобы способна кодировать один, и только один из этих трех типов деятельности. Зеркальные нейроны кодируют два из них, уничтожая барьер между восприятием и действием.) С помощью этих электрических разрядов, кроме того, мозговые клетки шлют сигналы друг другу. Даже клетки, расположенные в мозгу далеко друг от друга, способны общаться посредством потенциалов действия, если они физически соединены аксонами – длинными клеточными отростками, своего рода «электрическими удлинителями».

Эти классические эксперименты обеспечивают нам доступ к деятельности мозга на самом детальном и тонком – клеточном – уровне и создают очень мелкое пространственное и временное «разрешение». Мы не просто наблюдаем за отдельной клеткой, но следим за ней мгновение за мгновением. Такое исследование дает нам невероятно важную информацию. Поняв механизмы работы мозга наших эволюционных предшественников, мы можем делать заключения о нейронных механизмах в мозгу человека. Подобные эксперименты с макаками, безусловно, инвазивны – связаны с физическим проникновением в мозг. Имплантация электродов требует нейрохирургического вмешательства. Хотя принимаются крайние меры предосторожности, чтобы не причинить вреда или дискомфорта подопытным животным, этически недопустимо проводить такие эксперименты над людьми или человекообразными обезьянами (шимпанзе, гориллами, орангутанами и бонобо). Единственное исключение из этого правила – некоторые неврологические пациенты (большой частью эпилептики), которым электроды вживляют по медицинским показаниям. В таких случаях исследование единичных клеток не нарушает этики и проводится с разрешения пациентов (они почти всегда его дают). Эти исследования, при всей их ограниченности, дали важные результаты, как мы увидим ниже. Вместе с тем сегодня, конечно, поразительные новые методы неинвазивной нейровизуализации – функциональная магнитно-резонансная томография (ФМРТ), магнитоэнцефалография (МЭГ) и другие, которые я опишу в последующих главах, – по-

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

звolyют осуществлять такие эксперименты с людьми. В сочетании с исследованиями мозга обезьян на клеточном уровне такие возможности принесли результаты и научные догадки, ставшие предметом данной книги.

Говоря об обстоятельствах, сопутствовавших открытию зеркальных нейронов, я упомянул о том, что пармские исследователи составили для себя неплохую картину функционирования моторных клеток во время различных хватательных движений обезьяны. Рассмотрим теперь эти ранние результаты более подробно. Они поистине производят впечатление, начиная с того факта, что моторные клетки разряжаются в течение всего хватательного действия вне всякого соответствия с сокращениями каких-либо конкретных мышц. Что еще более удивительно, часто одна и та же клетка срабатывает при движениях как правой, так и левой кисти и, помимо этого, как я уже сказал выше, при движениях рта. Группа ожидала большей специфичности в картине срабатывания: только левая кисть, только правая, только рот. Ученые увидели, однако, специфичность в другом – в характере хватательного движения. Некоторые нейроны разряжались, лишь когда обезьяна бралась за маленькие предметы двумя пальцами – например, за ручку чашки, используя большой и указательный. Мы называем движение такого типа точным захватом. Другие нейроны в области F5 разряжались, только когда животное брало более крупные предметы – например, хватало чашку всей кистью. В определенном смысле обезьяне не важно, берет она чашку правой рукой или левой, – важнее, как она ее берет. Это странно для нас.

И столь же странно, что эти «хватательные» мозговые клетки не разряжаются, когда обезьяна чешет голову или совершает другое подобное движение кистью, хотя при этом используются ровно те же мускулы пальцев. Эти особенности наводят на мысль о наличии довольно-таки сложного нейронного «словаря» простых действий с упором на их объект, причем (и это ключевой момент) существующего на клеточном уровне⁷.

И, как уже сказано, некоторые (далеко не все) такие клетки реагируют и на чисто зрительные раздражители, и эта удивительная способность делает их либо каноническими, либо зеркальными нейронами. Канонические нейроны, повторюсь, разряжаются при виде определенных объектов, которые можно схватить, зеркальные – при виде хватательных действий. Как можно догадаться, эти реакции имеют свои особенности. Канонические нейроны чувствительны к размеру объекта, доступного хватанию. Например, если клетка разряжается, когда обезьяна берет маленький объект – скажем, кусочек яблока, – используя точный захват большим и указательным пальцами, то эта клетка разряжается при одном лишь виде объекта только в случае, когда он сравнительно маленький. Она не разрядится, если обезьяна увидит целое яблоко, которое можно взять лишь всей кистью. Сходным образом, канонические нейроны из области F5, реагирующие, когда обезьяна захватывает целое яблоко всей кистью, сработают также, если она просто увидит целое яблоко, но этого не произойдет, если она увидит изюминку, которую можно взять только с помощью точного захвата.

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

Связь между действием и восприятием в канонических нейронах очень тесная.

Что касается зеркальных нейронов, некоторые из них также демонстрируют тесную связь между действием и восприятием. Эти клетки называются строго конгруэнтными зеркальными нейронами, потому что они разряжаются как при выполнении, так и при наблюдении одних и тех же действий. Например, строго конгруэнтный нейрон разряжается, когда обезьяна берет что-либо точным захватом или же когда она видит, как кто-то другой берет объект точным захватом; другой строго конгруэнтный нейрон срабатывает, когда она использует захват всей кистью или видит, как кто-то другой использует подобный захват. Есть, однако, зеркальные нейроны, которые не требуют столь точного соответствия между выполняемыми и наблюдаемыми действиями. Это – нестрого конгруэнтные нейроны. Они разряжаются при виде действия, не обязательно совпадающего с выполняемым, но преследующим сходную цель. Например, когда обезьяна берет пищу рукой или когда она видит, как кто-то берет пищу ртом.

До сих пор не было зафиксировано ни одного случая, когда на разрядку зеркальных нейронов во время наблюдения за чужим хватательным действием влиял бы характер объекта. Яблоко или апельсин? Арахис или изюминка? Не имеет значения. Значение имеет только размер, что абсолютно осмысленно в моторном плане. Более крупные объекты требуют захвата всей кистью, более мелкие – точного захвата. На разрядку зеркальных нейронов во время наблюдаемого

действия, кроме того, почти не влияет расстояние. Действие может совершаться и близко, и далеко. Зеркальные нейроны также одинаково реагируют на хватательные движения человеческой и обезьяньей кисти. Их разрядка не зависит и от того, кому в итоге экспериментатор, взявший съедобный объект, даст его – другой обезьяне, находящейся в лаборатории, или самой подопытной обезьяне с электродами. Словом, вознаграждение хватательного действия не влияет на реакцию зеркальных нейронов⁸.

Очень интересная группа зеркальных нейронов кодирует наблюдаемые действия, подготовительные к выполняемым действиям или логически с ними связанные. «Логически связующий» зеркальный нейрон может, к примеру, разряжаться, когда обезьяна видит, как на тарелку кладут еду, а также когда она сама берет кусок пищи и подносит ко рту⁹. Клетки из этой группы, возможно, входят в нейронные цепи зеркальных клеток, играющие важную роль в кодировании не просто наблюдаемого действия, но еще и связанного с ним намерения. Намерение реализуется за счет последовательности примитивных действий: обезьяна или человек тянется за чашкой, берет ее, подносит ко рту и наконец пьет из нее.

При этом важно, что зеркальные нейроны макаки не срабатывают при виде пантомимических действий. Имитация хватательного движения в отсутствие объекта не вызывает разрядки. Это может показаться странным, но лишь на первый взгляд: дело в том, что пантомимы у этих обезьян практически нет. А вот мы, люди,

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

в отличие от них, прибегаем к ней нередко, и, соответственно, наши зеркальные нейроны реагируют и на более абстрактные действия, чем нейроны обезьян. Это различие легко объяснить теми эволюционными ступенями, что отделяют человека от обезьяны. Одна из тем, которые я намерен обсудить в этой книге, теория Майкла Арбиба, специалиста по вычислительной нейронауке. Она гласит, что зеркальные нейроны – важнейшие предшественники нейронных систем речи. Пантомима, утверждает он, играет ключевую роль в эволюционном развитии от сравнительно простой системы зеркальных нейронов у обезьян к гораздо более изощренной, позволяющей поддерживать высокий уровень абстракции в человеческой речи¹⁰.

Как мы видели, зеркальные нейроны в области F5 разряжаются при виде движений не только кисти, но и рта. В свете этой особенности можно выделить две их главные категории: клетки, кодирующие движения, связанные с приемом пищи (съесть банан, выпить сок), и клетки, кодирующие коммуникативные движения (причмокивание губами, легкое их выпячивание)¹¹. Существование зеркальных нейронов, обеспечивающих коммуникативные движения ртом, навело Ридзолатти и его пармских коллег на мысль, что эти клетки могут играть важную роль в коммуникативных способностях человеческой личности и в понимании чужого поведения. И поэтому они посвятили целую серию экспериментов глубокому исследованию роли зеркальных нейронов в кодировании действий других индивидуумов.

Я ЗНАЮ, ЧЕМ ТЫ ЗАНИМАЕШЬСЯ

Я готовлю ужин, а моя дочь Катерина, шестиклассница, делает уроки за столом в уголке кухни. Я могу наблюдать за ней, пока стряпаю. Стол загроможден учебниками, завален тетрадками, карандашами, ластиками и тому подобным. (Мне часто кажется, что нынешним шестиклассникам больше задают, чем нам в свое время.) Я не могу видеть всего, что делает Катерина: ее учебные принадлежности частично загораживают обзор. Тем не менее у меня ни разу не возникло ощущение, что без сложной цепочки умозаключений мне не понять, чем она занимается. Как такое возможно? Почему я мгновенно понимаю ее движения, хотя и не могу их видеть полностью? Не зеркальные ли нейроны помогают мне знать и воспринимать то, чего я не вижу? Алессандра Умильга (ныне преподавательница Пармского университета), будучи аспиранткой в лаборатории Джакомо Ридзолатти, провела эксперимент, который должен был подтвердить или опровергнуть эту гипотезу.

Первые два ее эксперимента подтвердили известное раньше. Один из них состоял в том, что, когда экспериментаторша на глазах у обезьяны взяла некий объект, зеркальные нейроны животного, как и ожидалось, разрядились. Во время второго она лишь симитировала хватательное движение при отсутствии реального объекта, и зеркальные нейроны обезьяны – опять-таки в соответствии с ожиданиями – никак на это не отреагировали. Имея в своем распоряжении эти стандартные, но необходимые результаты, Алессандра изменила условия

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

эксперимента двумя способами. Ее целью было проверить, отреагируют ли зеркальные нейроны обезьяны на чужое действие, которого она не увидит. В первом случае на стол клали трехмерный объект – например, апельсин. Затем перед апельсином ставили экран (помимо апельсинов, использовались и другие предметы, поскольку такие эксперименты предполагают несколько попыток при каждом типе условий). Экспериментаторша протягивала правую руку за экран, не позволявший обезьяне видеть апельсин. Животное видело только, как тянется рука, но не само хватательное движение. Вопрос: разрядились ли при этом зеркальные нейроны? Ответ: и да, и нет. Из наблюдаемых в ходе эксперимента зеркальных нейронов среагировала примерно половина.

В другом варианте перед обезьяной был пустой стол. Затем ставили экран – так, чтобы он загораживал обезьяне вид пустого стола. После чего экспериментаторша опять протягивала за экран правую руку. С точки зрения обезьяны, условия этого эксперимента совпадали с предыдущими: животное видело, как правая рука движется за экран. Единственная разница состояла в предварительном знании обезьяны о наличии или отсутствии объекта на столе. Вопрос: понимала ли обезьяна, что перед ней разыгрывают пантомиму? Если да, то ее зеркальные нейроны не должны были разряжаться – и они действительно не разряжались. Предварительного знания о том, что стол пуст, оказалось достаточно для того, чтобы зеркальные нейроны сочли скрытое хватательное движение всего лишь пантомимой, не заслуживающей никакой реакции¹².

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

Эти результаты показывают, что зеркальные нейроны не просто составляют нейронную систему, устанавливающую соответствие между выполняемыми и наблюдаемыми движениями. Даже у обезьян они осуществляют более тонкое кодирование чужих действий, используя полученную ранее информацию для распознавания смысла частично скрытых движений, которые выглядят одинаково. Можно ли на основании этих данных заключить, что зеркальные нейроны кодируют намерение лица, берущего объект? Пожалуй, нет, поскольку в этом эксперименте все крутилось вокруг того, взяла рука что-либо или нет, а это, в свою очередь, определялось наличием или отсутствием объекта (апельсина в приведенном примере). В эксперименте не ставился напрямую фундаментальный вопрос: способны ли зеркальные нейроны отличать, скажем, ситуацию, когда апельсин берут, чтобы съесть, от ситуации, когда его берут, чтобы положить в холодильник? Вот почему Лео Фогасси через несколько лет после эксперимента Алессандры Умильты поставил другой, который должен был более отчетливо выявить роль зеркальных нейронов в понимании чужих намерений.

Я ЗНАЮ, О ЧЕМ ТЫ ДУМАЕШЬ

Мы поругались с женой по поводу кое-каких семейных планов. Мы на кухне, и она протягивает руку за стаканом. Что она хочет сделать – выпить воды, положить стакан в посудомоечную машину? Или, может быть,

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

швырнуть его в меня? Способность предугадывать по-ступки других людей – очень полезное качество.

Базовое свойство зеркальных нейронов – а именно срабатывание и при действии (хватании чашки), и при его наблюдении – говорит о том, что они участвуют в распознавании движений других людей. Напрашивается, кроме того, мысль, что этот процесс – своего рода воспроизведение, внутренняя имитация («симуляция») наблюдаемых действий. Но, поскольку наши собственные движения почти всегда связаны с конкретными намерениями, активация в моем мозгу при виде чужих действий тех же нейронов, что я использую для выполнения своих собственных действий, возможно, позволяет мне понимать намерения других людей. Однако все не так просто. Имеется проблема – ровно такая же, с какой сталкиваюсь я, когда моя жена хватается за стакан во время нашей ссоры: одно и то же действие может быть вызвано разными намерениями. Тут никогда или почти никогда не бывает взаимно-однозначного соответствия, при котором такое-то действие непременно вызывается таким-то намерением. Если у меня, когда я беру стакан, могут быть разные цели, точно так же они могут быть и у других. Проводят ли зеркальные нейроны различие между одинаковыми действиями, совершенными с разными намерениями?

Недавний эксперимент Лео Фогасси, имевший целью получить прямой ответ на этот вопрос, состоял в регистрации нейронной активности обезьян как при выполнении хватательных движений, так и при наблюдении за ними в различных условиях. Рассказ об этом

эксперименте будет довольно-таки подробным, но для понимания зеркальных нейронов детали важны. При одном варианте условий эксперимента обезьяна, пребывавшая в исходном положении, протянула руку за съедобным объектом, взяла его и поднесла ко рту, чтобы съесть. При следующем варианте она протянула руку за несъедобным объектом, расположенным там же, где в предыдущем случае находилась еда. Взяв этот объект, обезьяна переложила его в контейнер. В этих условиях было сделано несколько попыток, при которых контейнер находился у самого рта животного, так что движения всей руки, включая кисть, при хватании-чтобы-съесть и хватании-чтобы-переложить были почти идентичны. Главный вопрос состоял в том, будут ли зеркальные нейроны разряжаться по-разному при одном и том же движении, в первом случае заканчивающемся поеданием пищи, во втором – помещением объекта в контейнер. Важно ли для этих нейронов намерение? (Отмечу, что, переложив объект в контейнер, обезьяна получала пищевое вознаграждение, объем которого был равен объему вознаграждения при хватании-чтобы-съесть.)

От четверти до трети нейронов, реакция которых регистрировалась, отреагировали на хватание-чтобы-съесть и хватание-чтобы-переложить одинаково. Большею частью, однако, нейроны отреагировали по-разному, причем примерно 75 процентов этого большинства разрядились более энергично при поднесении ко рту еды, примерно 25 процентов – при перекладывании объекта в контейнер. Какие выводы можно сделать из этих цифр? Объясняется ли неодинаковая разрядка – предпочтение

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

еды переключению – тем, что в одном случае обезьяна хватала пищу, тогда как в другом она брала не столь интересный и полезный для нее объект? Чтобы это проверить, провели новый эксперимент – на сей раз с переключением съедобного объекта. Результаты оказались те же, что и в предыдущем случае. Большая часть клеток активнее разряжалась при хватании пищи для поедания, меньшая – при хватании ее для переключения, а то меньшинство нейронов, что одинаково отреагировало на поедание пищи и переключение несъедобного объекта, не выказало предпочтения и сейчас. Вывод: характер объекта, который берет обезьяна, не важен. Для зеркальных нейронов важна цель: поедать или переключать. Большая их часть «предпочла» поедание.

Располагая этими результатами, ученые затем поставили обезьян в ситуацию наблюдения за такими же действиями: экспериментатор, сидя перед обезьяной, совершал такие же хватательные движения, какие перед этим совершала она сама, – одни с целью поедания, другие с целью переключения. При наличии контейнера в поле зрения обезьяны экспериментатор брал еду и клал в контейнер. Затем, уже без контейнера, человек брал еду, подносил ко рту и съедал. Наличие контейнера, таким образом, было визуальным признаком, позволявшим обезьяне предугадать дальнейшее действие экспериментатора. Эмпирический вопрос был таким: отреагируют ли зеркальные нейроны по-разному при наблюдении за хватанием-чтобы-съесть и хватанием-чтобы-переложить? Результаты показали, что намерение экспериментатора имеет значение и что картина

нейронной разрядки при наблюдении за его действиями близка к картине нейронной разрядки при собственных хватательных действиях обезьяны. Если клетка энергичнее разряжалась, когда обезьяна брала пищу, чтобы съесть, то же самое происходило и когда экспериментатор на глазах у обезьяны брал пищу, чтобы съесть. Если клетка активнее разряжалась, когда обезьяна брала пищу, чтобы переложить в контейнер, она активнее разряжалась и когда экспериментатор на глазах у обезьяны брал пищу, чтобы переложить в контейнер. Если клетка при одном и другом действии обезьяны разряжалась одинаково, она одинаково разряжалась и при наблюдении за одним и другим действием экспериментатора¹³.

Результаты эксперимента Лео Фогасси показывают, что кодирование чужих действий, осуществляемое зеркальными нейронами, носит гораздо более изоциренный характер, чем думали раньше. Хотя Витторио Галлезе и Элвин Голдман вскоре после открытия зеркальных нейронов предположили, что эти клетки могут играть ключевую роль в нейронном механизме понимания чужих внутренних состояний, они в то время были в меньшинстве. До эксперимента Фогасси научное сообщество в основном склонялось к более осторожной оценке функционирования зеркальных нейронов, считая, что они лишь дают способ распознавания действий. Эксперимент Фогасси недвусмысленно подтверждает первоначальную гипотезу Галлезе и Голдмана. Зеркальные нейроны позволяют нам понимать чужие намерения.

Как я уже сказал, намерения всегда считались чем-то лежащим вне рамок эмпирических исследований,

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

чем-то слишком «умственным». Теперь с этим взглядом покончено. Работа Фогасси и результаты эксперимента на людях, проведенного методами нейровизуализации в моей лос-анджелесской лаборатории (я расскажу о нем чуть ниже), ясно говорят в пользу предположения, что для понимания внутренних состояний других людей мы имитируем эти состояния у себя в мозгу и нам помогают в этом зеркальные нейроны. Как уже было отмечено выше, тот факт, что зеркальные нейроны по-разному кодируют одно и то же хватательное движение, выполненное с разными намерениями (причем не только когда действие совершаем мы сами, но и когда наблюдаем за ним со стороны), означает, что наш мозг способен зеркально воспроизводить глубочайшие аспекты чужого внутреннего состояния на тонкоструктурном уровне одной клетки.

Я СЛЫШУ, ЧЕМ ТЫ ЗАНИМАЕШЬСЯ

Я работаю дома в своем кабинете, и вдруг из гостиной до меня доносятся отчетливые звуки. Моя дочь Катерина занимается балетом и находится сейчас в том возрасте и на том уровне подготовки, когда начинают танцевать на пуантах. Она чрезвычайно этим увлечена и приносит свои новенькие балетные туфли домой, чтобы еще попрактиковаться. Ее шаги на пуантах по паркетному полу слышны вполне отчетливо. Слух как таковой сообщает мне, чем она занимается. Слух очень многое способен мне сказать. Хлопанье в ладоши, раз-

рывание бумаги, печатание текста, разламывание арахиса – звуки, производимые этими действиями, легко распознать каждому из нас. Мы не задумываемся, почему это так. «Мы это делаем, и все», – говорит большинство; но нейроспециалисты всегда интересуются тем, как это получается. И, разумеется, нейроспециалисты, знакомые с зеркальными нейронами, интересуются их ролью в распознавании действий на слух. В числе таких исследователей – Эвелин Колер и Кристиан Кейзерс, экспериментировавшие в этом направлении в лаборатории Джакомо Ридзолатти.

По обычным процедурам Колер и Кейзерс идентифицировали зеркальные нейроны в области F5, измеряя реакцию клеток в то время, как обезьяны совершали действия, направленные на достижение определенной цели, а потом просто наблюдали за выполнением этих же действий экспериментаторами. Ключевым обстоятельством, конечно, было то, что эти действия – разламывание арахиса, разрывание листа бумаги и т.д. – производили звук. (Для контроля обезьян также протестировали на белый шум и другие звуки, не связанные с этими действиями, чтобы исключить возможность того, что реакция зеркальных нейронов на звуки данных действий объясняется всего-навсего неспецифическим раздражением, вызываемым любыми звуками.) Выполнив всю необходимую подготовительную работу, Колер и Кейзерс затем измерили реакцию зеркальных нейронов в трех различных экспериментальных ситуациях: зрение и звук; только зрение; только звук. Для ситуации «только зрение»

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

объекты были подготовлены так, что ими можно было манипулировать с результатами, зрительно неотличимыми от естественных, но беззвучно. Например, скорлупки арахиса были заранее расколоты надвое и затем составлены воедино, чтобы получился как бы целый орех. Разрываемая бумага была мокрая. Для ситуации «только звук» использовалась звукозапись, зрительной стимуляции не было вообще.

Результаты получились ясные и недвусмысленные: зеркальные нейроны разряжались во всех трех случаях. Некоторые из них при эксперименте «зрение и звук» разряжались чуть сильнее, но и в ситуациях «только зрение» и «только звук» их реакция была достаточно энергичной¹⁴. Эти результаты очень важны, потому что они показывают: зеркальные нейроны кодируют чужие действия весьма сложным, многосторонним и довольно-таки отвлеченным образом. Те клетки, что разряжаются при выполнении самой обезьяной действий, способных производить звук, реагируют и на чисто звуковое раздражение от чужих сходных действий. Иначе говоря, когда мы слышим треск разламываемой скорлупы арахиса, мы активируем в мозгу моторный план, необходимый, чтобы разломить орех самому; получается, что единственный способ распознать этот шум – симитировать в собственном мозгу производящее данный звук действие.

Более того, реакция зеркальных нейронов на звуковые сигналы – решающий довод в пользу гипотезы об эволюционной связи между этими клетками мозга и речью, выдвинутой вскоре после открытия зеркаль-

ных нейронов в статье Джакомо Ридзолатти и Майкла Арбиба «До речевых способностей – рукой подать»¹⁵. Утверждение, что зеркальные нейроны – эволюционные предшественники нейронных элементов, на которых базируется человеческая речь, основано прежде всего на одном анатомическом факте: область F5 мозга обезьяны, где впервые были обнаружены зеркальные нейроны, гомологична (то есть анатомически соответствует) области человеческого мозга, называемой полем Брока. Поле Брока – важный речевой центр в мозгу, названный в честь французского невролога XIX века, который увидел связь между повреждением этой области и нарушением речи – так называемой афазией Брока.

Другой аргумент в пользу того, что зеркальные нейроны – предшественники речевых механизмов, проистекает из следующего тонкого соображения: эти клетки, кодируя как твое собственное действие, так и твое наблюдение за этим же действием у других, создают, похоже, некий общий код для тебя и другого индивидуума – и, следовательно, устанавливают некое «соответствие» между вами. За несколько лет до открытия зеркальных нейронов Элвин Либерман высказал предположение, что, поскольку отправка и получение сообщения требуют, соответственно, продуцирования и восприятия, то эти процессы должны каким-то образом быть связаны и иметь на некоем уровне один и тот же формат¹⁶. Именно такой общий формат, похоже, обеспечивают зеркальные нейроны.

Однако предположение, что зеркальные нейроны – предшественники нейронных систем, отвечающих за

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

речевые способности, не могло не столкнуться с проблемой. Ведь речь с самого начала была звуковым явлением, воспринимаемым только на слух, тогда как сенсорные реакции зеркальных нейронов первоначально исследовались лишь в зрительной области. Открытие Эвелин Колер и Кристиана Кейзера, доказавших способность зеркальных нейронов реагировать и на звуки, вызываемые действиями, является сильным доводом, подкрепляющим гипотезу о связи между зеркальными нейронами и речью. Более детально мы рассмотрим речевые вопросы в главе 3.

ОРУДИЯ И ЗЕРКАЛА

Вплоть до совсем недавнего времени считалось, что лишь мы, люди, умеем пользоваться орудиями. Теперь мы знаем, что это не так. Шимпанзе проявляют некоторые способности к использованию орудий – несравнимые, конечно, с нашими, но вполне реальные, дающие ученым достаточно материала для изучения эволюционного развития этих навыков. В разных областях Африки шимпанзе употребляют одно и то же орудие (палку) с одинаковой целью (поедать муравьев), но используют они эту палку совершенно разными способами от района к району. В отсутствие каких-либо явных различий в окружающей среде это наводит на мысль, что шимпанзе осваивают использование орудий главным образом посредством наблюдения и последующей имитации¹⁷. Может быть, именно зеркальные нейроны

на клеточном уровне в мозгу позволяют такое обучение через имитацию?

У макак, как мы знаем, зеркальные нейроны не разряжаются при виде пантомимы без объекта. И это вполне объяснимо, поскольку они, судя по всему, кодируют лишь те действия, что может выполнить сама обезьяна, – те, что входят, как мы говорим, в ее моторный репертуар, – а обезьяны не пользуются пантомимой. По аналогии, зеркальные нейроны обезьян должны играть лишь ограниченную роль в обучении посредством наблюдения вообще и в обучении пользованию орудиями в частности, потому что обезьяны не слишком далеко продвинулись в использовании орудий. Взять, к примеру, японских макак, моющих перед едой картофель (такой навык явно распространился от одной передовой особи на всю популяцию). Этот знаменитый случай породил значимую дискуссию в научной литературе, посвященной поведению животных. Поначалу распространение навыка сочли свидетельством того, что обезьяны могут имитировать новые действия, но затем этот вывод был оспорен: поведение обезьян, утверждали скептики, не удовлетворяет строгому определению имитационного обучения. Согласно этому определению, при имитационном обучении особь добавляет к своему моторному репертуару новое движение, наблюдая за этим движением со стороны. Возможное объяснение поведения обезьян состоит в том, что, пока первая обезьяна мыла картофель, внимание наблюдавших особей было благодаря этому направлено на воду (так называемое усиление раздражителя). Когда наблюдавшая за мытьем обезья-

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

на в следующий раз оказалась у воды с картофелиной в руке, она, возможно, смогла научиться мыть картофелину просто методом проб и ошибок, манипулируя с ней в воде. В таком случае это не дотягивает до имитационного обучения, которое следует считать явлением более высокого порядка. Один из доводов в пользу этого более консервативного объяснения – то, что мытье картофеля распространилось не так быстро, как можно было бы ожидать. Этот случай и некоторые другие, подобные ему, породили разные мнения среди специалистов, изучающих поведение животных, но справедливости ради скажу, что большинство ученых не считает мытье картофеля убедительным свидетельством способности японских макак к имитационному обучению.

Если мытье картофеля действительно распространилось главным образом благодаря усилению раздражителя, а не имитационному обучению, то вряд ли зеркальные нейроны сыграли здесь решающую роль, поскольку эти клетки разряжаются при наблюдении за действиями. Внимание к неодушевленным объектам – таким, как вода, – лежит вне их компетенции. Да, зеркальные нейроны должны были участвовать в распознавании манипуляций с картофелем, но их роль в распространении такого поведения, скорее всего, этим и ограничилась. Если, однако, его распространение объясняется имитационным обучением в том или ином виде, то не исключено более непосредственное участие в процессе зеркальных нейронов. Эта гипотеза, помимо прочего, требует подтверждения того, что зеркальные нейроны действительно способны разряжаться при наблюдении

за некоторыми действиями, пока не принадлежащими к моторному репертуару обезьян. Свидетельства этого были предоставлены Пьером Франческо Феррари, этологом, который не один год изучал поведение животных (в особенности различные формы «социального заражения» у обезьян), а затем прошел подготовку в качестве нейрофизиолога в лаборатории Джакомо Ридзолатти. Вот что он обнаружил.

Согласно более ранним результатам экспериментов Ридзолатти, зеркальные нейроны, которые разряжаются при наблюдении за экспериментатором, берущим изюминку с помощью точного захвата (большим и указательным пальцами), не реагируют, когда экспериментатор берет изюминку каким-либо орудием – например, щипцами. На первый взгляд это может показаться странным, но вспомним гипотезу, что зеркальные нейроны не разряжаются при виде действий, не принадлежащих к моторному репертуару обезьяны (этим можно объяснить индифферентность зеркальных нейронов к пантомимическим действиям: ведь обезьяны таких действий не совершают). Сходным образом, обезьяны в природе таких орудий не используют, и потому их зеркальные нейроны проводят четкую грань между точным захватом пальцами и захватом с помощью щипцов.

Феррари и его сотрудники зарегистрировали поведение нейронов главным образом в боковой части области F5 – в зоне, ранее исследовавшейся только в связи с ее моторной ролью, где большинство клеток кодируют движения рта. Эксперименты Феррари принесли гораздо более детализированные результаты. Почти все

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

эти боковые клетки из F5 обладали моторными свойствами, но между ними наблюдалось четкое разделение труда. Примерно четверть разряжалась только при движениях кисти, еще четверть – только при движениях рта, половина – при движениях кисти и рта. Около двух третей клеток реагировали на зрительные раздражители; в большинстве своем это были зеркальные нейроны, разряжавшиеся при виде действий экспериментаторов. Новым обстоятельством, однако, было то, что немалая часть клеток (примерно 20 процентов исследованных нейронов) разряжалась при виде действий, совершаемых с помощью орудий (щипцов или палки с металлическим наконечником). Зеркальные нейроны, реагировавшие на использование орудий, срабатывали и на действия, совершаемые руками и ртом, но гораздо слабее. Эти 20 процентов «интересовались» в основном использованием орудий¹⁸.

Открытие класса зеркальных нейронов, разряжающихся при виде действий с использованием орудий, теоретически очень важно. Подопытные обезьяны Феррари не использовали орудий сами, так что это первое свидетельство существования зеркальных нейронов, предпочитающих действия, которые не входят в моторный репертуар обезьяны-наблюдательницы. Как интерпретировать этот результат? На первый взгляд, зеркальные нейроны в большей степени интересуются целью, чем конкретными действиями, направленными на ее достижение (это показывают обсуждавшиеся ранее результаты, касающиеся роли зеркальных нейронов в проведении различий между намерениями). Чем ни разла-

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

мывай скорлупу арахиса – рукой или щипцами, – цель одна и та же. Чем ни бери кусок пищи, чтобы съесть, – рукой или острой палкой, – цель одна и та же.

Эта интерпретация правдоподобна, но она не объясняет, почему исследователям понадобилось столько времени, чтобы найти нейроны, реагирующие на использование орудий (примерно десять лет после первого обнаружения зеркальных нейронов). Пармская группа неоднократно пыталась зарегистрировать такую реакцию, но безуспешно. Поэтому я думаю, что, скорее всего, эти 20 процентов зеркальных нейронов в боковой части F5 – продукт неоднократного зрительного воздействия на животных со стороны экспериментаторов, использующих орудия. Такое объяснение результатов Феррари означает, что зеркальные нейроны могут приобретать новые свойства, а это – ключевое качество для имитационного обучения. Формирование отклика зеркальных нейронов на использование орудий может быть первым нейронным шагом в мозгу обезьяны к последующему приобретению моторного навыка, связанного с использованием этих же орудий. Реакция зеркальных нейронов на использование орудий – заманчивое свидетельство в пользу их связи с мощнейшим механизмом обучения – имитационным поведением.

Я ЗНАЮ, ЧТО ТЫ МЕНЯ КОПИРУЕШЬ

Случай японских макак, моющих перед едой картофель, – лишь один из примеров интереса исследовате-

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

лей к имитации среди животных, который восходит, по крайней мере, к Дарвину, оставившему подробное описание различных форм мимикрии у пчел. На эту тему в настоящее время ведутся жаркие споры – старая парадигма была поставлена под вопрос. Натуралисты XIX века единодушно придерживались мнения, что имитация в животном мире широко распространена. Например, в книге Джорджа Романеса об интеллекте у животных – одном из самых знаменитых этологических трудов конца XIX столетия – обезьяны представлены постоянными имитаторами: «Они доводят этот принцип до смехотворной крайности». В то время имитацию не считали проявлением очень уж высокого умственного уровня. Теперь – наоборот. В недавно выпущенном сборнике говорится, что имитация – «редкая способность, фундаментально связанная с присущими человеку формами разума, в особенности с речью, культурой и даром проникновения в чужой внутренний мир». Какая перемена по сравнению с временами Романеса!¹⁹ Кроме того, сами факты имитации нынешние исследователи признают с большой осторожностью. Поведение обезьян, ранее считавшееся имитационным, теперь, как правило, связывают с другими, более простыми когнитивными механизмами (такими, как механизм усиления раздражителя, которым, возможно, объясняется распространение мытья картофеля среди японских макак). Именно такой взгляд сейчас преобладает в научной среде; и тем не менее ученые должны считаться с некоторыми трудноспоримыми свидетельствами имитационного поведения обезьян. Даже новорожденные резусы способны имити-

ровать некоторые лицевые и кистевые движения – такие, как причмокивание губами, высовывание языка, открывание рта, разжимание кисти, открывание и закрывание глаз²⁰. И все же большинство ученых считает способными к истинной имитации – то есть к обучению посредством простого наблюдения – только людей и, возможно, человекообразных обезьян.

Эти споры затрагивают вопрос, лежащий в основе всех опытов на макаках: для чего им нужны зеркальные нейроны? Ответы даются разные. Некоторые специалисты утверждают, что подлинная функция зеркальных нейронов у обезьян – распознавание действий, а не их имитация. Благодаря активации зеркальных нейронов в их собственном мозгу обезьяны-наблюдательницы распознают действия других индивидуумов, и, судя по результатам экспериментов Лео Фогасси, не только действия, но и намерения. Это, безусловно, очень важный механизм, облегчающий социальное поведение обезьян. Однако другие ученые – и я решительно отношу себя к их числу – указывают на то, что есть некоторые данные, пусть и не абсолютно убедительные, свидетельствующие об истинной имитации у обезьян²¹. И даже если отбросить эти свидетельства, есть основания предполагать, что зеркальные нейроны участвуют в различных формах «заражения» (это научный термин, не имеющий отношения к инфекциям). Например, даже если действительно мытье картофеля у японских макак распространилось из-за усиления раздражителя, зеркальные нейроны, тем не менее, могли играть в этом ключевую роль, способствуя распознаванию манипуля-

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

ций наблюдаемой обезьяны. Джакомо Ридзолатти, чья прозорливость в данной области, по-моему, не имеет себе равных, высказывался об этом весьма сдержанно, подчеркивая лишь значение зеркальных нейронов для распознавания действий. В последние годы, однако, он рассматривает возможность того, что они играют более существенную роль, и он с уверенностью заявляет о значении зеркальных нейронов для кодирования намерений. (Как я уже сказал, эксперименты его коллеги Лео Фогасси с хватанием-чтобы-съесть и хватанием-чтобы-переложить произвели сильное впечатление на все сообщество нейроспециалистов.) Мне кажется, Джакомо стал более благосклонно относиться к идее, что у обезьян есть имитационное поведение и зеркальные нейроны играют в нем ключевую роль.

Имитация, безусловно, воздействует на обоих участников процесса, и одно недавнее исследование поведения обезьян принесло результаты, позволяющие предположить, что зеркальные нейроны имеют важное значение для способности понять, что тебя имитируют. Экспериментаторы применили в данном случае теорию, которую разработал Эндрю Мельцхофф, специалист по психологии развития, изучающий имитацию и социальное познание у младенцев и маленьких детей. На начальной стадии эксперимента – в так называемый исходный период – обезьяны наблюдали за двумя экспериментаторами, каждый из которых манипулировал деревянным кубиком, во всех гранях которого было проделано по отверстию. Экспериментаторы совершали типичные действия, которые могла бы совершать с кубиком обезьяна:

кусали кубик, засовывали пальцы в отверстия и т.д. Затем поблизости от обезьяны был помещен третий кубик. Когда она начала с ним манипулировать, один из двух экспериментаторов стал точно воспроизводить действия обезьяны с кубиком. Второй же, наоборот, выполнял другие действия. Если, например, обезьяна совала палец в отверстие, имитатор тоже вставлял в отверстие палец, а его напарник кусал кубик. Поведение обезьяны было записано на видео и проанализировано. Результаты оказались интригующими. Сначала обезьяна не выказывала никакого зрительного предпочтения кому-либо из экспериментаторов, но затем стало очевидно, что на имитатора она смотрит намного дольше²². Это ясно показывает, что на том уровне понимания, который специалисты называют имплицитным (неявным), обезьяна распознала в одном из двоих людей имитатора. Животное, наделенное эксплицитным (явным) пониманием того, что его имитируют, скорее всего, применило бы те или иные поведенческие стратегии, чтобы протестировать имитатора: например, резко меняло бы поведение, глядя при этом прямо на имитатора, чтобы увидеть его реакцию. Обезьяны в эксперименте Феррари такого поведения не продемонстрировали. Понимание того, что их имитируют, было только имплицитным, но даже в таком ограниченном виде оно имеет важное социальное значение.

Классические эксперименты на клеточном уровне с зеркальными нейронами, способные подтвердить эти поведенческие результаты, еще не были поставлены. Но, безусловно, будут, и вполне вероятно, что они подтвер-

КАКИЕ ЖЕ ОНИ ОБЕЗЬЯНЫ!

дят полученные выводы. Этим осторожным предсказанием я завершаю главу об экспериментах с макаками на клеточном уровне, посвященных изучению зеркальных нейронов. Их результаты чрезвычайно важны – не только благодаря возможности делать из них выводы о человеческом мозге (который мы по этическим причинам, как правило, не можем исследовать такими методами), но также и потому, что эти результаты подсказывают нам, где применять новые, неинвазивные исследовательские средства, с помощью которых мы можем изучать систему зеркальных нейронов у человека. Я перехожу теперь именно к этим техническим средствам и к захватывающим дух исследованиям, всесторонне подтверждающим важность зеркальных нейронов для жизни людей как сложных социальных существ.

2

Саймон говорит*

*Когда людям позволено делать что им вздумается,
они обычно копируют друг друга.*

ЭРИК ХОФФЕР²³

КЛЕТКИ-ИМИТАТОРЫ

Имитация не ограничивается играми вроде «Саймон говорит». Наша потребность в имитации, судя по всему, активно проявляется с самого рождения и никогда не угасает. В XIX веке считалось, что имитация присутствует в животном мире чуть ли не повсюду, вплоть до дар-

* «С а й м о н г о в о р и т» – групповая игра, в которой ведущий отдает другим приказы, начинающиеся словами «Саймон говорит» (например, «Саймон говорит: руки вверх»). Приказы, где эти слова отсутствуют, выполнять не следует, выполнивший такой приказ выходит из игры. (*Здесь и далее римеч. пер.*)

виновских пчел, но сейчас этот взгляд ушел в прошлое. С другой стороны, ее порой воспринимают как настолько распространенный элемент человеческого поведения, что некоторые авторы разработали теории, отводящие имитации центральную роль. Пожалуй, решительнее всех высказывается Сюзан Блэкмор, утверждая в своей книге «Мем-машина», что фундаментальный признак, отличающий человека от всех иных животных, – не речь, которую обычно удостаивают такого почетного наименования, а способность к имитации.

В 1970-х годах американский психолог Эндрю Мельцофф положил начало радикальным изменениям в психологии развития, показав, что новорожденные инстинктивно имитируют некоторые простейшие гримасы и движения руками. Младшему из детей, изучавшихся Мельцоффом, было сорок одна минута от роду. Каждая секунда жизни младенца была задокументирована, чтобы не возникало подозрений, что он уже видел движения, которые Мельцофф совершал в ходе эксперимента. И тем не менее ребенок подражал этим движениям. Следовательно, утверждал Мельцофф, в мозгу новорожденного изначально присутствует механизм, обеспечивающий рудиментарное имитационное поведение. Это были революционные результаты: ведь до них господствовало мнение, что дети осваивают имитацию только на втором году жизни (такое представление восходит к работам Жана Пиаже – вероятно, самой влиятельной фигуры в психологии развития). Школа Пиаже, по существу, подразумевала, что дети учатся имитировать, но результаты Мельцоффа наводят на

мысль, что на самом деле они, возможно, учатся посредством имитации²⁴.

Разница, конечно, колоссальная, и гипотеза, что мы учимся с помощью подражания, дает ученым, работающим с зеркальными нейронами, прекрасный шанс заполнить пробел в аргументации. Поскольку мозг новорожденных не располагает изоциренными когнитивными навыками, тот факт, что они способны имитировать, означает, что в основе этой способности должны лежать сравнительно простые нейронные механизмы. В 1970-х, когда Мельццофф сделал свои открытия, зеркальные нейроны еще не были обнаружены в мозгу ни у обезьян, ни у людей – до их открытия оставалось целых пятнадцать лет. Когда мы кое-что узнали об этих нейронах, у некоторых из нас возникла мысль, что они могут участвовать в имитационных движениях младенцев, но как, спрашивается, собрать необходимые для подтверждения этой гипотезы данные о работе мозга? Наши приборы, обеспечивающие визуализацию нервной деятельности, требуют, чтобы испытуемые лежали неподвижно; от младенца этого добиться, прямо скажем, непросто.

Вспомним обсуждавшийся в главе 1 эксперимент, когда обезьяна, игравшая с кубиком, проявляла больший интерес к экспериментатору, который имитировал ее движения, чем к тому, который совершал другие действия. Мы называем такой уровень понимания имплицитным, и мы не должны удивляться тому, что нечто подобное свойственно и человеческим младенцам. Маленькие дети приходят в восторг, когда взрослые принимают их имитировать. Первое, что я делаю,

придя в гости к друзьям, у которых есть маленький ребенок, – подражаю действиям ребенка. И моментально становлюсь в его глазах самым главным взрослым (после, конечно, родителей). Младенцы очень любят играть в имитационные игры. Очевидно, кроме того, что между родителями и грудным ребенком то и дело происходит взаимная имитация. Возможно, этот особый вид подражания, основанный на взаимной симпатии, является одним из главных факторов, которые формируют и укрепляют систему зеркальных нейронов в развивающемся мозгу. Я буду обсуждать эту гипотезу в одной из последующих глав.

Взаимная имитация чрезвычайно активно идет и у годовалых детей. Психолог развития Жаклин Надель облегчает спонтанную имитацию такого рода, помещая в игровой комнате всевозможные предметы в двух экземплярах. Зрелище выходит поистине поразительное. Один надевает шапку – другой надевает вторую шапку; один добавляет к своему убранству солнечные очки – другой следует его примеру. Один берет зонтик – другой берет второй зонтик. Один начинает крутить зонтик – другой тоже. Первый зонтик летит на пол – второй за ним; малыш берет шарик – другой малыш берет шарик. Имитационная игра идет без конца. Копируются даже мелкие помахивания кистью руки, которая держит шарик. Другой специалист по психологии развития, Кэрол Эккерман, продемонстрировала сильную связь между имитацией и вербальным общением у детей. Когда взаимодействуют годовалые дети, еще не умеющие говорить, они, как правило, играют в имитационные игры. Чем больше малыш

такого возраста играет в эти игры, тем лучше у него будет развита речь год или два спустя. Имитация, судя по всему, является прелюдией и облегчающим фактором вербальной коммуникации у маленьких детей²⁵.

Повзрослев, мы не утрачиваем детской тяги к подражанию и продолжаем этим пользоваться. Имитационное поведение развито у взрослых весьма сильно. Обеспечивая передачу социальных практик и обычаев от поколения к поколению, оно сотворило по всему миру широкий спектр различных культур. За десятки тысяч лет такое поведение породило также тысячи языков, и оно по сей день продолжает создавать региональные диалекты.

Ключевое слово «мем» для названия своей книги Сюзан Блэкмор позаимствовала у Ричарда Докинза (уместно ли будет сказать, что она Докинза сымитировала?). Со своей стороны, Докинз, который ввел это слово в употребление около тридцати лет назад в знаменитой книге «Эгоистичный ген», хорошо понимал роль подражания в передаче особенностей поведения, обычаев, идей и даже целых мировоззренческих систем. Он использовал (опять-таки сымитировал!) идеи биологии и генетики, проведя аналогию между наследованием генов от поколения к поколению и передачей стереотипов поведения. Придуманый им термин (который сам является мемом) прижился так хорошо, что включен теперь в Оксфордский словарь английского языка со следующим определением: «Элемент культуры, который можно рассматривать как передающийся негенетическими средствами, в особенности через имитацию».

Поскольку слово «мем» имитирует слово «ген» и обозначает, подобно гену, единицу передаваемой по наследству информации (но в поведенческой сфере), возникло и понятие «меметика» (по аналогии с генетикой), обозначающее целый подход к эволюционным моделям, основанный на имитационных механизмах передачи информации²⁶. Мемы и меметика вдохновили множество авторов и породили широкий круг идей, касающихся эволюции и даже относящихся к сфере философии разума²⁷. В частности, Дэниел Деннетт в книге «Объяснение сознания» утверждает, что мемы сыграли важнейшую роль в эволюции человеческого сознания. Он считает, что оно является продуктом взаимодействия между мемами и мозгом. «Гавань, – пишет он, – от достижения которой зависит судьба всякого мема, – человеческий разум, но сам этот разум является артефактом, творимым мемами, перестраивающими человеческий мозг, чтобы он становился для них более подходящей средой обитания». По мнению Сюзан Блэкмор, мемы – «само вещество нашего разума. Наши мемы есть то, что мы собой представляем». Звучит как нечто опасно близкое к попытке ограничить наше представление о свободе воли. Если так, то подобное встретится в этой книге и дальше. Я поведу ниже разговор о том, что наши исследования зеркальных нейронов могут привести к пересмотру понятия о свободе воли.

Подхватывая выдвинутую Ричардом Докинзом идею «эгоистичности» генов, Блэкмор и другие считают одним из важнейших свойств мемов способность реплицировать себя посредством «заражения» мозга многих

людей. Яркий пример очень активных мемов – вездесущие современные мифы. По иронии судьбы, один такой живучий современный миф – причем интернациональный – касается именно открытия зеркальных нейронов. Помните неопределенность, связанную с первыми счастливыми находками, приведшими к обнаружению зеркальных нейронов в пармской лаборатории Джакомо Ридзолатти? Одна из многочисленных историй, обошедших научный мир, гласит, что нейрон в мозгу обезьяны, соединенный с электродом, разрядился, когда Витторио Галлезе на глазах у животного лизнул мороженое. Я слышал эту историю неоднократно в разных местах и в какой-то момент поверил в нее сам. Более того, я стал одним из переносчиков этого мема, поскольку рассказывал историю с мороженым на семинарах и даже в интервью, посвященных зеркальным нейронам. Я собирался включить ее в эту книгу, но решил вначале спросить Ридзолатти и Галлезе, правда ли это. Увы, оказалось, что нет. Никто не знает, как возникла эта история и почему; так или иначе, она очаровательна, она западает в память, рассказывать и слушать ее – одно удовольствие.

Размышляя о смысле своих загадочных открытий, Ридзолатти и его коллеги по пармской группе уже были знакомы с теорией мемов, и, составив воедино всю цепь умозаключений, они поняли, что свойства неведомых до той поры зеркальных нейронов великолепно укладываются в эту теорию. Открытые ими весьма специализированные клетки выглядели идеальными инструментами мозга, обеспечивающими возможность имитации и других видов нашего социального поведения. Пришла

пора узнать больше, распространив исследования зеркальных нейронов с обезьян на людей с использованием паразитических, неинвазивных (и дорогостоящих) технологий нейровизуализации, имеющихся сегодня в распоряжении ученых.

Эта новая работа стала продолжением небольшого количества экспериментов на людях – экспериментов, уже принесших очень интересные результаты. Благодаря одному такому эксперименту, проведенному несколькими десятилетиями раньше, два психолога получили результаты, в которых можно увидеть первый намек на деятельность зеркальных нейронов у людей. Ученые измеряли мышечную активность испытуемых, наблюдавших в первом случае за состязанием по армрестлингу, во втором – за читающим вслух заикой. С помощью электродов экспериментаторы измерили у наблюдателей активность мышц лба, ладоней, губ и рук. В свете наших сегодняшних знаний результаты абсолютно предсказуемы. Наибольшая активность в мышцах губ была зафиксирована при наблюдении за заикой, в мышцах рук – при наблюдении за единоборством!²⁸ Подобно тому, как некоторые объекты в экспериментальной физике при внешнем воздействии с определенной частотой входят в резонанс и начинают колебаться, те или иные мышцы наблюдателей словно резонировали при виде интенсивной мышечной работы участников.

Кроме того, были «протоэксперименты» с нейровизуализацией, где применялась позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) – технология, использующая радиоактивное вещество для регистрации изменений кро-

вотока и других физиологических параметров мозга. Испытуемых просили брать руками предметы, наблюдать, как другие люди это делают, воображать взятие предметов и просто смотреть на предметы, которые в принципе можно взять. Первые два случая – «брать» и «наблюдать» – были, конечно, очень близки к нейронным экспериментам с макаками на клеточном уровне, и результаты показали, что две зоны человеческого мозга, анатомически сходные с областями мозга макак, содержащими зеркальные нейроны, активны и при реальном хватательном движении, и при наблюдении за ним, и даже при воображаемом хватательном движении. Таким многообещающим был первоначальный результат²⁹. К нему добавилась другая ранняя (середина 1990-х) попытка получить данные, подтверждающие наличие зеркальных нейронов в мозгу человека. Она была задумана и организована Лучано Фадигой, членом пармской группы нейрофизиологов. Эта работа, использовавшая транскраниальную магнитную стимуляцию (ТМС), была для того времени столь искусной, что я хочу остановиться на ней чуть подробнее. К тому же она в определенном смысле сходна с тем гораздо более давним экспериментом, когда измеряли «мышечный резонанс» при наблюдении за армрестлингом.

Во время основного эксперимента к голове бесстрашного испытуемого приближали специально сконструированную магнитную катушку, обмотанную пластиком. (Насчет «бесстрашия» я пошутил. Аппаратура только на вид пугающая, на самом же деле она абсолютно безвредна.) Электроды, подсоединенные

к кисти правой руки, регистрировали в ней любую мышечную активность. Испытуемому показывали либо хватательные движения экспериментатора, либо те или иные меняющиеся образы, никак не связанные с кистью руки, – например, меркнувший свет. В любом случае по катушке в это время шел небольшой переменный электрический ток; он создавал магнитное поле, которое индуцировало электрический ток в поверхностных областях мозга. Этот ток, в свой черед, вызывал фоновое возбуждение в клетках первичной моторной коры, на которое затем накладывалось специфическое возбуждение при наблюдении за событием.

Фадига рассуждал так: если у людей есть зеркальные нейроны, то эти клетки, вероятно, расположены в премоторной коре – части мозга, играющей важную роль в планировании моторного поведения и аналогичной области F5 мозга макака, где были обнаружены зеркальные нейроны. Поскольку премоторная кора связана с первичной моторной корой, возбуждение зеркальных нейронов в премоторной коре при наблюдении за хватательным движением экспериментатора должно вызвать возбуждение и в первичной моторной коре, результатом которого будут сигналы, посылаемые мышцам кисти, и, следовательно, их непроизвольное слабое сокращение. С другой стороны, меркнувший свет не должен вызвать столь сильного возбуждения зеркальных нейронов, и поэтому подергивание в мышцах кисти, вероятно, будет менее выраженным. По сути дела, Фадига и его сотрудники интересовались лишь этой разницей в ин-

тенсивности мышечных сокращений при наблюдении за хватательными движениями и за меркнувшим светом. Кроме того, эти более интенсивные сокращения фиксировались лишь в специфических мышцах кисти, участвующих в хватательных движениях, а не во всех прочих многочисленных мышцах той же кисти. Хотя испытуемые пребывали в полной неподвижности, их мозговые моторные системы подспудно воспроизводили («симулировали», как говорит большинство ученых) действия, за которыми люди просто наблюдали³⁰.

Результаты всех этих трех ранних экспериментов полностью соответствовали данным, полученным в ходе опытов на обезьянах, и весьма убедительно свидетельствовали о наличии системы зеркальных нейронов в мозгу человека. И вот в середине 1990-х пармская группа решила привлечь к этим важным исследованиям самые новые технические средства. С этой целью Витторио Галлезе, член группы, который использовал в исследовательской работе свое понимание трудов Мерло-Понти и феноменологии, организовал и возглавил международный исследовательский проект, финансирующийся в рамках научной программы «Человеческие рубежи» (Human Frontier Science Program Organization). Эта организация финансирует совместные международные научные проекты, соединяя лаборатории разных стран, а порой (как в данном случае) и разных континентов. Идея в том, чтобы работать над одной проблемой с помощью разных методик, попутно развивая международное сотрудничество и культурное взаимодействие между лабораториями.

В проекте Галлезе участвовали семь лабораторий в пяти странах на трех континентах. В трех лабораториях изучались обезьяны. В Парме итальянцы продолжали исследования с использованием глубоко вживляемых электродов, измеряя активность отдельных нейронов у макак. Другая европейская группа, работавшая на живописном средиземноморском острове Крит, исследовала систему зеркальных нейронов у обезьян не с помощью электродов, а посредством нейровизуализации. Третья группа, изучавшая обезьян, находилась в японском городе Киото и имела доступ к одной из крупнейших колоний обезьян во всем мире. Ее целью было составление своего рода каталога или базы данных коммуникативных выражений лица обезьян, что должно было стимулировать дальнейшие эксперименты для изучения реакции их мозга на изменения в выражении лица.

Две другие группы занялись исследованиями системы зеркальных нейронов у человека. Одна, работавшая в Хельсинки, использовала магнитоэнцефалографию (МЭГ); другая, в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе, членом которой я был и остаюсь, применяла главным образом функциональную магнитно-резонансную томографию (ФМРТ). Последние две группы – это, во-первых, лос-анджелесские специалисты по вычислительной нейронауке, разрабатывавшие модели системы зеркальных нейронов, и, во-вторых, инженеры итальянского города Кальяри, создававшие используемую в экспериментах виртуальную среду.

В итоге семь лабораторий, финансировавшихся по программе «Человеческие рубежи», провели серию экс-

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

периментов, которые очень сильно расширили наше понимание систем зеркальных нейронов как у обезьян, так и у людей. Проект также способствовал увеличению числа ученых, работающих в этой новой области. Всего десятилетие назад о зеркальных нейронах было известно лишь очень немногим исследователям, а за пределами этой «центральной» группы специалистов их большей частью игнорировали. За десять лет, как ни трудно в это поверить, они стали самыми «популярными» из всех мозговых клеток.

РЕЗОНИРУЮЩИЕ ТЕЛА

От макак, которые принадлежат к семейству мартышковых, вверх идет несколько эволюционных ступеней: шимпанзе (человекообразные обезьяны), гоминиды (вымершие предки человека) и, наконец, человек. Как менялась система зеркальных нейронов с каждым из этих многочисленных шагов эволюции? Какие функции она поддерживает у людей, но не поддерживает у макак? На эти вопросы мы хотели получить ответы в результате экспериментов в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе.

Первым, на чем мы сосредоточили внимание, была имитация. Наша гипотеза состояла в том, что зеркальные нейроны участвовали в эволюционном развитии от обезьян (наделенных, как мы видели в главе 1, имплицитным пониманием имитации) к людям – чрезвычайно искусным имитаторам. Для проверки этого предпо-

ложения мы наладили сотрудничество с пармской группой, открывшей зеркальные нейроны у обезьян, а также с Марселем Брассом и Харольдом Беккерингом, сотрудниками мюнхенского Института психологических исследований имени Макса Планка. Брасс и Беккеринг к тому времени уже провели ряд поведенческих исследований имитации у детей и взрослых, основанных на идеомоторной модели человеческих действий. Эта модель существенно отличается от более популярной сенсорно-моторной, согласно которой исходным фактором человеческих действий является сенсорное раздражение в той или иной форме, а действие – лишь реакция на это первоначальное раздражение. Идеомоторная модель, напротив, предполагает, что в основе наших действий лежат связанные с ними намерения и сами действия следует большей частью рассматривать как способы реализации этих намерений³¹.

Идеомоторная модель была независимо друг от друга разработана двумя философами XIX века – немцем Рудольфом Германом Лотце и американцем Уильямом Джеймсом, которые размышляли о произвольных действиях и их последствиях. Они считали, что для произвольного действия необходим образ того, что должно быть достигнуто, – образ, с которым не вступает в конфликт никакая противоречащая ему идея. Когда эти два условия выполнены, образ, соответствующий намерению, способен напрямую активировать действие. Каким образом? Согласно идеомоторной модели, это происходит потому, что мы, люди, обладаем знаниями о результатах наших действий. Например, если я уже

узнал, что после нажатия определенной кнопки на моем компьютере он начинает работать, сама по себе мысль о включении компьютера активирует в моем мозгу образ движения пальца, которое необходимо для включения³². Тезис, выдвинутый двумя философами XIX века, представляется очень хорошим описанием функционирования зеркальных нейронов. Ведь, по той же логике идеомоторной модели, наблюдение за чужими действиями и их последствиями должно активировать у меня в мозгу образы моих собственных действий, обычно имеющих те же последствия (например, при виде другого человека, включающего свой компьютер, должен активироваться образ движения моего пальца при включении моего компьютера).

В Лос-Анджелесе, проводя наш первый эксперимент с нейровизуализацией, касающийся роли человеческой системы зеркальных нейронов в имитации, мы исходили из результатов работы Брасса и Беккеринга, основанной на идеомоторной теории. В техническом плане мы использовали ФМРТ – большую установку, производящую мощное магнитное поле. Способ, которым ФМРТ измеряет собственно активность мозга, сравнительно прост. Предположим, вы хотите пошевелить пальцами правой руки. Для этого клетки вашей моторной коры создают потенциалы действия, благодаря которым посылаются электрические сигналы спинному мозгу и мускулам пальцев. На такую нейронную разрядку тратится энергия. Чтобы снабдить клетки мозга кислородом, необходимым им для разрядки примерно так же, как мотору вашей машины бензин, в моторную кору интенсивно вливается церебральная

кровь, содержащая белок оксигемоглобин. Клетки мозга забирают из этого белка кислород, превращая его в дезоксигемоглобин (то есть гемоглобин без кислорода). Ключевой факт для ФМРТ состоит в том, что оксигемоглобин и дезоксигемоглобин отличаются своими магнитными свойствами и по-разному ведут себя в поле, создаваемом магнитом МРТ-сканера. Кроме того, приток крови в активированную область мозга (в данном случае – моторную кору) избыточен, и поэтому относительное содержание оксигемоглобина и дезоксигемоглобина в крови в результате этой активации локально меняется. Активированная область содержит бóльшую долю оксигемоглобина, и, следовательно, уровень насыщенности крови кислородом – хороший показатель активности в здоровом мозгу. Такое сочетание естественных обстоятельств дает нам прекрасную возможность с помощью ФМРТ неинвазивно следить за активностью всего мозга, в то время как испытуемый выполняет различные задания. При этом ФМРТ абсолютно безопасна и дает сразу полную картину мозга. Она обеспечивает хорошее, хоть и не идеальное, пространственное и временное разрешение. В пространственном плане это разрешение составляет несколько миллиметров мозговой ткани, что, конечно, намного превышает размеры одной клетки, за которой способны следить имплантированные электроды в опытах на обезьянах; во временном плане ФМРТ засекает события длительностью минимум примерно в одну секунду (при исследованиях на клеточном уровне счет идет на миллисекунды). Тем не менее сочетание всех факторов обеспечивает большие успехи ФМРТ в сегодняшней нейронауке.

Единственное серьезное затруднение при работе с ФМРТ – необходимость практически полной неподвижности испытуемого. Движения головой по понятным причинам разрушают всю картину. Легкие движения, правда, допустимы (программное обеспечение их улавливает и вносит необходимые поправки), но в целом требуется неподвижность. Кроме того, полая трубка, куда погружена голова испытуемого, имеет ограниченный размер: лицо от «стенки» отделяют всего несколько дюймов, и поэтому там не помещается ни стандартный компьютерный монитор, ни киноэкран. Если по ходу эксперимента требуется (а обычно так оно и бывает), чтобы испытуемый наблюдал за той или иной сценой или подвижным изображением, на него надевают высокотехнологичные очки с двумя крохотными жидкокристаллическими мониторчиками высокого разрешения. Как правило, испытуемый занят в течение часа – но это не значит, что он проводит целый час в полной неподвижности. Ему часто дают передохнуть и немного пошевелиться. Эксперимент вместе с подготовительным этапом и анализом результатов обычно длится несколько недель, а то и два-три месяца. А осмысление его итогов, разумеется, может потребовать не одного года размышлений и обсуждений.

В ходе нашего первого эксперимента с нейровизуализацией, посвященного роли человеческой системы зеркальных нейронов при подражании, испытуемые совершали определенные движения кистью руки, повторяли их и просто наблюдали. Мы рассуждали так: во время имитации испытуемые, по определению, наблюдают за повторяемыми действиями и также совершают

их. Поэтому мы ожидали, что уровень активности в областях мозга, содержащих зеркальные нейроны, будет при имитации примерно равен сумме активностей при совершении действия и наблюдении за ним. (До начала эксперимента нам необходимо было понять, как транслировать данные опытов над обезьянами на клеточном уровне в ожидаемую картину активации областей человеческого мозга с зеркальными нейронами. Результаты пармских экспериментов ясно показывали, что зеркальные нейроны обезьян при их собственных хватательных движениях разряжались примерно вдвое энергичнее, чем когда они просто наблюдали за хватательными движениями чужой руки. Поэтому мы рассчитывали, что при совершении действия зоны человеческого мозга с зеркальными нейронами тоже будут активироваться приблизительно вдвое сильнее, чем при наблюдении за действием.) И мы действительно нашли две области с таким характером активности, и анатомически они четко соответствуют тем двум зонам мозга макака (области F5 в лобной доле и области PF в теменной доле), где в Парме были обнаружены зеркальные нейроны.

Эти анатомические соответствия, показанные на рис. 1, демонстрируют эволюционную преемственность между системами зеркальных нейронов у макака и людей. Мозг макаки гораздо меньше человеческого и обладает более простыми очертаниями. Тем не менее крупные извилины и борозды у них во многом похожи. Поэтому проводить сравнения между мозгом одного и другого вида сравнительно просто. Оба мозга разделены на левое и правое полушария; на рисунке изображены правые по-

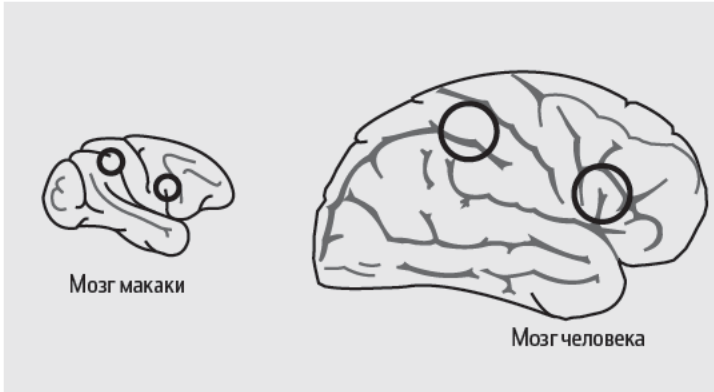


Рис. 1. Области мозга с зеркальными нейронами у макаки и человека

лушария, так что передняя часть мозга находится справа. Две хорошо узнаваемые, анатомически сходные области мозга макак и людей, содержащие зеркальные нейроны, находятся в лобной доле и в теменной доле позади нее. Что важно, область левой лобной доли с зеркальными нейронами – это поле Брока, главный центр речи в мозгу человека, и это говорит в пользу эволюционной гипотезы о том, что зеркальные нейроны, возможно, являются ключевыми нейронными элементами для эволюции речи.

**ДЕЛАЙ ТО, ЧТО Я ГОВОРЮ,
А НЕ ТО, ЧТО Я ДЕЛАЮ!**

Имитация очень мощно формирует человеческое поведение. Нам всем следует об этом помнить – и особенно тем, у кого дети еще не выросли. Я замечаю, что взрос-

лые обычно говорят своим детям правильные вещи: никогда не выходи из себя, всегда учитывай точку зрения другого человека и т.д. Но возникает вопрос: ведем ли мы себя так, как говорим? Иной раз я ловлю себя на том, что подаю дочери пример именно такого поведения, какое запрещаю ей! В подобных случаях, боюсь, она более восприимчива к тому, что я делаю, чем к тому, что я велю делать ей, – ведь детский мозг, настроенный на имитацию, очень хорошо усваивает именно поведение других людей. (По мере взросления человека формы имитации у него становятся намного более сложными, чем те базовые ее проявления у младенцев, о которых шла речь выше, и более сложными, чем те виды подражательного поведения у детей постарше, что будут описаны в последующих абзацах. А на сложных, «высших» формах имитации я подробно остановлюсь ниже.)

Даже маленькие дети чрезвычайно восприимчивы к цели чужих действий. Это продемонстрировал остроумный эксперимент с дошкольниками, который провели Харольд Беккеринг и его коллеги в мюнхенском институте имени Макса Планка. Детям было сказано, что взрослый просто поиграет с ними. Правила игры были простые: «Делай то, что делаю я». Иногда взрослый дотрагивался до своего левого или правого уха соответственно левой или правой рукой (ипсилатеральное движение), иногда – противоположной рукой (контралатеральное движение). Иногда взрослый одновременно прикасался обеими руками к ушам на тех же сторонах, иногда – на противоположных сторонах. Дети порой делали ошибки, большей частью – когда надо было при-

касаться одной рукой к противоположному уху. В этих случаях они часто дотрагивались до правильного уха, но неправильной рукой – расположенной с той же стороны, что и ухо.

Не объясняется ли это проблемами с движением руки, пересекающим среднюю линию тела? Нет, потому что при имитации движений двумя руками дети практически не ошибались, даже когда эти движения были перекрестными. Очевидно, дети не испытывали трудностей с поднесением руки к противоположному уху, – и тем не менее, когда надо было трогать ухо одной рукой, возникали ошибки. В чем же дело? Этот вопрос заинтересовал ученых. Ошибки детей можно было объяснить только тем, что они устанавливали приоритеты, создавали своего рода иерархию, вырабатывали оценку того, что наиболее значимо при подражании другому человеку. Судя по всему, важнее всего, с точки зрения детей, была цель движения руки, а именно – прикосновение к данному уху. Сосредоточенные на этой цели, они прикасались именно к тому уху, к которому нужно было, но не той рукой – вероятно, потому, что неправильная рука была ближе к предполагаемой цели. А когда взрослый дотрагивался обеими руками до обеих ушей, детям не нужно было сосредоточиваться на определенном ухе (ведь прикасаться надо было и к тому, и к другому), и вместо этого они могли сосредоточиться на движениях рук.

Для дальнейшей проверки гипотезы о том, что ключевое значение для детей имеет видимая цель действия, Беккеринг и его сотрудники провели еще один эксперимент. В нем они ограничили движения рук прикосно-

вением только к одному уху. Одним детям показывали только прикосновения к левому уху, другим – только к правому. Тем самым, рассуждали Беккеринг и его коллеги, для детей снимается проблема выбора уха. Теперь главной целью игры для них должно стать движение правильной рукой. Так и произошло. Когда в игре участвовало лишь одно ухо, дети имитировали движения экспериментатора почти безупречно, пользуясь то одной, то другой рукой. Контралатеральное движение руки к противоположному уху через среднюю линию тела было в данном случае ровно тем же, что порождало ошибки первоначально, но во второй, более простой версии игры цель действия была всегда одинакова, и это повышало точность имитации.

Последний эксперимент для проверки гипотезы Беккеринг с коллегами провели на другой группе детей, снова изменив условия игры. На этот раз они решили выяснить, как повлияет на правильность имитации одного и того же движения руки перемена в представлении ребенка о цели действия. Теперь взрослый сидел по одну сторону стола, ребенок по другую. Совершая ипсилатеральное движение, взрослый поднимал либо левую, либо правую руку и дотрагивался до определенного места на столе напротив той же половины своего тела. Совершая контралатеральное движение, он поднимал руку над столом и дотрагивался до определенного места на нем напротив другой половины своего тела. И вновь детям просто было сказано: «Делай то, что делаю я». И они с успехом имитировали оба типа движений как левой, так и правой рукой. Пока что – никаких проблем. Но во

второй половине игры на столе появились два красных кружка – ровно на тех же местах, до которых взрослые дотрагивались в первой ее части. Они опять стали делать такие же движения руками, прикасаясь на сей раз к красным кружкам. И дети стали ошибаться, когда должны были имитировать контралатеральные движения. Ошибки были точно такого же характера, как при имитации прикосновений к ушам в самом первом эксперименте. При необходимости совершить контралатеральное движение ребенок дотрагивался до правильно красного кружка, но не той рукой.

Теперь объяснение напрашивалось само собой. Появление кружков изменило цель этой странной игры – она превратилась в «закрой кружок», и самым простым способом сделать это было использовать руку, находящуюся напротив кружка. А в первой части игры, когда кружков еще не было, целью наблюдаемого действия было движение руки как таковое, и поэтому дети справлялись с имитацией безошибочно.

Эти имитационные игры, придуманные Беккерингом и его коллегами, показывают нам, что имитационным поведением у дошкольников управляет в первую очередь кодирование цели наблюдаемого действия. Вероятнее всего, такое подражание, ориентированное на цель, обеспечивается активностью зеркальных нейронов – даже у детей. Беккеринг с сотрудниками начали затем исследовать взрослых и провели с ними эксперимент, похожий на тот, в ходе которого красные кружки на столе заставляли ошибаться дошкольников. Взрослые, конечно, ошибок не делали (и слава богу!), но вот

что интересно: анализ времени реакции взрослых дал картину, сходную с распределением ошибок у детей, а именно выявил небольшое отставание контралатеральных движений. И это показывает, что кодирование целей и у взрослых является первичным фактором, управляющим имитацией³³.

Какое отношение эти эксперименты имеют к зеркальным нейронам? Самое прямое, потому что эти нейроны, судя по всему, больше всего подходят для осуществления имитации, основанной на восприятии целей. Как мы видели в главе 1, даже у макак зеркальные нейроны, похоже, гораздо больше направлены на цель действия, чем на само действие.

Моя группа в Лос-Анджелесе, вдохновленная результатами имитационных игр с детьми, завязала сотрудничество с Беккерингом и одним из его коллег – Андреасом Вольшлегером, чтобы провести эксперимент с нейровизуализацией на взрослых. Как и в описанных играх, наши испытуемые наблюдали и имитировали ипсилатеральные и контралатеральные движения пальцем; в некоторых случаях палец дотрагивался до красного кружка. Испытуемым просто было сказано, чтобы они наблюдали за движениями указательного пальца и имитировали их. О красном кружке не упоминалось. Наша гипотеза состояла в том, что мозг испытуемых будет кодировать «дотронься до кружка» как цель действия. Поэтому их зеркальные нейроны, больше «интересующиеся» целями, чем действиями как таковыми, будут более активны при имитации тех движений пальца, что заканчиваются прикосновениями к кружку. Так

оно и оказалось: область лобной доли с зеркальными нейронами, соответствующая полю Брока, была намного активнее при имитации движений пальца к красному кружку, чем при имитации его движений без красного кружка, хотя сами движения были идентичны³⁴.

Затем мы обратились к другой особенности подражания, тоже весьма характерной для маленьких детей, как показали почти сорок лет назад психологи Сеймун Уопнер и Леонард Сирилло. В ходе этого исследования один из экспериментаторов давал группе детей обычное указание: «Делайте, пожалуйста, то, что делаю я». Затем он поднимал правую руку. Младшие из испытуемых – скажем, первоклассники – поднимали левую руку, имитируя взрослого так, словно стояли перед зеркалом. У детей постарше (лет с двенадцати) этот инстинкт к зеркальному копированию пропадает. Они поднимают «анатомически правильную» руку. Мы в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе рассуждали так: если зеркальные нейроны играют ключевую роль в подражании – и особенно в ходе развития юного организма, – то даже у взрослых они должны демонстрировать «предпочтение», свойственное не старшим детям, а младшим. Даже в мозгу взрослого человека они должны по-прежнему проявлять поведенческие тенденции, присущие маленьким детям. Для проверки мы поставили эксперимент с нейровизуализацией, в котором взрослые испытуемые должны были имитировать движения пальца – но только правой рукой. В некоторых случаях, однако, им приходилось имитировать правой рукой наблюдаемые движения пальца левой руки – то есть копи-

ровать эти движения зеркально. Мы предположили, что в этих случаях зеркальные нейроны будут намного более активны. И оказались правы. При зеркальной имитации они активировались в четыре раза сильнее, чем при анатомически правильной имитации, хотя движение пальца было в обоих случаях одно и то же³⁵.

Итак, имитация у маленьких детей ориентирована на цель и происходит «словно перед зеркалом». Это было установлено. Но возник вопрос: как концептуально совместить эти два аспекта имитации? Проще говоря, какова цель имитации «словно перед зеркалом»? Можно заметить для начала, что два человека, находящиеся лицом к лицу и копирующие друг друга, словно перед зеркалом, используют один и тот же участок пространства. Если мы с вами стоим лицом к лицу и имитируем друг друга, моя правая кисть расположена в том же участке пространства, что и ваша левая кисть. Мы «делим» это пространство и благодаря этому становимся в прямом смысле ближе друг к другу. Я думаю, что, может быть, действительно одна из первичных целей имитации – способствовать выраженной в телесных формах близости, «интимности» между «я» и другими в ходе социальных взаимоотношений. Присущая имитации и зеркальным нейронам тенденция возврата к такой интимности может свидетельствовать о некой первичной, исходной, младенческой интересубъективности, из которой постепенно вычленяются «я» и другие (подробнее я поговорю на эту тему ниже).

Эти выводы подтверждаются результатами исследований бессознательных форм имитации в процессе

взаимодействия людей в естественных условиях, полученными задолго до открытия зеркальных нейронов. Психолог Марианна Лафранс, исследуя человеческие позы, наблюдала за положениями рук и торсов студентов и преподавателей во время обычных учебных занятий. Имитирующие позы она разбила на две категории: мимикрические (то есть анатомически верные, например, правая рука преподавателя – правая рука студента) и зеркальные (левая рука преподавателя – правая рука студента). Соотнеся общий уровень взаимопонимания в аудитории с характером бессознательного копирования студентами преподавательских поз, Лафранс увидела, что чем выше этот уровень, тем чаще встречается зеркальная имитация и тем реже – мимикрическая. В другом исследовании наблюдаемая зеркальность при взаимодействиях людей лицом к лицу также была истолкована как выражение большей солидарности, вовлеченности, близости. Участникам этого эксперимента показывали пары картин, изображающих подобное взаимодействие лицом к лицу, при котором в одном случае тела людей были наклонены противоположно (например, каждый наклонился в левую для себя сторону), в другом – одинаково (один влево для себя, другой вправо для себя). Изображения людей, наклонившихся одинаково, были оценены испытуемыми как выражающие бóльшую близость³⁶.

И вновь, хотя получить данные нейровизуализации в таких естественных условиях практически невозможно, напрашивается гипотеза об участии зеркальных нейронов в спонтанном «зеркальном» поведении людей – осо-

бенно в свете полученных нами данных нейровизуализации, касающихся имитации, ориентированной на цель, и зеркальной имитации. Близость между «я» и другими, которой способствуют подражание и зеркальные нейроны, может быть первым шагом к эмпатии, являющейся, как мы увидим в главе 4, строительным элементом, «кирпичиком» социального познания. Исследования детского развития тоже говорят о том, что имитация имеет прямое отношение к развитию важных социальных навыков – например, к пониманию того, что у других людей есть свои мысли, убеждения, верования и желания. Если имитация играет в развитии этих социальных навыков ключевую роль, то столь же значимы для них должны быть и зеркальные нейроны, делающие имитацию возможной³⁷. В главе 1 я обсуждал результаты изучения клеток мозга обезьян. Из них следует, что зеркальные нейроны кодируют намерение, связанное с наблюдаемым действием. Рассмотрим теперь данные нейровизуализации у людей, подтверждающие этот вывод.

ГАРРИ ПОТТЕР И ПРОФЕССОР СНЕГГ

10 января 2006 года журналистка Сандра Блейкли опубликовала в газете New York Times статью о зеркальных нейронах. Статья называлась «Клетки, умеющие читать мысли». Видимо, автору или редакции газеты хотелось подчеркнуть одно из поразительных следствий открытия зеркальных нейронов. Обладая сравнительно простыми физиологическими свойствами, они, тем

не менее, позволяют нам понимать внутренние состояния других людей, то есть наделяют нас способностью, которую всегда считали в известной мере неуловимой. В обыденной жизни ее называют «чтением мыслей». Я считаю, однако, что это выражение изначально нагружено специфическими и неверными предположениями о процессе, который мы пытаемся понять. Говоря о «чтении мыслей», мы неявно исходим из того, что для нашего понимания внутренних состояний других людей необходимы умозаключения или символическое мышление. И действительно, таково было преобладающее мнение ученых, интересовавшихся нашей когнитивной способностью к пониманию внутренних состояний других людей.

Согласно этому широко распространенному взгляду, мы уже с детства используем для понимания чужих внутренних состояний тот же подход, что и ученые для понимания природных явлений. Понаблюдав за поведением других людей, мы выстраиваем теории, касающиеся их внутренних состояний, как, например, физики строят теории о физических системах. Затем мы ищем данные, подтверждающие нашу теорию. Если данные ее не подтверждают, мы подправляем теорию, а то и заменяем ее новой. К примеру, если мы видим, как некто, упав, плачет, мы делаем теоретический вывод, что плач является выражением боли. Позднее, однако, мы можем увидеть человека, плачущего после получения престижной награды, и это заставит нас пересмотреть свою теорию плача и связанных с ним душевных и эмоциональных состояний. На научном жаргоне эта модель понимания

чужих внутренних состояний называется (возможно, не слишком удачно) «теорией теорий», поскольку в ее рамках выработка такого понимания в чем-то сходна с построением научной теории: переживания других людей напрямую не наблюдаемы, но их поведение можно предсказывать, основываясь на законах причинности, связывающих между собой восприятие, желания, убеждения и верования, решения и действия.

Мне всегда казалось, что эта модель понимания чересчур сложна и отнюдь не случайно подозрительно схожа с характером мышления тех, кто ее предложил (я имею в виду, разумеется, ученых-теоретиков). Мои сомнения по поводу «теории теорий» основаны на непосредственном житейском наблюдении: мы вникаем во внутренние состояния других людей почти непрерывно, зачастую не особенно это осознавая. На своих семинарах, когда я высказываю предположение, что природа, вполне возможно, сотворила куда более простые, куда менее трудоемкие способы понимания внутренних состояний наших собратьев, я иллюстрирую эту мысль диалогом между Гарри Поттером и профессором Северусом Снеггом в пятом томе саги – в книге «Гарри Поттер и орден Феникса». (Как, полагаю, большинство родителей, я начал читать эти произведения по просьбе дочки и вскоре увлекся ими сам.) Речь в этой сцене идет о том, что лорд Волан-де-Морт, чрезвычайно зловредный маг, стремится проникнуть во внутренний мир Гарри, чтобы добыть оттуда важные сведения, необходимые для реализации его, Волан-де-Морта, губительных планов. Профессор Снегг должен научить Гарри искусству ок-

клюменции – то есть защиты собственного сознания от вторжения извне.

«Темный Лорд весьма сведущ в легилименции... Это умение извлекать чувства и воспоминания из чужого ума», – говорит Снегг.

Гарри весьма удивлен и взволнован: «Он умеет читать мысли?»

«В вас нет тонкости, Поттер... Только маглы рассуждают о “чтении мыслей”. Ум – не книга...»

Совершенно не будучи поклонником Снегга, я должен, тем не менее, признать, что его ответ Гарри адекватно отражает мою позицию в вопросе о понимании чужих внутренних состояний. Ум – не книга. Я не думаю, что мы «читаем» чужие умы, и нам следовало бы перестать использовать выражения, в которых изначально заложены смещенные представления о процессе. Окружающий мир мы действительно «читаем», но мы не «читаем» чужих умов в том обычном смысле, какой вкладывается в эти слова.

Мне не кажется, что нам приходится перегружать мозг сложными умозаключениями о том, почему люди делают то, что они делают, и как они собираются поступить в следующий момент, – особенно если речь идет о более или менее непрерывном понимании простых, обыденных действий других людей. Мы окружены людьми постоянно. Мы не могли бы справляться со всем этим, если бы нам нужно было на каждом шагу быть Эйнштейнами, анализирующими все подряд. Я не одинок в своем несогласии с «теорией теорий». Когда она была доминирующей моделью в психологии развития

(задолго до открытия зеркальных нейронов), среди специалистов образовалось меньшинство, предложившее альтернативную «теорию симуляции». Согласно этой теории, мы понимаем чужие внутренние состояния, в буквальном смысле вживаясь в них. Имеются два варианта этой идеи, один из которых более радикален. Умеренный вариант предполагает, что это вживание является когнитивным, осознанным процессом, требующим усилия; в радикальном же варианте мы, как считается, «симулируем» происходящее с другими людьми автоматически и более или менее бессознательно. В этом вопросе я принадлежу к радикальному лагерю, ибо автоматическая, бессознательная «симуляция» хорошо согласуется с тем, что мы знаем о зеркальных нейронах³⁸.

После открытия зеркальных нейронов популярность «теории теорий» как объяснения нашей способности проникать в чужие внутренние состояния резко уменьшилась. Тех, кто принимает «симулятивное» объяснение, стало во много раз больше. До недавнего времени, однако, отсутствовали эмпирические данные о том, что зеркальные нейроны кодируют намерения, связанные с наблюдаемыми действиями. Первым исследованием такого рода стал совместный эксперимент моей лаборатории и пармских нейрофизиологов с участием Джакомо Ридзолатти и Витторио Галлезе. Идея зародилась у нас довольно давно – осенью 1999 года, во время одной из наших первых встреч, которая произошла на Крите. Статья, рассказывающая о результатах эксперимента, вышла в 2005 году. На его планирование ушло немало времени: ведь намерения трудноуловимы, их непросто

исследовать эмпирически. В какой-то мере вы с этим экспериментом уже знакомы: я кратко упомянул о нем в начале книги. Мы возвращаемся к чайным чашкам.

КАК УХВАТИТЬ ЧУЖОЕ СОЗНАНИЕ

Концептуально наш подход был близок к описанному в главе 1 эксперименту Лео Фогасси на обезьянах с хватанием-чтобы-съесть и хватанием-чтобы-переложить (наш эксперимент с нейровизуализацией, надо сказать, предшествовал эксперименту Фогасси и послужил для него стимулом). Наша исходная идея состояла в том, что одно и то же наблюдаемое действие можно соотнести с разными намерениями. Взять рукой чашку можно по многим причинам. Самые вероятные из них, видимо, две: чтобы попить и чтобы положить в посудомоечную машину. Ключ к тому, какое намерение самое вероятное, часто дает наблюдателю окружение. Например, если мы с женой только начали завтракать и я вижу, как она берет чашку, весьма вероятно, что она будет из нее пить. Однако если мы уже кончили еду и она, вставая, тянется за чашкой, то, скорее всего, она намерена положить ее в посудомоечную машину. Да, не исключено, что она хочет сделать последний глоток. Но это объяснение менее вероятно, чем вариант с посудомоечной машиной, если принять во внимание окружение, общую ситуацию, в которой жена совершает свое действие.

Если зеркальные нейроны реагируют только на хватательное движение, то в какой обстановке оно совершает-

ся – не важно. Не важно даже, есть ли оно. Хватательное движение есть хватательное движение, в окружении или без. Если, однако, зеркальные нейроны реагируют и на намерение, связанное с наблюдаемым действием, как они делают у обезьян, то окружение должно влиять на активность этих клеток. Руководствуясь такой логикой, мы придумали эксперимент с нейровизуализацией, во время которого испытуемым был показан ряд видеоклипов. Видеоклипы первого типа, который мы назвали «Действие», демонстрировали руку, берущую чашку, без какого-либо окружения. Были сняты различные виды хватательных движений, но всякий раз вне окружения, и что происходило после того, как рука брала чашку, не показывалось. В видеоклипах второго типа, получивших общее название «Окружение», была снята обстановка, включавшая в себя различные предметы: чайник, печенье, кружку и т.п. (мы внесли в окружение итальянскую черточку, включив в него банку с нутеллой – вкусной итальянской ореховой пастой). В одном варианте «Окружения» все было аккуратно расставлено для предстоящего чаепития. В другом варианте стол выглядел весьма неопрятно: крошки печенья, грязная салфетка – создавалось впечатление, что чаепитие едва окончилось. Больше ничего в видеоклипах «Окружение» не происходит: никакого действия, только обстановка. В видеоклипах третьего типа, который мы назвали «Намерение», мы соединили элементы первых двух типов. Испытуемые видели руку, берущую чашку, как в клипах «Действие», но на сей раз хватательное движение происходило в том или ином окружении из клипов второго типа – аккуратном или неопрятном.

Прогнозы возможных результатов эксперимента были сравнительно простыми: если зеркальные нейроны всего лишь кодируют наблюдаемые хватательные движения, то уровень мозговой активности в областях с зеркальными нейронами при просмотре клипов «Действие» и «Намерение» должен быть одинаковым. Если же зеркальные нейроны кодируют и намерения, связанные с наблюдаемыми действиями, то активность в этих областях мозга должна быть выше для клипов «Намерение», чем для клипов «Действие», и, возможно, различаться в зависимости от характера окружения в клипе «Намерение».

Результаты подтвердили гипотезу о том, что зеркальные нейроны кодируют намерения. Активность в передней области с зеркальными нейронами при наблюдении за хватательными движениями в том и другом окружении была выше, чем при наблюдении за такими же движениями вне всякого окружения. Зафиксирована, кроме того, более высокая активность при наблюдении за хватательными движениями в обстановке, подразумевающей чаепитие, чем в обстановке, намекающей на уборку. Этот результат также осмыслен, ибо намерение пить гораздо более первично, чем намерение наводить порядок³⁹.

Эти результаты, безусловно, говорят в пользу симуляционной модели нашей способности понимать чужие намерения. Мозговые клетки, которые активируются при реализации наших собственных намерений, раздражаются и в том случае, когда мы проводим различия между намерениями, соотносимыми с действиями дру-

гих людей. Та «симуляция», что осуществляется с помощью зеркальных нейронов, видимо, представляет собой более или менее автоматический ее вариант, не требующий от человека усилий. Зеркальные нейроны расположены в той части мозга, что важна для моторного поведения, поблизости от первичной моторной коры, посылающей электрические сигналы нашим мышцам. Клетки этого типа, судя по всему, не имеют отношения к сознательному, требующему усилий, когнитивному стремлению поставить себя на место другого человека.

Но как зеркальные нейроны в реальности прогнозируют действие, которое должно последовать за наблюдаемым? Как они позволяют нам понять намерение, стоящее за действием? Моя гипотеза такова: мы активлируем цепь зеркальных нейронов, в результате чего эти клетки «симулируют» целую последовательность простых действий: рука тянется к чашке, берет ее, подносит ко рту. Так происходит «симуляция» в нашем мозгу намерения человека, на которого мы смотрим. Важнейший для этой гипотезы подтип зеркальных нейронов составляют «логически связующие» клетки, о которых я говорил в главе 1. Они разряжаются не при выполнении и наблюдении одного и того же, а при действиях, логически связанных между собой, – например, при хватании рукой и поднесении ко рту в экспериментах с обезьянами. Вероятно, это ключевые нейронные элементы для понимания намерений, связанных с наблюдаемыми действиями. Я вижу руку, берущую чашку точным захватом, и мои зеркальные нейроны точного захвата разряжаются. Пока что я «симулирую» только хватательное движе-

ние. Если, однако, окружение подразумевает чаепитие, следом разряжаются и другие зеркальные нейроны – а именно «логически связующие», кодирующие поднесение мною чашки ко рту. Активируя подобные цепи зеркальных нейронов, мой мозг способен «симулировать» чужие намерения. По выражению Галлезе, «другой человек словно бы становится твоим другим “я”». Или, как сказал Мерло-Понти, «намерение другого лица словно бы поселяется в моем теле, а мое – в его»⁴⁰. Зеркальные нейроны позволяют нам воспроизводить у себя в мозгу намерения других людей, что наделяет нас глубоким пониманием их внутренних состояний.

Могут ли эти мозговые клетки также способствовать нашему общению с другими людьми, облегчая распознавание и понимание жестов, сопровождающих нашу речь? А может быть, зеркальные нейроны сыграли еще более важную для нашего общения роль, будучи эволюционными предшественниками нейронных систем, позволяющих нам разговаривать и понимать, что говорят другие? Ответ на оба вопроса утвердительный, как мы увидим из следующей главы.

3

Ручная речь

*Если речь была дана людям,
чтобы они могли скрывать свои мысли,
то назначение жестов – делать их понятными.*

ДЖОН НЕЙПИР⁴¹

ВИДИШЬ, ЧТО Я ГОВОРЮ?

Я наблюдаю за тем, как моя дочь разговаривает по телефону с подружкой. Ее руки и особенно кисти очень активны – они делают спонтанные движения, какие мы все совершаем, беседуя с кем-либо. У нас даже есть особое слово: жесты. Но зачем моя дочь жестикулирует, говоря по телефону? Ведь подружка ее не видит. Моя дочь не одна так себя ведет: мы все склонны совершать жесты во время телефонных разговоров, хоть и знаем, что себе-

седнику наши движения не видны. Мы жестикулируем и беседуя со слепым; слепые от рождения тоже жестикулируют при разговоре, хотя они никогда не видели жестикулирующих людей.

Странно? Да нет, ничего странного. В книге «Рука и ум» Дэвид Макнилл утверждает, что «жесты и речь – единая система» и что «жестикуляция – такая же неотъемлемая часть языка, как слова, словосочетания и предложения»⁴². Важно понимать, что Макнилл имеет в виду спонтанные движения рукой и кистью, свои для каждого говорящего (собственно жесты), а не фиксированные кистевые знаки (например, «знак о'кей»), которые мы называем эмблемами. Когда нам трудно найти подходящее слово, чтобы выразить мысль, жесты кисти могут помочь нам его отыскать. В других случаях жесты сообщают информацию, которая не содержится в словах как таковых. В частности, дети нередко используют двойной формат при попытке объяснить то или иное математическое правило, изучаемое в школе. Словесно формулируется одна процедура решения задачи – а жесты, однако, показывают другое. Подобная нестыковка между словами и жестами – признак вполне ожидаемой промежуточной фазы в усвоении материала. Например, ученику предлагают решить задачу: $5 + 4 + 3 = x + 3$. Неверный словесный ответ («Я сложил 5, 4, 3 и 3, получилось 15») может не отражать какого-либо понимания смысла уравнения. Вместе с тем если палец школьника движется под левой частью уравнения, затем приостанавливается, а затем продолжает движение под правой частью, то само это движение показывает, что ум

ученика начинает улавливать тот факт, что уравнение имеет две части, отдельные друг от друга, но некоторым образом взаимосвязанные. Другой пример – задания на принцип сохранения, разработанные Жаном Пиаже для исследования усвоения детьми определенных понятий. В задании на сохранение количества жидкости экспериментатор выливает воду из стакана в блюдо. Стакан, как правило, высокий и узкий, блюдо широкое и неглубокое. Ребенка спрашивают, содержит ли блюдо столько же воды, сколько было в стакане, и просят объяснить свой ответ. Когда ребенок ошибочно отвечает, что в блюде воды меньше, потому что ее уровень в стакане был выше, его рука, вполне возможно, описывает в воздухе вытянутое «U», обозначающее узкий стакан, и округлое «U», обозначающее широкое блюдо. В то время как слова сосредоточены только на разнице в высоте между стаканом и блюдом, движение руки подчеркивает компенсирующее преимущество блюда в ширине. Рука уже сообразила, что к чему, а слова вскоре подтянутся.

Нестыковка между словами и жестами, судя по всему, является признаком сложной умственной деятельности, благодаря которой дети усваивают новые понятия⁴³. Это подтверждено многими исследованиями. Чаще всего, хоть и не всегда, жесты при этих детских нестыковках опережают речь. Как в приведенном выше примере с уравнением, жесты, как правило, передают понятия более высокого уровня. Они облегчают учебу. (При выполнении заданий на счет детям помогают указывающие жесты, особенно если они делают их сами.) При этом дети, у которых проявляется такая нестыковка, выказывают лучшие способ-

ности к обобщению на основе полученных знаний, чем дети, сразу перескакивающие от неверных объяснений, в которых речь и жесты согласованны, к верным объяснениям (в которых они также согласованны).

Дети, кроме того, весьма чувствительны к жестам учителей. Они с большей вероятностью правильно повторят ход решения математической задачи, если учитель подкрепляет свои объяснения соответствующими жестами. Таким образом, жесты, сопровождающие речь, играют двойную роль: они помогают говорящему выразить свою мысль и помогают слушателю-зрителю понять сказанное. Следовательно, жесты учителя, не согласованные со словами, затрудняют восприятие. И действительно, дети с меньшей вероятностью правильно повторяют ход решения, если слова учителя сопровождаются несоответствующими жестами, чем если жестов нет вообще. Предположим, учитель, объясняя, что такое уравнение, показывает подряд на все числа в обеих его частях, используя ряд жестов, похожих на те, что делают обычно дети, решая простую задачу на сложение. Подобная неверная жестикуляция подталкивает учеников к совершению ошибки, разобранной выше, – к сложению всех чисел в обеих частях уравнения. Жесты учителя должны, напротив, зрительно выделять каждую часть уравнения: например, левая рука широким движением обводит левую половину, правая – правую. Для младших школьников это имеет значение (хотя в конце концов они в любом случае усвоят материал).

Жесты взрослых, хотя их набор индивидуален, можно разделить на две категории: иконические и ритми-

ческие. Иконический жест отражает содержание того, что в данный момент говорится. Если кто-то, говоря о разливании вина, хватается рукой воздух, затем приподнимает руку и поворачивает ее, чуть согнутую в локте, примерно на 90 градусов – он делает иконический жест. Ритмические жесты, напротив, собственно зрительно не связаны с тем, о чем человек высказывается. Они, можно сказать, отбивают такт, подчеркивают живую пульсацию речи. Напрашивается мысль, что мы меньше используем иконические жесты, если говорим по телефону или находимся в иной ситуации, когда слушатель нас не видит, а на использование ритмических жестов, вероятно, это почти не влияет. Марта Алибали и ее сотрудники исследовали этот вопрос с помощью простого экспериментального приема. Они смотрели на спонтанные жесты испытуемых, пересказывавших слушателю сюжет комикса. В одних случаях рассказчика и слушателя разделял экран, в других они находились лицом к лицу. Результаты подтвердили высказанную гипотезу: наличие экрана повлияло только на иконические жесты, количество которых резко падало, когда рассказчик знал, что слушатель его не видит. А на использовании ритмических жестов экран никак не сказывался⁴⁴.

Вывод можно сформулировать следующим образом: ритмические жесты, судя по всему, нужнее говорящему, тогда как иконические в основном направлены на слушателя-зрителя. Если это так, то можно сделать простое предсказание относительно мозговой деятельности, и прежде всего деятельности зеркальных нейронов. Гипотеза о том, что зеркальные нейроны способствуют

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

коммуникации, заставляет предположить, что при виде иконических жестов, облегчающих общение и понимание, они активизируются сильнее, чем при виде ритмических жестов, менее значимых для наблюдателя. Это подтвердил эксперимент с использованием ФМРТ, который провел Иштван Мольнар-Сакач, в то время аспирант, работавший в моей лаборатории. В ходе эксперимента одна испытуемая рассматривала комиксы, затем пересказывала их, а мы записывали ее рассказ на видео. Затем мы показывали эту пленку другим испытуемым, находившимся в МРТ-сканере, и при виде иконических жестов у них активировались области мозга с зеркальными нейронами (подобные тем, что показаны на рис. 1, с. 78, только в левом полушарии), а при виде ритмических жестов – другие области в другой зоне, где зеркальные нейроны не обнаруживались⁴⁵.

Избирательная разрядка зеркальных нейронов при иконических жестах показывает, что их активируют жесты, важные для очного общения. Этот момент существен для решения весьма спорного вопроса об их роли в происхождении речи. Попробуем понять почему.

ОТ ЛАДОНИ К ГУБАМ

В 1866 году Парижское лингвистическое общество наложило запрет на выдвижение гипотез о происхождении речи. Примерно в то же время Британская академия предостерегла своих членов от дискуссий на эту тему, которая явно приобрела столь спорный и умозритель-

ный характер, что весь обмен мнениями сводился к бесконечному обсуждению недоказуемых теорий. Запреты, разумеется, ни к чему не привели. Высказывание предположений о происхождении речи продолжалось, и вряд ли оно когда-нибудь прекратится – особенно после открытия зеркальных нейронов.

Давняя традиция стоит за гипотезой о том, что зарождение речи связано с рукой и с жестом. Такое мнение преобладало в XVIII веке – в эпоху Просвещения. То, что мы знаем о зеркальных нейронах, недвусмысленно говорит в пользу этой идеи в силу двух существенных причин. Во-первых, замечено анатомическое сходство между областью F5 мозга макака, где были обнаружены зеркальные нейроны, и полем Брока – важным центром речи в человеческом мозгу⁴⁶. Во-вторых – тот факт, что благодаря этим клеткам ручные знаки человека оказываются хорошо понятны наблюдателю и возникает убедительная коммуникация на уровне жестов.

Еще до открытия зеркальных нейронов ученые, отстаивавшие гипотезу о происхождении речи из жестов, указывали на сильную связь между кистью руки и ртом на ранних стадиях жизни ребенка. Почему это важно? Ответ дает знаменитое научное изречение: онтогенез повторяет филогенез. Идея, заключенная в этой фразе, очень проста: эмбриональное и раннее развитие особи того или иного вида в наши дни может дать нам представление о том, что происходило миллионы лет назад в процессе эволюции этого вида. У человека мы видим, что в раннем детстве он демонстрирует отчетливую связь между кистью руки и ртом. В частности, новорож-

денный открывает рот, если надавить на его ладонь. Этот рефлекс – так называемый рефлекс Бабкина – говорит о том, что эти две части тела принадлежат к одной функциональной системе. Все родители, кроме того, хорошо знают, что новорожденные часто подносят руку ко рту и подолгу сосут пальцы. При этом, однако, родители не всегда замечают, что новорожденный открывает рот прежде, чем рука доходит до рта. Этот предвосхищающий акт показывает, что взаимодействие руки и рта – поведение, ориентированное на цель. Младенцы в возрасте от девяти до пятнадцати недель демонстрируют систематическую связь между движениями кисти и рта. Например, распрямляя указательный палец, ребенок обычно открывает рот и нередко даже подает голос. На более поздних этапах развития частыми становятся другие формы взаимодействия кисти и рта. В возрасте от двадцати шести до двадцати восьми недель заметно увеличивается количество таких ритмических движений руками и кистями рук, как стучание, раскачивание и помахивание. Одновременно ребенок начинает лепетать, по многу раз произнося одни и те же слоги: «ба-ба-ба...» или «га-га-га...». И, разумеется, когда он начинает брать предметы рукой, он неизменно отправляет их прямо в рот.

Можно ли сказать, что эти ранние совместные действия руки и рта происходят «на равных», или же это показывает, что один опережает другого в развитии (и, следовательно, в эволюции, поскольку онтогенез повторяет филогенез)? Мы уже видели, что младшие школьники при нестыковке между словами и жестами более сложные понятия выражают обычно жестами. На го-

раздо более ранней стадии развития 75 процентов всего младенческого лепета сопровождается ритмичными движениями рук, тогда как лишь около 40 процентов ритмичных движений рук сопровождается лепетом. Эти цифры говорят о более ранней сравнительно со ртом независимости руки. Что еще важнее, младенцы начинают пользоваться коммуникативными жестами до того, как произносят первые слова. Такая ранняя жестикуляция включает в себя указывающие жесты и некоторые иконические жесты – например, взмахи руками в подражание птичьим крыльям. Принимая во внимание обсуждавшуюся связь между зеркальными нейронами и иконическими жестами, можно заключить, что использование иконических жестов в совсем раннем возрасте говорит в пользу гипотезы о ключевом значении зеркальных нейронов и для развития речи, и для ее эволюции.

Дети начинают соединять отдельное слово с жестом (например, говорить «дай», показывая при этом на яблоко) раньше, чем осваивают сочетания двух слов («дай яблоко»). Жесты лидируют, речь идет с некоторым отставанием. По времени появления сочетаний жеста и слова обычно можно предсказать, когда ребенок начнет пользоваться словосочетаниями. Продолжительные (лонгитюдные) наблюдения за детьми, поздно начинающими говорить, также показывают, что жесты идут впереди, а речь следом. Некоторые из таких детей («поздние цветы») потом наверстывают отставание, другие – нет (дети с истинной задержкой психического развития). Спрогнозировать будущее ребенка в этом отношении можно по количеству используемых им коммуникатив-

ных жестов. «Поздние цветы» делают их гораздо больше, чем дети с истинной задержкой развития⁴⁷.

В совокупности все эти факты говорят о том, что жесты предшествуют речи и что зеркальные нейроны, вероятно, являются главной категорией клеток мозга для развития и эволюции речи. Вместе с тем одним из определяющих признаков человеческой речи является синтаксис, который формирует из слов, входящих в предложение, некую иерархическую структуру. До сих пор мы обсуждали роль зеркальных нейронов в имитации сравнительно простых действий и в кодировании «намерений», но что можно сказать об их роли в кодировании иерархической структуры действий? Любые данные, подтверждающие такую роль, говорили бы в пользу участия этих клеток в формировании достаточно сложных аспектов человеческой речи.

Психолог развития Патрисия Гринфилд изучала моторные и речевые способности детей. Она заметила параллелизм в развитии навыков использования иерархических структур при ручной деятельности (направленной на игрушки и орудия) и вербальной коммуникации. Опираясь, кроме того, на результаты своих исследований шимпанзе и других человекообразных обезьян, она выдвинула – до открытия зеркальных нейронов! – гипотезу о ключевом значении поля Брока для эволюции и развития как ручной деятельности, так и речевой коммуникации. Патрисия – профессор на факультете психологии Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе, и, разумеется, мы с ней в конце концов поставили совместный эксперимент с нейровизуали-

зацией. Он касался роли областей человеческого мозга с зеркальными нейронами в кодировании действий при нарастании иерархической сложности их результатов.

Испытуемые в нашем эксперименте смотрели на экспериментатора, манипулирующего со стаканами и кольцами. В некоторых случаях последовательность его действий напоминала построение свободно играющими детьми все более сложных иерархических структур: например, стаканы разной величины вкладывались друг в друга в порядке уменьшения размера. В других случаях манипулятивные действия не создавали явных структур. Если зеркальные нейроны реагируют только на манипуляцию объектами, активность их при наблюдении за целенаправленными манипулятивными действиями, создающими иерархические структуры, и действиями, не создающими их, должна быть одинакова. Но если они откликаются и на построение иерархических структур в ходе наблюдаемых действий, они должны в этом случае разряжаться активнее. Наше исследование, которое снова выполнил Иштван Мольнар-Сакач, показало более высокую активность зеркальных нейронов при наблюдении за манипуляциями, приводящими к созданию иерархических структур⁴⁸. Этот результат важен не только тем, что он подтвердил теорию Патрисии Гринфилд, но прежде всего тем, что он показывает: зеркальные нейроны чувствительны к иерархической организации чужих действий. Если они могут кодировать иерархию, проявляющуюся в ручной деятельности, то они, возможно, способны также кодировать иерархию в других сферах – например, в речевой. Как мы увидим

ниже в этой главе, когда мы, люди, разговариваем, мы склонны имитировать синтаксические структуры друг друга. В свете наших экспериментов с нейровизуализацией, касающихся имитации, и только что описанных экспериментов, касающихся иерархии действий, напрашивается предположение, что именно зеркальные нейроны помогают нам в этой имитации синтаксиса.

ОТ СОСТАВЛЕНИЯ КАРТЫ МОЗГА К ЕГО «ВЫКЛЮЧЕНИЮ»

Вернемся к описанным в главе 2 экспериментам с нейровизуализацией, которые показали, что поле Брока активируется как при имитации чужих действий, так и при наблюдении за ними. Эти результаты были сочтены важными свидетельствами в пользу связи между зеркальными нейронами и речью, однако активация поля Брока при выполнении задания, непосредственно с речью не связанного, – это палка о двух концах. Не вызывается ли эта активация просто-напросто эффектом «внутренней речи»? Некоторые ученые указали на такую возможность. По существу, здесь мы сталкиваемся с классической проблемой нейровизуализации: это поразительная методика, но полученная с ее помощью информация носит лишь относительный характер. Испытуемые выполняют определенные задания, и мы смотрим, как в это время меняется характер деятельности их мозга. Однако мы не получаем информации о причинной роли наблюдаемых изменений. Приведу пример.

Допустим, вы находитесь в МРТ-сканере, и я прошу вас пошевелить каждым пальцем правой руки по очереди, от большого до мизинца. Вы совершаете эти действия, активируя моторную кору, и мой сканер фиксирует эту активацию. Возможно, однако, что, выполняя это простое двигательное задание, вы развлекаете себя, беззвучно называя пальцы, которыми шевелите. Тем самым вы активируете вдобавок речевые центры мозга, и мой сканер фиксирует эту активацию. Если я не располагаю предварительными знаниями об областях мозга и их специализации, я сделаю ошибочный вывод, что для шевеления пальцами правой руки важны две области мозга, тогда как на самом деле – только одна.

Хотя казалось маловероятным, что именно «внутренняя речь» создала в поле Брока как раз такую картину активности, какую мы прогнозировали для зеркальных нейронов (небольшой уровень активации при наблюдении за действием, более высокий ее уровень при собственном моторном действии, наивысший уровень при имитации), мы все же решили снять все сомнения, воспользовавшись транскраниальной магнитной стимуляцией (ТМС). Как мы видели в главе 2, ТМС происходит за счет того, что электрический ток в медной катушке у головы испытуемого создает переменное магнитное поле. Это поле, в свою очередь, индуцирует в области мозга, расположенной под катушкой, электрический ток, который мы называем ТМС-пульсацией. Быстрая серия этих ТМС-пульсаций вызывает временное нарушение деятельности данной области мозга – по существу, «выключает» мозг! Это может показаться пугающим, но на

самом деле опасности никакой. Это мощное средство исследования причинных связей между областями мозга и теми или иными функциями. У здоровых испытуемых ТМС поля Брока приводит к временной утрате дара речи. Планируя наш эксперимент, мы предсказывали, что ТМС поля Брока вызовет и потерю способности к имитации, чем будет подтверждена причинная связь между этой областью мозга и имитацией.

Чтобы выполнить этот эксперимент аккуратно и быть уверенными, что мы стимулируем именно поле Брока, мы использовали так называемую видеоуправляемую ТМС, позволяющую, не проникая под череп физически, точно видеть, какую область мозга мы стимулируем. Эта методика работает следующим образом. Сначала испытуемый обследуется с помощью МРТ. Затем картина его мозга передается в ТМС-лабораторию, где загружается в так называемую систему безрамочной стереотаксии, которая использует инфракрасную камеру для считывания объектов, помеченных специальной краской. В данном эксперименте эти «объекты» были размещены в определенных анатомических точках головы испытуемого – как правило, на левом и правом ухе, на кончике носа и на переносице. Инфракрасная камера определяет положение этих анатомических точек в трехмерном пространстве, и специальная компьютерная программа приводит в соответствие МРТ-картину. С этого момента реальная анатомия испытуемого согласована с виртуальной анатомией МРТ-образов. Без сомнения, это весьма изощренная методика – пожалуй, наиболее высокотехнологичная во всей современной нейронауке.

Благодаря системе стереотаксии мы могли перемещать магнитную катушку вдоль черепа испытуемого и видеть области мозга под ней на мониторе компьютера. Когда мы с помощью ТМС «выключали» поле Брока, испытуемые не могли хорошо имитировать движения пальцами. Когда мы «выключали» какую-либо другую область мозга, испытуемые легко имитировали эти движения. Мы были очень взволнованы этими результатами, но должны были провести контрольный эксперимент, чтобы убедиться, что нарушение имитации при «выключении» поля Брока носит специфический характер, что оно касается именно имитации, а не моторного поведения вообще. Для этого мы попросили наших испытуемых выполнить задания на моторику, включающие в себя точно такие же движения пальцами, как при имитации, но без имитации как таковой. Вновь «выключая» поле Брока, мы зафиксировали моторные нарушения только при имитационных заданиях. Итак, этот эксперимент с использованием ТМС продемонстрировал специфическое нарушение способности к подражанию, вызываемое временным «повреждением» поля Брока, подтверждая тем самым важность этой области мозга не только для речи, но и для имитации⁴⁹.

Тот факт, что крупная речевая зона человеческого мозга играет также ключевую роль в имитации и содержит зеркальные нейроны, заставляет по-новому взглянуть на проблему речи и познания в целом. К 1940-м годам, к примеру, в когнитологии утвердилось мнение, что действия человеческого ума, порождающие речь и высшие когнитивные функции, сходны с действиями

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

компьютера, оперирующего абстрактными символами по специфическим правилам и совершающего вычисления. Согласно этому взгляду, умственная деятельность в большой мере отделена от телесной, а тело – всего лишь выходное устройство для выполнения команд, порожденных умственными операциями с абстрактными символами. Представление о человеческом уме как о подобии компьютера преобладало в течение примерно полувека. Но сегодня все большую популярность приобретает иной взгляд, согласно которому наши умственные процессы формируются нашими телами и различными видами моторного опыта и опыта восприятия, приобретаемого благодаря их движению через окружающий мир и взаимодействию с ним. Этот подход в когнитологии обычно называется телесным (*embodied cognition*), а та ветвь теории, что специфически посвящена речи, получила название «телесная семантика». Открытие зеркальных нейронов дало сильные аргументы в пользу гипотезы о том, что познание и речь носят телесный характер.

ТЕПЛО НАШИХ ТЕЛ

Главная идея телесной семантики состоит в том, что лингвистические концепты строятся «снизу вверх» с использованием необходимых для их воплощения чувственно-двигательных представлений. Поясню это на примере. Когда мы разговариваем, мы часто пользуемся выражениями, включающими в себя обозначения действий и частей тела: поцелуй смерти, жить на

широкую ногу, ухватить смысл, подставить плечо, жить бок о бок... Список можно продолжать и продолжать. Согласно гипотезе телесной семантики, когда мы произносим, слышим или читаем такие выражения, мы активируем моторные зоны мозга, с которыми связаны действия, выполняемые этими частями тела. Когда вы читаете или произносите словосочетание «поцелуй смерти», ваш мозг активирует моторные клетки, которые активируются при настоящем поцелуе (будем надеяться, однако, что у вас не возникнет мысль о смерти, когда вы в следующий раз будете кого-нибудь целовать). Имеются убедительные эмпирические свидетельства (в основном, правда, не связанные с поцелуями), подтверждающие теоретические предсказания телесной семантики. Например, при чтении участником эксперимента фразы, где говорится о движении, направленном от тела (например, о задвигании ящика письменного стола), реальные движения его рук в сторону тела замедляются.

Взаимосвязь такого рода между движениями тела и лингвистическим материалом была детально исследована Артом Гленбергом и его коллегами из университета штата Висконсин в Мадисоне⁵⁰. Полученные ими результаты показывают, что концепты тесно связаны с биомеханикой человеческих тел. Судя по всему, это верно и в том случае, когда высокообразованные люди обсуждают чрезвычайно абстрактные научные построения. Элеанора Окс и ее коллеги из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе проанализировали с этой точки зрения научную дискуссию между специ-

алистами по физике высоких энергий. Окс и ее сотрудники ясно показывают, что даже ученые, стремящиеся понять новую гипотезу, облачают абстрактные явления в телесные лингвистические формы. Например, заведующий лабораторией, стараясь объяснить переходы вещества из одних магнитных состояний в другие при изменении температуры, делал рукой движения сверху вниз и говорил: «Когда я охлаждаюсь, я перехожу в доменное состояние»⁵¹. Таким образом, физик отождествил себя с обсуждаемым веществом и использовал собственную руку для описания температурных изменений.

Участвуют ли зеркальные нейроны в этой привязке нашего понимания лингвистического материала к нашим собственным телам и действиям? Первыми такое предположение выдвинули Витторио Галлезе и когнитолог Джордж Лакофф в статье, озаглавленной «Мозговые концепты»⁵². Лиза Азиз-заде, в прошлом одна из моих аспиранток в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе, а ныне преподавательница Южнокалифорнийского университета, тоже находящегося в этом городе, провела в моей лаборатории эксперимент с нейровизуализацией, специально направленный на проверку этой гипотезы. Лиза просила испытуемых читать словосочетания, описывающие движения рук и рта (например, «схватил банан», «откусил кусок персика»), и одновременно измеряла их мозговую активность. Затем она показывала им видеоклипы действий, выполняемых кистью руки (берется апельсин) и ртом (откусывается кусок яблока). При чтении словосочетаний и просмотре клипов у испытуемых активирова-

лись специфические области мозга, контролирующие, соответственно, кистевые движения и движения рта. В этих областях, разумеется, были зеркальные нейроны, отвечающие за движения кистей рук и рта, и они избирательно активировались не только при наблюдении за этими движениями, но и при чтении о них⁵³. Зеркальные нейроны, судя по всему, помогают нам понимать прочитанное, внутренне «симулируя» действие, о котором мы только что прочли. Полученные Лизой результаты означают, что при чтении романа наши зеркальные нейроны «симулируют» описанные в нем действия, как если бы мы совершали эти действия сами. Журнал Discover в январском номере за 2007 год назвал ее работу одним из шести самых ярких «научных сюжетов» 2006 года в области исследований ума и мозга. Сама Лиза говорит в этом номере, что наши речевые способности «существенно связаны с плотью».

Если это так, то роль зеркальных нейронов в человеческой речи состоит в том, что они способствуют переводу наших телесных движений из сферы личного опыта в сферу социального опыта, которая благодаря речи является общим достоянием людей. Теории эволюции речи и овладения речью всегда фокусировались на тех или иных вариантах многократной передачи навыков, связанных с речью или ее эволюционными предшественниками. Основная идея в вопросе об овладении речью заключается в том, что дети учатся у родителей и педагогов, а потом, когда вырастут, будут, в свой черед, учить собственных детей. То есть знания передаются в одну сторону. Сходным образом, в вопросе об эволю-

ции речи главная мысль позаимствована из генетики, в которой генетическое достояние поколения никак не влияет на генетическое достояние предыдущего поколения. Вновь односторонний поток информации. Сейчас, однако, знание о роли зеркальных нейронов в речи подталкивает нас к тому, чтобы взглянуть на речь и ее зарождение иными глазами. Чтобы лучше понять природу человеческой речи и процесс ее возникновения, мы должны научиться видеть согласованную деятельность взаимодействующих личностей – двусторонний поток информации.

ЧАТ - КОМНАТЫ

Представьте себе, что вы участвуете в разговоре – в каком угодно разговоре. Представили? А теперь вообразите, что участвуете в обмене монологами: сначала сами произносите речь, потом слушаете кого-то. Сравните две ситуации. Какая «проще»? В какой вы в большей степени будете чувствовать себя в своей тарелке? Для большинства людей произнести речь – непростая задача. Многим нелегко и следить за чужим выступлением: приходится привлекать все ресурсы внимания. Разговор, напротив, для большинства проблемы не составляет. И даже для тех, кто испытывает некоторые затруднения при беседах и социальном общении, монологи еще труднее. Почему это так? С точки зрения когнитивных требований к участникам монологов и разговоров весьма странно, что сложный обмен высказываниями в ходе

разговора оказывается проще, чем произнесение монолога. По логике вещей должно быть наоборот.

Рассмотрим вопрос о планировании высказывания. Речь можно спланировать от начала до конца, но разговор спланировать невозможно. Ведь неизвестно, что скажет собеседник. Наши возможности распознавания намерений, даже с помощью зеркальных нейронов, имеют свои пределы. Одно это должно было бы сделать произнесение речи для нас гораздо легче, чем разговор. С планированием связан и вопрос о времени. Тот, кто произносит монолог, может полностью контролировать темп речи. Он может ускорять его и замедлять, брать длинные паузы, делать все, что необходимо для усиления впечатления. Участник разговора, напротив, такой свободы не имеет. Обмен высказываниями – дело быстрое. Пауза между окончанием реплики одного собеседника и началом реплики другого длится примерно десятую долю секунды. Более длинная пауза может показаться участникам разговора невыносимо долгой. Так что и эта разница в возможностях временного контроля должна была бы делать монологи более легкими, чем разговоры.

И это еще не все. По крайней мере еще два важных добавочных фактора должны были бы упрощать монологи. Первый связан с типом высказываний. В монологах, как правило, используются полные и хорошо построенные предложения, тогда как реплики участников разговора почти всегда фрагментарны или не окончены, так что слушателю приходится догадками восполнять недостающую информацию. Второй фактор – «скоро-

стрельность», быстрое переключение с высказывания на слушание и обратно, что является весьма непростой когнитивной операцией.

По всем этим причинам разговор должен был бы представлять собой куда более трудное дело, чем монолог. Но на практике – ровно наоборот⁵⁴. Разговор легче монолога, и я полагаю, что объяснение связано с зеркальными нейронами и имитацией. В ходе разговора мы подражаем собеседнику, даже заимствуем у него синтаксические конструкции. Мы, кроме того, автоматически и интерактивно уславливаемся о значении некоторых слов, так что эти слова в контексте разговора приобретают очень определенные значения, отличные от словарных. Вот почему, подслушивая чью-то беседу, мы далеко не всегда способны уловить смысл⁵⁵. Почитайте текст чужого диалога в компьютерной чат-комнате: вполне вероятно, у вас возникнет ощущение полного непонимания, о чем идет речь. Вы можете подумать, что в этих виртуальных разговорах имитация роли не играет, потому что люди не видят друг друга. Однако мы можем имитировать и имитируем слова, синтаксические конструкции и т.п. Например, если один вместо слова «кушетка» будет говорить «софа», второй начнет делать то же самое.

При личной беседе возникают и другие формы имитации и интерактивного взаимного приспособления. Люди автоматически уславливаются о значениях и об очередности тех или иных действий; одновременные жесты, направления взглядов, повороты тела – все это очень важно для того, чтобы нам легче было понимать

смысл сказанного. Эти невербальные формы коммуникации легко образуют устойчивые модели. Хотя может показаться, что мы всегда смотрим собеседнику в глаза, детальный анализ заснятых на видео спонтанных разговоров показывает, что в начале чужой реплики слушатель редко глядит в глаза говорящему. Вскоре, однако, он начинает смотреть ему в глаза⁵⁶. В этот конкретный момент встречного взгляда говорящий часто начинает новую фразу, не закончив предыдущую. Глядя собеседнику прямо в глаза, слушатель словно бы говорит ему: «Продолжай, продолжай, сейчас твоя очередь, и я не буду тебя перебивать (в течение нескольких секунд...)».

Короче говоря, слова и действия участников разговора, как правило, в совокупности формируют скоординированную, совместную деятельность с общей целью, и этот диалог-танец дается нам легко и естественно. Но его особенности редко попадают в поле зрения традиционной лингвистики. И, что еще существеннее для нас, подобный танец – разновидность именно такого социального взаимодействия, какому способствуют зеркальные нейроны, обеспечивая имитацию.

Итак, всякий разговор – скоординированная деятельность с общей целью, в какой-то мере воссоздающая эволюцию нового языка. Тот факт, что в ходе беседы некоторые слова приобретают особые значения, устанавливаемые по взаимному молчаливому согласию, сам по себе показывает, как имитация и инновация совместными усилиями порождают коммуникативные возможности. Один из самых поразительных примеров, подтверждающих эту идею, – спонтанное возникнове-

ние высокоразвитого языка знаков у глухих никарагуанских школьников в конце 1970-х и в 1980-х. До тех пор глухие в Никарагуа жили в большой мере изолированно друг от друга и общались с друзьями и родными с помощью простых жестов и разнообразных доморощенных знаковых систем. Но после сандинистской революции возникли центры специального обучения для глухих детей. Сотни их были собраны в двух школах в районе Манагуа – критическая масса, как выяснилось. Общаясь в школьных дворах, в автобусах и на улицах, эти дети комбинировали жесты из своих индивидуальных систем, и со временем у них развился единый язык знаков. Поначалу это был сравнительно простой язык с простой грамматикой и малым числом синонимов – так называемый пиджин. Позднее младшие дети, обученные этому простому языку старшими, создали более утонченный, стабильный, развитый язык знаков с четкими значениями, ныне известный как *Idioma de Señas de Nicaragua* (никарагуанский язык знаков). Забавно, что школьный персонал не мог понять того, что дети общались знаками друг другу, и должен был полагаться в этом на внешнюю помощь со стороны Джуди Кегль – американского лингвиста, специалиста по американскому языку знаков⁵⁷.

Эта история о спонтанном возникновении языка известна по всему миру. Некоторые ученые интерпретировали это явление как свидетельство того, что люди «заточены» под усвоение языков⁵⁸. Зеркальные нейроны, я считаю, дают более простое объяснение: ведь они делают возможным автоматическое и глубокое понима-

ние (а также имитацию) движений рук и жестов других людей. Это главная отправная точка для создания не-большой системы жестов как основы сравнительно простого языка знаков. На этой основе благодаря взаимной имитации, облегчаемой зеркальными нейронами, не так уж трудно согласовать и более изощренную структуру – систему жестов, образующую развитый язык знаков. Ключевым фактором, сделавшим это возможным в Никарагуа, было непосредственное общение детей на протяжении дня. В такой ситуации зеркальные нейроны могут творить чудеса в полную силу.

Не я один отстаиваю эту гипотезу. Другие ученые тоже подчеркивали роль подражания в возникновении и усвоении речи. Психолог Майкл Томаселло заметил, что дети усваивают конкретные языковые конструкции посредством имитации и затем склонны держаться за эти выражения, употребляя их очень часто. Некоторые дети проходят стадию, когда они используют выражение «я думаю» в универсальном смысле «может быть». Эти дети практически никогда не употребляют это словосочетание в других формах – они не говорят ни «он думает», ни «я не думаю», ни «я думал», ни даже «я думаю, что». Многократное использование таких фиксированных словосочетаний ясно показывает, что осваивать язык детям помогает не грамматический инстинкт, а имитация. Позднее они начинают комбинировать эти фиксированные выражения и строить из них более сложные языковые конструкции⁵⁹.

Некоторые ученые исследовали возникновение коммуникации, проводя хорошо контролируемые ла-

бораторные эксперименты. Типичный способ изучения того, как люди «изобретают язык», – вовлечь испытуемых в игру с общей целью, например, в такую, когда два игрока пытаются обмениваться сообщениями о положении друг друга в лабиринте. В подобных ситуациях участники эксперимента активно изобретают новые значения существующих слов и быстро их усваивают; подражая, они словно творят некий «язык внутри языка». В одном из вариантов игры участникам нельзя даже беседовать друг с другом: они могут общаться лишь графически, рисуя линии. Иногда блокнот, который предоставляется участникам для этого графического разговора, перемещается по мере того, как они в нем рисуют, причем только вертикально, вынуждая их тем самым творить совершенно новые формы зрительной коммуникации. И даже в этих случаях испытуемые способны общаться, координируя действия друг друга посредством взаимной имитации⁶⁰.

Эти соображения подводят нас к очевидному вопросу: если имитация – ключевой фактор в овладении речью и даже в ее зарождении, то, может быть, нейронные механизмы зеркального копирования проявляют себя не только при совершении телесных действий (это мы о них уже знаем, в частности, знаем об их роли в развитии языков знаков), но и при произнесении речевых звуков? Ведь способ, каким ребенок овладевает речью, с самого начала и главным образом основан на голосовой форме общения. Последний раздел настоящей главы посвящен именно этому вопросу.

ЗЕРКАЛЬНОЕ КОПИРОВАНИЕ РЕЧИ
И ДРУГИХ ЗВУКОВ

Когда обезьяна слышит звуки, ассоциирующиеся с определенными действиями, – например, треск разламываемой скорлупы арахиса, – ее зеркальные нейроны разряжаются. Это мы уже знаем из первой главы. Есть ли какие-либо данные о том, что зеркальные нейроны человека ведут себя так же? Еще будучи аспиранткой у меня в лаборатории, Лиза Азиз-заде использовала ТМС для измерения возбудимости моторных клеток человеческого мозга в то время, когда бездействующие испытуемые слушали различные звуки. Как и предполагалось, она выяснила, что моторная возбудимость у испытуемых при звуках действий (например, когда они слышали, как рвут бумагу или печатают на клавиатуре) была выше, чем при звуках другого рода – например, при раскатах грома. Более того, повышенная возбудимость была ограничена мышцами, участвующими в движении, которое порождало звуки. Когда испытуемый слышал звук разрывающейся бумаги, кистевые мышцы рук были более возбудимы, чем мышцы ступней. Это было то же самое явление «моторного резонанса», что продемонстрировал Лучано Фадига в эксперименте с наблюдением за действиями, который я описал в главе 2. Исследование с нейровизуализацией, проведенное в Нидерландах Кристианом Кейзерсом, также вполне предсказуемо выявило активацию мозговых областей с зеркальными нейронами в те отрезки времени, когда испытуемые слушали звуки действий⁶¹.

Хотя результаты этих экспериментов ясно подтверждают связь между зеркальными нейронами человека и звуками, они ничего не говорят о том, облегчается ли каким-либо нейронным зеркальным механизмом восприятие звуков речи как таковых. Между тем одно известное свойство восприятия речи, установленное на поведенческом уровне, – так называемый эффект Макгерка, – наводит на мысль о таком механизме. Когда испытуемые слушают через громкоговоритель отдельные слоги – например, «ба» – и одновременно смотрят видеозапись, где человек шевелит губами, словно бы говоря «га», воспринимаемый слог будет ни «ба», ни «га». Испытуемые услышат слог «да», которого не было ни в аудио-, ни в видеозаписи⁶². Эффект Макгерка показывает, что при одном лишь наблюдении за движущимися губами говорящего у нас в мозгу возникают предполагаемые звуки его речи; если мы в то же время слышим что-то иное, одни звуки смешиваются с другими и формируют третьи, которых мы и не слышали, и не «видели».

Несколько лет назад в лаборатории Хаскинса Йельского университета Элвин Либерман и его коллеги пытались разработать устройства, преобразующие текст в звучащие слова, чтобы ветераны войны, потерявшие зрение, могли «читать» книги и газеты. К своему замешательству, Либерман и его сотрудники обнаружили, что восприятие ветеранами той «речи», которую генерировали устройства, оказалось невыносимо заторможенным, оно было гораздо медленнее, чем даже восприятие искаженной человеческой речи. Это обстоятельство побудило йельскую группу выдвинуть теорию восприятия

речи, согласно которой услышанные речевые звуки интерпретируются не столько как звуки, сколько как «артикуляционные жесты» – то есть как предполагаемые моторные планы, необходимые для их произнесения⁶³. Эта моторная теория восприятия речи основана на предположении, что наш мозг для восприятия чужого высказывания побуждает нас самих «симулировать» речь!

Сразу после открытия пармской группой зеркальных нейронов Джакомо Ридзолатти сказал Лучано Фадиге, что свойства этих нейронов напоминают ему о моторной теории восприятия речи Элвина Либермана. Это замечание побудило Фадигу использовать ТМС для проверки моторной теории Либермана. В этом эксперименте, в то время как испытуемые слушали через наушники определенные слова, Фадига и его сотрудники стимулировали у них область моторной коры, которая контролирует мышцы языка, и регистрировали подергивания этих мышц, вызванные стимуляцией. Они использовали два основных типа слов. Слова первого типа требовали при произнесении энергичных движений языка (двойное «р», как в итальянском слове terra, что значит «земля»). Слова второго типа требовали лишь (двойное «ф», как в baffo, что по-итальянски означает «усы»). Моторная теория восприятия речи предсказывает, что у испытуемого, который слушает слова, требующие энергичных движений языка, стимуляция соответствующей области моторной коры должна вызывать более сильные мышечные сокращения в языке, чем когда он слушает слова, требующие лишь небольших усилий. Результаты эксперимента это подтвердили⁶⁴. Аналогично более ран-

ним опытам Фадиги, касающимся моторного резонанса при хватательных действиях, эксперимент показал, что, слушая чужую речь, люди зеркально копируют эту речь своими языками.

Вслед за этой работой Стивен Уилсон, в то время аспирант в моей лаборатории, использовал ФМРТ для исследования активации мозга у испытуемых при проговаривании последовательностей слогов и при слушании через наушники тех же слогов, произносимых другими людьми. У каждого из испытуемых при слушании активировалась та же речевая моторная область мозга, что и при произнесении слогов⁶⁵. Таким образом, и результаты Фадиги, и результаты Уилсона ясно показывают, что, когда мы слушаем других, наши речевые моторные области мозга активируются так же, как если бы мы говорили сами. Но необходима ли эта речевая активация зеркальных нейронов для понимания чужой речи? Немецкий невролог Инго Майстер, который провел год в моей лаборатории, изучая связи между системой зеркальных нейронов и речью, поставил ТМС-эксперимент, чтобы ответить на этот вопрос. К головам испытуемых, как обычно, приближали магнитную катушку, чтобы временно подавлять мозговую деятельность в речевой моторной области, идентифицированной Стивеном Уилсоном. Частично «выведенные из строя» таким образом, смогут ли испытуемые, несмотря на это, понимать чужую речь? Инго, как и все мы, предполагал, что ответ будет отрицательным, – и не ошибся. Когда ТМС-пульсация нарушала у испытуемых работу речевых моторных областей, их способность к восприятию

звучащей речи также снижалась⁶⁶. Зеркальное копирование чужой речи необходимо для ее понимания.

Эти исследования открыли новое обширное поле для экспериментов в области нейронного зеркального копирования звуков голоса. Один недавний эксперимент, в частности, показал, что, когда мы слышим звуки, выражающие удовольствие и торжество, – например, смех и радостные возгласы, – у нас активируются моторные области мозга, управляющие улыбкой⁶⁷. Этот результат наводит на мысль о зеркальном механизме сопереживания положительных эмоций, выражаемых голосом. Такой механизм, как представляется, очень важен для сплочения социальных групп. И отсюда автоматически вырастает следующий вопрос, встающий перед исследователями: какова роль зеркальных нейронов в различных формах эмпатии, присущих человеческому поведению?

4

Взгляни на меня, притронься ко мне

Когда мы видим, что некто вот-вот получит удар по ноге или руке, мы естественным образом отшатываемся и убираем свою собственную ногу или руку; в сам же миг удара мы чувствуем его в известной мере, испытывая боль вместе с пострадавшим.

АДАМ СМИТ (1759 г.)⁶⁸

ЗИНЕДИН ЗИДАН БЬЕТ ГОЛОВОЙ

Я в Италии. Стоит начало августа 2006 года, и месяц назад сборная Италии стала чемпионом мира по футболу, победив в финале Францию по пенальти, назначенному после того, как игровое время принесло ничью 1:1. Ключевым эпизодом, предопределившим три-

умф итальянцев, стало неожиданное удаление Зинедина Зидана, французского игрока мирового класса, всего за несколько минут до конца дополнительного времени, предшествовавшего серии пенальти. Причиной стал его жестокий удар головой в грудь итальянского футболиста Марко Матерацци – безрассудный поступок, который видели в прямом эфире более миллиарда человек. Зидан был в числе французских пенальтистов и уже забил в этом матче одиннадцатиметровый, позволивший французам повести в счете. В итоге серия послематчевых пенальти осталась за итальянцами, поскольку один из французских игроков промахнулся. Широко распространено мнение, что преждевременный уход с поля Зидана стал решающим фактором для результата матча.

И вот, месяц спустя, я участвую в типичном итальянском званом обеде. В доме моего дяди на берегу моря в Сан-Феличе-Чирчео – городке примерно в шестидесяти милях к югу от Рима – собралось множество родственников (я много лет живу в Лос-Анджелесе, и всякий раз, когда ненадолго приезжаю в Италию, появляется хороший повод для семейного праздника). Незадолго до начала обеда один из моих свойственников, переключая телеканалы, вдруг натывается на повтор футбольного финала. Он сообщает мне, что по крайней мере раз в неделю один или другой канал показывает полную запись матча, и это меня не удивляет. В прошлый раз Италия выиграла мировой кубок двадцать четыре года назад. Итальянцам хочется снова и снова переживать каждую секунду своего триумфа: ведь кто знает, когда он повторится в следующий раз? Пере-

смотря матч, я точно знаю, что должно произойти. И тем не менее, когда Зидан бьет головой Матерацци, я испытываю сильные эмоции. Я морщусь от боли, которую чувствует Матерацци. Прочтите еще раз цитату из Адама Смита в начале этой главы: два с половиной столетия назад он очень верно описал это явление. Меня тоже охватывает гнев на Зидана за его агрессивный выпад. Несколько минут спустя я вижу, как французский игрок Трезеге промахивается, выполняя пенальти. Мяч попадает в штангу и отскакивает. Эта ошибка подарила итальянской команде Кубок мира.

Я пишу обо всем этом здесь вот почему: глядя на удар головой Зидана, я испытываю прежние эмоции, которые были у меня при первом просмотре игры, почти с той же силой, однако я не переживаю никаких чувств в момент неудачного пенальти, хотя для конечного итога этот момент, наверно, был куда более важен. Почему только удар головой Зидана вызывает у меня сильную эмоциональную реакцию месяц спустя? Когда это происходит, я вижу физическое столкновение головы одного человека с грудью другого и лица обоих, выражающие бурю эмоций. У меня возникает непосредственное, автоматическое понимание того, что чувствуют эти двое. А когда мяч отскакивает от штанги, для меня это лишь взаимодействие двух неодушевленных предметов. Если рассуждать теоретически, неудачный пенальти имел большее значение, но мой мозг не волнует теории. Его волнует то, что он видит, и тем, что он видит, определяется то, что я чувствую.

Самым правдоподобным объяснением моей эмпатии к эмоциям участников этого эпизода я считаю наличие

у меня в мозгу некоего нейронного зеркального механизма. Мои друзья в пармской лаборатории Джакомо Ридзоллатти с этим согласны; в частности, Витторио Галлезе первым предположил, что зеркальные нейроны играют роль и в понимании чужих эмоций, и в эмпатии к ним. Галлезе, чьему интересу к философии пармская группа обязана знакомством с важными работами феноменолога Мориса Мерло-Понти, обратил, кроме того, внимание на новаторский труд об эмпатии немецкого психолога Теодора Липпса, опубликованный в начале XX века, – на труд. В этой книге ретроспективно можно увидеть прямые указания на роль зеркальных нейронов. Слово *empathy* (эмпатия) вошло в английский язык как перевод немецкого слова *Einfühlung* («в-чувствование»), с помощью которого Липпс описывал воздействие произведения искусства на зрителя. Позднее он распространил это понятие на взаимодействие между людьми: он интерпретировал наше восприятие чужих движений как особую форму внутренней имитации. Для иллюстрации он привел пример канатоходца, идущего по проволоке высоко над ареной цирка. Глядя на него, пишет Липпс, мы чувствуем себя так, будто находимся у него внутри. Феноменологическое описание наблюдения за канатоходцем, данное Липпсом, до ужаса точно предвосхитило картину активности зеркальных нейронов, которые разряжаются и при нашем собственном хватательном движении, и при наблюдении за чужим подобным движением, как если бы мы находились внутри другого человека⁶⁹.

Эмпатия играет фундаментальную роль в нашей социальной жизни. Она позволяет нам делиться эмоциями

и опытом, иметь общие нужды и цели. Неудивительно, что имеется много эмпирических свидетельств о тесной связи между зеркальными нейронами (или нейронным зеркальным копированием в некой общей форме) и эмпатией. Эти свидетельства были собраны с использованием различных методик нейронауки, от нейровизуализации до обследования пациентов с повреждениями мозга вплоть до считывания данных с глубинных электродов, имплантированных в мозг нейрохирургических пациентов. Но прежде чем приступить к обсуждению подробностей этих работ, я хотел бы сообщить о результатах ряда аккуратных исследований человеческого поведения, выполненных социальными психологами. Это были самые первые научные данные о связи между зеркальным копированием и эмпатией.

ЛЮДИ ИЛИ ХАМЕЛЕОНЫ?

Иногда люди действительно представляются мне хамелеонами, и я не первый, кому пришло в голову это сравнение. Мы наделены инстинктом имитации друг друга – взаимной координации телесных движений, поступков, даже манеры разговаривать. Мы видели это в предыдущих главах. Такое явление изучалось самыми разными способами – от хитроумных экспериментов до кропотливых наблюдений за человеческим поведением. Как пишут Элейн Хэтфилд, Джон Качиоппо и Ричард Л. Рапсон в своей замечательной книге «Эмоциональное заражение», «люди в очень многих ситуациях ими-

тируют чужой смех, улыбку, заикание, проявления боли, любви, замешательства, дискомфорта, отвращения, то, как человек с усилием до чего-либо дотягивается, и т.п. Такая мимикрия... представляет собой коммуникативный акт, с помощью которого одно лицо передает другому быстрое и точное невербальное сообщение»⁷⁰.

Эта быстрая и точная невербальная координация, которой мы широко пользуемся, часто имеет эмоциональную составляющую, как, например, в сделанных Фрэнком Бернбери видеозаписях того, как молодые супруги обучают друг друга выдуманному слову. Он обнаружил, что пары с лучшей моторной координацией отличаются и самым высоким уровнем эмоциональной близости. Исследование влияния теплоты интервьюера на реакцию интервьюируемого показало, что проявления такой теплоты (наклон тела вперед, улыбки, кивки) побуждают интервьюируемых к таким же действиям. Подобная моторная мимикрия, судя по всему, не только играет коммуникативную роль, но и сопутствует восприятию как таковому. Это показали выполненные Ульфом Димбергом измерения активности лицевых мышц испытуемых, которые смотрели на веселые или сердитые лица. При взгляде на веселое лицо увеличивалась активность в мышцах щек, которые мы сокращаем при улыбке; при взгляде на сердитое активизировались мышцы лба, приходящие в движение, когда мы хмуримся⁷¹. Причем, заметьте, в этом эксперименте не было никакого личного общения: испытуемым показывали картинки. В чем же заключалась роль мимикрии в этой ситуации? Ответ дает исследование, проведенное под

руководством американского социального психолога Пола Ниденталь, которая живет и работает во Франции. Участники эксперимента, разбитые на две группы, должны были улавливать изменения в выражениях лица других людей. Тонкость заключалась в том, что испытуемые из одной группы не могли свободно пользоваться своей собственной лицевой мускулатурой, поскольку каждый из них зажимал между зубами карандаш. Попробуйте сами. Карандаш резко ограничивает способность улыбаться, хмуриться и делать со своим лицом все, что обычно. Помимо прочего, карандаш ограничивает и способность к мимикрии. Неудивительно поэтому, что испытуемые, державшие его в зубах, гораздо хуже распознавали эмоциональные перемены в чужих лицах, чем те участники, которые свободно могли имитировать наблюдаемые выражения⁷². Имитация других – не только форма невербальной коммуникации; прежде всего она помогает нам воспринимать выражения чужих лиц (и, следовательно, чужие эмоции).

Кажется, что это противоречит интуиции. Не следовало ли ожидать, что для имитации мы сначала должны были бы распознать эмоциональное выражение лица другого? Да, конечно, – но только если мы предполагаем, что сознательное, эксплицитное распознавание должно непременно предшествовать имитации. Единственным доказательством этого является лишь обветшалая теория; существование зеркальных нейронов подталкивает к альтернативному ходу мысли – к идее, что имитация на самом деле предшествует и помогает распознаванию. Я считаю, что происходит именно это: зеркальные ней-

роны обеспечивают нерелексивную, автоматическую «симуляцию» (или «внутреннюю имитацию», как я иногда говорю в этой книге) чужих выражений лица, и этот «симулятивный» процесс не требует эксплицитного, сознательного распознавания выражения, подлежащего имитации. Одновременно зеркальные нейроны посылают сигналы в центры эмоций, расположенные в лимбической системе мозга. Нейронная активность в лимбической системе, вызванная этими сигналами от зеркальных нейронов, позволяет нам испытывать эмоции, связанные с наблюдаемыми выражениями лица (радость связана с улыбкой, печаль – с нахмуренными бровями). И лишь после того, как мы испытаем эти эмоции внутренне, мы сможем эксплицитно их распознать. Когда испытуемый держит в зубах карандаш, необходимая для этого моторная активность вступает в конфликт с моторной активностью зеркальных нейронов, которые должны имитировать наблюдаемые выражения лица. Последующий каскад нейронных активаций, который мог бы привести к эксплицитному распознаванию эмоции, также оказывается заблокирован.

Если эта гипотеза о том, как мимикрия способствует распознаванию эмоций, верна, отсюда следует, что хорошие имитаторы должны также прекрасно распознавать эмоции и быть щедро наделены даром эмпатии. И если это так, то должна наблюдаться связь между склонностью к имитации других и способностью испытывать к ним эмпатию. Проверке именно этой гипотезы было посвящено исследование, проведенное социальными психологами Таней Шартран и Джоном Баргом⁷³. В их

первом эксперименте испытуемого просили выбрать ряд снимков из набора фотографий. В той же комнате сидел помощник экспериментаторов, притворяющийся еще одним испытуемым («конфедерат» на жаргоне экспериментаторов). Испытуемому говорили, что исследователям нужны фотографии для психологического теста и что они хотят знать, какие снимки он считает более стимулирующими. На самом же деле, пока испытуемый выбирал снимки, конфедерат вполне осознанно предавался одному из двух занятий: либо потирал лицо, либо качал ногой. Участников эксперимента снимали на видео, и их моторное поведение регистрировалось. Анализируя видеозаписи, Шартран и Барг обнаружили, что испытуемые бессознательно имитировали поведение соседа по комнате – конфедерата. Те, кто сидел в одной комнате с конфедератом, потирающим лицо, чаще потирали свои собственные лица, чем те, чьим соседом был конфедерат, качающий ногой. И наоборот.

Во втором эксперименте Шартран и Барг проверили гипотезу, что «хамелеонское» поведение способствует тому, чтобы люди понравились друг другу. Вновь участников просили выбирать фотоснимки в присутствии конфедерата, притворяющегося другим испытуемым. На этот раз фальшивое задание, прикрывавшее подлинную цель эксперимента, состояло в том, чтобы испытуемый и конфедерат по очереди описывали увиденное ими на различных фотографиях. И все время конфедерат либо имитировал спонтанные позы, движения и повадки испытуемого, либо находился в нейтральной позе. По окончании этих бесед испытуемых просили за-

ВЗГЛЯНИ НА МЕНЯ, ПРИТРОНЬСЯ КО МНЕ

полнить анкету с вопросами о том, как им понравился другой участник эксперимента (то есть конфедерат) и насколько гладко, по их мнению, прошел разговор с ним. Я думаю, вы уже понимаете, каковы были результаты: участникам, которых конфедерат имитировал, он понравился гораздо больше, чем участникам, которых он не имитировал. Кроме того, те из испытуемых, кому подражали, оценили гладкость общения выше, чем те, с кем общались в нейтральной позе. Эксперимент ясно показывает, что имитация и расположение к человеку часто идут рука об руку. Когда кто-то нас имитирует, это располагает нас к нему. Не в этом ли причина нашей во многом автоматической склонности к подражанию друг другу? Я думаю, что в этом.

В своем последнем и самом важном эксперименте Шартран и Барг проверяли гипотезу о том, что чем больше в тебе «хамелеонства», тем сильнее тебя занимают чувства других людей – то есть тем больше в тебе эмпатии. Обстановка этого, третьего по счету, эксперимента была такой же, как обстановка первого: конфедерат либо потирал лицо, либо качал ногой. Новым было то, что испытуемые теперь заполняли анкету с вопросами, по ответам на которые можно было судить об их эмпатических склонностях. Шартран и Барг выявили отчетливую корреляцию между степенью выраженности имитационного поведения у испытуемого и его склонностью к эмпатии. Чем больше человек имитировал потирание лица или качание ногой, тем более он оказывался способен к сопереживанию. Такой результат означает, что благодаря имитации и мимикрии мы способны чувствовать то, что

чувствуют другие люди. А это, в свой черед, делает нас отзывчивыми к их эмоциональному состоянию.

Это были продуманные, хорошо организованные, убедительные исследования, и, помимо них, было много других. Полное обсуждение всех поведенческих данных, указывающих на тесную связь между имитацией и эмпатией, потребовало бы отдельной книги, однако я хотел бы упомянуть о двух обстоятельствах, лежащих, можно сказать, на противоположных концах шкалы. С одной стороны, мы знаем, что супруги, прожившие вместе четверть века, более похожи друг на друга лицом, чем в начале брака. Этот эффект также коррелирует с качеством супружеских отношений: чем оно выше, тем выше лицевое сходство. Удивляться тут, в общем-то, нечему. Любовь, участие, общность судьбы и совместная жизнь делают людей все более и более похожими. Один становится для другого вторым «я». Однако, по выражению Джонатана Коула, британского нейропсихолога, исследующего субъективные эффекты лицевых различий, человек может столкнуться с «последствиями потери лица». Среди его пациентов, страдающих синдромом Мебиуса (врожденной невозможностью сокращения лицевых мышц), наблюдается снижение не только способности к выражению собственных эмоций, но и умения распознавать чужие. Один пациент сказал об этом так: «Лицо другого человека требует от меня, чтобы я откликнулся, вступил во взаимоотношения, но я не могу полностью контролировать эти взаимоотношения». Наш именитый друг Морис Мерло-Понти писал: «Я живу в мимике другого человека и чувствую

ВЗГЛЯНИ НА МЕНЯ, ПРИТРОНЬСЯ КО МНЕ

при этом, что он живет в моей мимике». Увы, пациенты Коула не могут жить так, потому что сами не способны к мимике. Этот дефект, из которого вытекает невозможность зеркального воспроизведения чужих выражений лица, пагубно влияет на все разновидности эмоционального взаимодействия и исключает глубоко прочувствованное понимание эмоций другого человека⁷⁴.

Итак, свидетельств о связи между нейронными системами, ответственными за имитацию (зеркальные нейроны) и за эмоции (лимбическая система), вполне достаточно. Но это совершенно разные области мозга. Как они сообщаются? Где проходит нейронная тропа?

ЭМПАТИЧЕСКИЕ ЗЕРКАЛА

Черты лица даны человеку как средство, с помощью которого он должен выразить свои эмоции.

СЭР АРТУР КОНАН ДОЙЛ

Честно говоря, вопрос о том, как области мозга с зеркальными нейронами связаны с лимбическими областями, ответственными за эмоции, поставил передо мной осенью 2000 года один студент, участник семинара по имитации и зеркальным нейронам. В своем выступлении я высказал гипотезу о связи между зеркальными нейронами и способностью к эмпатии. (Эта связь тогда еще рассматривалась как гипотетическая. Мы только начинали накапливать эмпирические данные.) Когда я закончил, студент спросил меня, известно ли мне

в свете этой гипотетической роли зеркальных нейронов в нашем понимании чужих эмоций о каких-либо анатомических связях между системой зеркальных нейронов и лимбической системой. Мой жалкий ответ на этот блестящий вопрос сводился к тому, что я, в общем-то, понятия не имею и, безусловно, должен поискать такую связь. (Кстати, этот эпизод хорошо объясняет, почему я люблю вести семинары. Студенты – и коллеги, разумеется, – часто подают мне хорошие идеи и побуждают меня бросить свежий взгляд на то, в чем я, как мне казалось, уже разобрался.)

Пытаясь понять, как различные области мозга «разговаривают» друг с другом, лучше всего начать с анатомии этого органа. Базовый факт мозговой анатомии состоит в том, что для передачи информации клетки мозга должны быть каким-то образом связаны. В некотором смысле, конечно, любая клетка соединена с любой другой клеткой, как самый крохотный городок огромной страны – Соединенных Штатов – соединен с любым другим городком системой дорог. В принципе от всякого А можно добраться до всякого Я, хотя порой и довольно хитрым путем. То же самое с мозгом, но только теоретически, потому что сложность лабиринта при переходе от американской или любой другой системы сообщения к связям в мозгу экспоненциально (фактически – бесконечно) возрастает. Чтобы одна зона мозга «разговаривала» с другой, нужна более или менее магистральная дорога – «межштатная автострада», если угодно. Ее-то путь мне и надо было отыскать, и, когда я наконец нашел время, чтобы исследовать этот вопрос,

я обнаружил всего только одну зону мозга, имеющую хорошо документированные анатомические связи как с зеркально-нейронными, так и с лимбическими областями⁷⁵. Эта зона называется «островок». По очертаниям она, возможно, и напоминает остров (по крайней мере, напомнила кому-то в те времена, когда области мозга получали названия), но в других отношениях это не очень удачное название. Функционально это никакой не островок: область отличается развитой системой анатомических связей со многими другими отделами мозга. Осознание роли островка чрезвычайно меня взволновало. Я наконец нащупал анатомическую «дорогу», соединяющую зеркально-нейронные и лимбические области, «дорогу», существование которой могло подтвердить мою гипотезу о том, что мы понимаем эмоции других людей с помощью наших собственных зеркальных нейронов, активирующихся при виде чьего-либо улыбающегося или нахмуренного лица.

Затем, однако, я несколько отрезвел. Наличие анатомических связей – хорошая предпосылка для того, чтобы две зоны мозга «разговаривали» друг с другом. Однако анатомия ничего не сообщает нам о том, какого рода «разговор» между ними идет. Необходим был эксперимент с нейровизуализацией, способный подтвердить мою гипотезу. Имея в виду связь между имитацией и системой зеркальных нейронов у людей, обсуждавшуюся в главе 2, и большое количество поведенческих данных об имитации и эмпатии, о которых шла речь выше в настоящей главе, я решил исследовать мозговую активность здоровых добровольцев при разглядывании

изображений человеческих лиц, выражающих такие базовые эмоции, как страх, печаль, гнев, радость, удивление и отвращение, или при имитации этих изображений. Идея была довольно проста: если действительно зеркальные нейроны сообщаются с «эмоциональными» областями мозга внутри лимбической системы через посредство островка, то технология ФМРТ должна показать одновременную активацию всех трех зон – зеркальных нейронов, лимбической системы и островка, – при простом взгляде испытуемого на лицо, выражающее эмоцию. Кроме того, если зеркальные нейроны и правда посылают такие сигналы, мы должны увидеть бóльшую мозговую активность у тех испытуемых, которые не только смотрят на лицо, но и имитируют его выражение. Это увеличение должно наблюдаться не только в зеркально-нейронных областях, но и в островке и в лимбических областях, потому что добавочная активация зеркально-нейронных областей должна распространяться на другие зоны, которые получают сигналы от зеркальных нейронов. Это существенный момент: во время имитации активность, возникающая в областях с зеркальными нейронами, должна распространяться.

Такова была наша гипотеза, и результаты подтвердили оба моих предположения. И зеркально-нейронные области, и островок, и те области в лимбической системе, благодаря которым мы переживаем эмоции, в особенности так называемое миндалевидное тело – лимбическая структура, – интенсивно реагирующее на лица, – активировались при разглядывании лиц, причем особенно сильно у тех испытуемых, кто еще и ими-

ВЗГЛЯНИ НА МЕНЯ, ПРИТРОНЬСЯ КО МНЕ

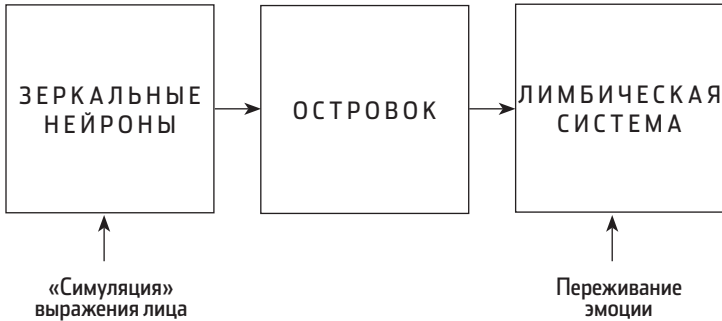


Рис. 2. Нейронные механизмы эмпатии. Зеркальные нейроны обеспечивают внутреннюю имитацию, или «симуляцию», наблюдаемого выражения лица. Они посылают сигналы через островок в лимбическую систему, благодаря которой мы переживаем наблюдаемую эмоцию

тировал увиденное. Эти результаты недвусмысленно подтвердили идею, что области с зеркальными нейронами помогают нам понимать эмоции других людей благодаря некоей внутренней имитации. Согласно этой зеркально-нейронной гипотезе об эмпатии, наши зеркальные нейроны разряжаются при виде человека, выражающего свои эмоции, как если бы эти эмоции выразились на нашем собственном лице. В результате этой разрядки нейроны, помимо прочего, посылают сигналы в мозговые центры эмоций, находящиеся в лимбической системе, чтобы мы почувствовали то же, что переживает другой человек.

В знаменитом рассказе «Похищенное письмо» Эдгар Аллан По вкладывает в уста главного героя Огюста Дюпена такие слова: «Когда я хочу узнать, насколько умен, или глуп, или добр, или зол вот этот мальчик или о чем

он сейчас думает, я стараюсь придать своему лицу точно такое же выражение, которое вижу на его лице, а потом жду, чтобы узнать, какие мысли или чувства возникнут у меня в соответствии с этим выражением»*. Какая замечательная прозорливость! По не мог избрать лучшего способа проникнуть во внутреннюю жизнь своих персонажей. Впрочем, не он один. В научной литературе об эмоциях теория о том, что мимика помогает приобретать эмоциональный опыт («гипотеза о лицевой обратной связи»), имеет давнюю историю. В числе первых, кто затронул эту тему, были Чарльз Дарвин и Уильям Джеймс (хотя По опередил обоих на несколько десятилетий). Дарвин пишет: «Свободное выражение эмоции посредством наружных знаков усиливает ее. Напротив, подавление, насколько это возможно, всех наружных знаков ослабляет наши эмоции». По словам Джеймса, это явление означает, что «наша внутренняя жизнь сплетена с нашей телесной оболочкой в точнейшем смысле этого слова»⁷⁶.

Гипотеза о лицевой обратной связи подтверждается множеством эмпирических данных и, кроме того, отлично согласуется с результатами наших исследований зеркальных нейронов. Разряжаясь так, словно мы выражаем своим собственным лицом то, что только видим, эти нейроны предоставляют механизм для «симулированной» лицевой обратной связи. Этот «симуляционный» процесс не связан с какими-либо сознательными усилиями, со старанием «войти в положение» другого че-

* Перевод И. Гуровой.

ВЗГЛЯНИ НА МЕНЯ, ПРИТРОНЬСЯ КО МНЕ

ловека. Он происходит без усилий, автоматически, как бессознательное внутреннее зеркальное копирование.

Мы опубликовали статью о результатах нашего эксперимента в журнале *Proceedings of the National Academy of Sciences*⁷⁷. Статья широко обсуждалась в СМИ, о ней упомянули даже два крупных телеканала. Чтобы привлечь внимание читателей, некоторые газеты и журналы использовали знаменитую фразу, которую произнес бывший президент Билл Клинтон во время предвыборной кампании, общаясь с демонстрантами, больными СПИДом: «Я чувствую вашу боль». (Он переборщил. Недоброжелатели Клинтона и все комики страны не один год немилосердно обыгрывали это высказывание на все лады.) Безусловно, наш эксперимент не был специфически посвящен тому, что происходит, когда мы видим чужую боль. Однако в ряде последующих экспериментов изучалось сопереживание такого рода.

Я ЧУВСТВУЮ ВАШУ БОЛЬ

Так сложилось, что популярный способ лечения хронических депрессий, обсессивно-компульсивных расстройств и некоторых других психических заболеваний предполагает удаление поясной коры – участка неокортекса, тесно связанного с премоторной корой. Перед процедурой и, конечно же, с разрешения пациента нейрохирурги порой имеют возможность использовать электроды, имплантированные в мозг с хирургическими целями, для исследования мозговой активности на

клеточном уровне. (По этическим причинам классические эксперименты на уровне одной клетки, подобные экспериментам на макаках, на людях ставить нельзя – за редкими исключениями. Нейрохирургия в указанном случае – одно из показаний для этого. Вероятно, самую многочисленную группу исключений составляют эпилептики, как мы увидим в главе 7.) Само собой, положение электродов в мозгу таких пациентов определяется только лечебными соображениями, а вовсе не любопытством ученых. Тем не менее при содействии пациентов порой удается получить уникальную и чрезвычайно ценную информацию.

Многие функции организма сопряжены с активностью в поясной коре. Одна из них – реакция на болевое раздражение. Уильям Хатчисон и его коллеги в университете Торонто исследовали некоторые клетки в поясной коре человеческого мозга, которые избирательно реагировали на болевое раздражение пациента (в данном случае – на уколы иглами). Ученые также обнаружили, что одна из этих клеток реагировала на зрительное восприятие уколов, которым подвергался другой человек (иглами здесь воздействовали на пальцы исследователя)⁷⁸. Поведение этой клетки похоже на поведение зеркальных нейронов – правда, в отличие от зеркальных нейронов, о которых я говорил до сих пор, клетка Хатчисона, судя по всему, специализировалась на «обработке» боли. Зеркальные нейроны, как правило, разряжаются в связи с действиями, а не с болью как таковой. То есть они прежде всего являются моторными нейронами (хотя

явно обладают и важными сенсорными свойствами). Проводя наш эксперимент с нейровизуализацией, посвященный зеркальному копированию эмоций и описанный ранее в этой главе, мы предполагали, что человек зеркально копирует чужие эмоции, вначале активируя зеркальные нейроны, связанные с выражениями лица (то есть моторные нейроны), которые затем включают центры эмоций в мозгу. Согласно нашей модели, зеркальное копирование переживания происходит посредством «симуляции» действия (в нашем случае – мимического; см. рис. 2, с. 143). Однако «болевого» человеческого нейрон из поясной коры, описанный Хатчисоном и его коллегами, наводит на размышления о возможных «симуляционных» механизмах боли, которые минуют сопряженное с ней моторное поведение.

Вместе с тем это ограниченное исследование с помощью глубоких электродов не могло охватить весь мозг. Поэтому специфические болевые реакции в поясной коре ничего не говорят нам о том, реагируют ли при этом еще и зеркальные нейроны в моторных областях. Сами области, безусловно, активируются, когда мы отдергиваем руку от горячей электроплиты, но происходит ли это и при простом наблюдении за человеком, притронувшимся к раскаленной конфорке? Если наши соображения о роли зеркальных нейронов верны, ответ должен быть утвердительным. Механизм полной мозговой «симуляции» должен зеркально копировать не только боль, но и моторную реакцию человека, на которого мы смотрим.

Для проверки этой гипотезы Сальваторе Альоти и его сотрудники в Римском университете провели эксперимент с использованием транскраниальной магнитной стимуляции⁷⁹. Основываясь на базовом наблюдении, что зеркальные нейроны активируются при виде чужих действий, Альоти и его коллеги использовали магнитную катушку для измерения возбудимости моторной коры, в то время как испытуемые смотрели видеозаписи со втыканием иголок в кисти рук и ступни других людей. В целях сравнения и контроля им показывали, кроме того, как по рукам и ступням проводят ватными палочками и как иглы вводят в помидоры. И все время группа Альоти измеряла также возбудимость кистевой мышцы, которая обеспечивает движение кисти навстречу иголке. Измерялась и возбудимость соседней кистевой мышцы, не играющей роли в движении руки ни к иголке, ни от нее.

Прогноз был таков: эмпатическая реакция испытуемого на чужую боль должна вызвать снижение возбудимости в мышце, обеспечивающей движение кисти навстречу иголке. Прогноз оправдался. Возбудимость в участке моторной коры, контролирующей мышцу, способную перемещать руку к иголке, также была меньше, когда испытуемые смотрели на втыкание иголок в руки, чем когда они смотрели на втыкание их в ступни или в помидоры или же на манипуляции с ватными палочками. Пониженная возбудимость при наблюдении за чужой болью была отмечена и в тех мышцах, куда втыкались иголки. А у соседних кистевых мышц она при этом не менялась. После эксперимента испытуемых

просили оценить интенсивность боли, которую испытывали люди, снятые на видео. Альоти и его коллеги обнаружили, что чем ниже была моторная возбудимость в мышцах испытуемых во время эксперимента, тем выше они оценивали уровень боли. Иначе говоря, чем сильнее было их сочувствие к людям, испытывающим боль, тем активнее мозг «симулировал» отдергивание руки от иголки.

Этот эксперимент показывает, что наш мозг осуществляет полную «симуляцию» – включая моторную составляющую – наблюдаемых болевых переживаний других людей. Хотя мы обычно думаем о боли как о личном в основе своей переживании, наш мозг на деле воспринимает ее как совместный опыт. Этот нейронный механизм играет существенную роль в создании социальных связей. Весьма вероятно, кроме того, что подобные формы резонансной реакции на болевые переживания, – это сравнительно ранние (как с эволюционной, так и с возрастной точки зрения) механизмы эмпатии. Более абстрактные ее разновидности, возможно, больше опираются на эмоциональное, чем на соматическое зеркальное копирование. Иначе говоря, в более абстрактных ситуациях мы, возможно, способны испытывать эмпатию посредством зеркального копирования эмоционального аспекта боли. Например, как мы сочувствуем другому человеку, если не видим его лица, позы, жестов? Как мы сопереживаем жертвам страшных трагедий – таких, как ураган «Катрина» или предрождественское цунами в Юго-Восточной Азии? В Лондоне исследователь мозга Таня Сингер задавалась именно этими вопросами, из-

учая эмпатическую реакцию любовных пар⁸⁰. В данном эксперименте всякий раз женщина лежала в сканере, в то время как ее муж, жених или бойфренд сидел в кресле поблизости. У каждого испытуемого к руке был подсоединен электрод, через который Сингер могла посылать электрический разряд. Цветная стрелка, вспыхивавшая на компьютерных мониторах, заранее предупреждала обоих, кто – мужчина или женщина – сейчас получит разряд и какой интенсивности.

Изучая мозговые реакции испытуемых женщин, Сингер увидела, что те из них, которые сами получали разряд, демонстрировали повышенную активность в занимающихся обработкой осязательной информации соматосенсорных зонах (вследствие сенсорного раздражения руки, вызванного разрядом) и в областях мозга, отвечающих за эмоциональный аспект боли – за связанное с ней неприятное чувство (в числе этих областей была та самая поясная кора, где Хатчисон и его коллеги обнаружили клетку, реагирующую на уколы иглами). Когда женщины, находясь в сканере, видели на экране, что партнер сейчас получит разряд, они активировали только эмоциональные болевые области мозга (но не сенсорные). Но главное, что самого физического воздействия на руку партнера эти испытуемые не видели. Они не видели гримасы боли на лице мужчины. Они не слышали его вскрика. Их знание носило довольно абстрактный характер: цветная стрелка на экране монитора была для них единственным источником информации о болевом переживании партнера. Но даже в этой искусственной ситуации мозг участниц эксперимента

ВЗГЛЯНИ НА МЕНЯ, ПРИТРОНЬСЯ КО МНЕ

зеркально копировал эмоциональный аспект боли, испытываемой близким человеком.

Создается впечатление, что наш мозг устроен зеркально и что только посредством зеркального копирования – с помощью «симуляции» в нашем мозгу чужих переживаний – мы способны глубоко понимать то, что чувствуют другие люди⁸¹.

МАТЕРИНСКАЯ ЭМПАТИЯ

Если зеркальное копирование – столь мощный механизм понимания эмоциональных состояний других людей и эмпатии к ним, можно ожидать интенсивного зеркального обмена между родителями и детьми. И, безусловно, имеется масса поведенческих данных, подтверждающих это предположение. Я уже писал в главе 2, что новорожденные инстинктивно имитируют движения с первых же часов жизни. Младенцы десяти недель от роду спонтанно подражают некоторым элементарным признакам радости и рассерженности, возникающим на лицах матерей. А девятимесячные дети уже способны к целостному зеркальному копированию радостных и печальных выражений лица. Матери, разумеется, тоже имитируют выражения лица своих детей: с первого же дня открытому рту младенца «отвечает» открытый рот мамы⁸². Матери больше склонны координировать свои движения с движениями своего ребенка, чем чужого⁸³. В классической теории привязанности материнская чуткость даже определяется как готовность матери адек-

ватно отзываться на нужды своего ребенка. Зеркальное копирование позволяет ей достигать глубокой эмоциональной гармонии, и материнская способность отражать внутренние состояния младенца, вероятно, принимает многие формы.

О роли зеркальных нейронов в материнской эмпатии пока мало что известно доподлинно, хотя весьма вероятно, что они важны для этой ключевой функции. Моя группа в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе сейчас делает первые шаги (подобно детям, о которых идет речь) в попытке понять нейробиологический механизм, лежащий в основе материнской эмпатии. В рамках совместного проекта с группой итальянских нейреспециалистов и психологов в Риме я недавно изучал нейронные реакции матерей, рассматривавших фотографии и имитировавших выражения лиц их собственных и чужих детей (с матерями которых они не были знакомы). Младенцам было от шести до двенадцати месяцев, и их лица либо выражали радость, либо огорчение, либо никакой конкретной эмоции. Результаты оказались убедительными: сильный отклик в зеркально-нейронных областях, в островке и в лимбических областях. Матери чрезвычайно склонны к сопереживанию, и мы были довольны, увидев столь мощную активацию всей цепи, изображенной на рис. 2, которая соединяет зеркальные нейроны с мозговыми центрами эмоций и, в данном случае, обеспечивает эмпатическое понимание матерью детского эмоционального состояния посредством «симулирования» увиденного выражения лица. Любой иной результат привел бы нас в за-

мешательство и заставил бы пересмотреть самые основы наших рассуждений.

Как выглядели в сравнении реакции матери на ее собственного и на чужого ребенка? Опять-таки в соответствии с нашими ожиданиями, основанными на поведенческих данных, нейронная цепь была активнее, когда матерям показывали лица их собственных детей. Но мы также увидели кое-что неожиданное: сильную активацию одной области, находящейся вне известной нам ранее цепи, при виде лица именно своего, а не чужого ребенка. Эта область называется pre-SMA*, и мы знаем, что она играет важную роль в комплексном моторном планировании и моторном программировании – то есть в составлении последовательностей взаимосвязанных действий.

У обезьян гомологом pre-SMA является область F6. И это особенно интересно, потому что F6 анатомически тесно связана с F5 – областью мозга обезьяны, где, как мы знаем, есть зеркальные нейроны. Более того, имеются данные о том, что область F6, возможно, контролирует и модулирует деятельность клеток в области F5/8. Поэтому интенсивный отклик в pre-SMA мозга матери говорит о том, что, глядя на своего ребенка, она не только зеркально копирует эмоции, выражающиеся на его лице, но еще и активирует серию моторных планов для эффективного взаимодействия с ребенком. Ведь если ребенок заплакал, мама принесет ему мало пользы, если тоже заплачет! Эффективное взаимодействие предпола-

* Pre-SMA составляет часть дополнительной моторной области (SMA).

гает, что мама отреагирует должным образом и успокоит ребенка. Высокий уровень активности в rre-SMA при взгляде на своего младенца, вероятно, свидетельствует о «симуляции», которая выражается в инициировании серии действий, соответствующих эмоциональному состоянию малыша.

Если учесть, что участницы этого эксперимента, как все, кто подвергается воздействию ФМРТ, неподвижно лежали внутри большой, шумной машины и при этом просто смотрели на фотоснимки детей, столь сильная активация rre-SMA вызывает изумление. Она означает, что начальное анатомическое зеркальное копирование детского выражения лица иницирует целый каскад других автоматических «симулятивных» реакций мозга, которые воспроизводят взаимодействие между матерью и ребенком в реальной жизни. Такая постоянная автоматическая «симуляция», такое воспроизведение имеет целью повысить нашу готовность к ситуации, когда необходимо реальное действие. Видимо, это особенно верно в сфере эмпатии, где один из определяющих факторов – способность сочувственно откликнуться на чужое огорчение. В случае материнской эмпатии этот навык, безусловно, достигает наивысшего расцвета.

5

Лицом к себе

ЭТО ТЫ ИЛИ Я?

Нам, людям, свойственно на почти инстинктивном уровне взаимно координировать свои движения. Я складываю руки, вы складываете руки, я смотрю на вас, вы смотрите в сторону, вы оборачиваетесь, я смотрю в сторону, я смотрю на вас, вы начинаете новую фразу, вы смотрите на меня, я начинаю новую фразу – менуэт, да и только! При просмотре снятых на видео ситуаций, подобных описанным мной в предыдущих главах, это просто завораживает. Выясняется, кроме того, что чем сильнее люди нравятся друг другу, тем больше, как правило, они подражают один другому, и это тоже имеет смысл. Эта имитация и координация – тот клей, что скрепляет людей. Отсюда я с уверенностью могу сделать вывод, что зеркальные нейроны – неотъемлемая часть меха-

низма, обеспечивающего как можно более легкое вхождение человека в окружающую его социальную обстановку. Мы все, так сказать, в одной лодке, и зеркальные нейроны помогают нам извлекать из своего положения максимум возможного. Они нам необходимы как средство распознавать действия других людей, подражать им, понимать их намерения и чувства. Однако эти функции зеркальных нейронов, если вдуматься, задают любопытную загадку нейроспециалистам, изучающим вопрос о том, как мозг кодирует «чувство агента» (agency), то есть ощущение того, что данное действие – именно мое. Если я беру чашку кофе и другой человек делает то же самое, как мой мозг отделяет мое и его действие? Такое разграничение не вызывает вопросов на житейском уровне, но для исследователей очень большая проблема – как именно наш мозг делает это самоочевидным.

Ответ, я считаю, может дать самый первый наш эксперимент, в котором мы измеряли мозговую активность испытуемых, совершавших и имитировавших кистевые движения рукой. Рассказывая о нем в главе 2, я не упомянул о самом неожиданном из полученных результатов: теменной оперкул – область мозга, получающая сенсорную информацию от кистей рук (разжались они или сжались? каким был предмет, к которому притронулись пальцы, – податливым или острым?), – продемонстрировала при имитации более высокую активность, чем при простом выполнении того же движения⁸⁵. Это напоминает зеркально-нейронную активность, не правда ли? При имитации зеркальные нейроны, грубо говоря, суммируют активацию от наблюдения и выполнения. Проб-

лема в том, что, насколько мы знаем, теменной оперкул не является областью с зеркальными нейронами и не играет зеркальной роли. При простом наблюдении за действием эта область не активировалась. Кистевые движения на протяжении всего эксперимента были, по существу, одни и те же, поэтому информация, которую эти клетки получали от движущихся кистей, тоже была, по существу, одинакова. Откуда в таком случае взялось различие в активации, похожее на то, что наблюдается у зеркальных нейронов? Мы были очень удивлены.

Мы сосредоточили внимание на том, что повышенная активность в теменном оперкуле была локализована в зоне правого полушария мозга, очень важной для формирования внутреннего представления о собственном теле и его конечностях – так называемой схемы тела. (Мы знаем это, потому что пациенты, у которых повреждена эта зона, могут страдать серьезными нарушениями телесного самосознания. Пациенту может казаться, что с его парализованной левой рукой все в порядке или что она вообще не его, а принадлежит его родственнику. Он даже может считать, что у него не две руки, а больше.) Повышенная активность при имитации, возникающая в этой важной для нашего телесного самосознания области мозга, может быть связана с заботой мозга о недопущении какой-либо путаницы между своим и чужим, создаваемой зеркальными нейронами, путаницы, из-за которой мы могли бы утратить «чувство агента». Это – механизм, выработанный мозгом для укрепления ощущения принадлежности нам наших собственных действий.

Вплоть до этого места в книге я старался показать, что важнейшая роль зеркальных нейронов состоит в том, чтобы обеспечить наше понимание чужих намерений и эмоций и облегчить тем самым социальное поведение. Они, кажется, чуть ли не так же «интересуются» другими людьми, как и тем человеком, в мозгу которого находятся. Характер их разрядки может породить впечатление, что зеркальные нейроны не имеют особого отношения к формированию чувства собственного «я». Такая мысль, во всяком случае, могла возникнуть у вас к настоящему моменту, и не без основания, однако в этой главе я постараюсь это впечатление несколько подправить. Позвольте мне начать с кое-каких теоретических соображений, из которых, возможно, самые интригующие – это выводы ряда авторов (особенно принадлежащих к феноменологической традиции, о которой я еще поговорю в последней главе), что мы не можем и не должны искусственно разделять «я» и «другого». Они, как говорят специалисты, «конституируются совместно». Философ-феноменолог Дэн Захави пишет об этом так: «Они проливают свет друг на друга и могут быть поняты лишь во взаимосвязи»⁸⁶. На первый взгляд, может быть, и странновато, но, если вдуматься, смысл быстро появляется. Действительно, можем ли мы представить себе «я» иначе как в соотношении с другими, которыми «я» не является? Без «я» трудно дать осмысленное определение «другого», а без «другого» толком не поймешь, что такое «я». И разве могут зеркальные нейроны не играть тут роли? Ведь, судя по всему, картина их нейронной разрядки свидетельствует именно об этой

неустранимой связи между «я» и другими, об их неизбежной взаимозависимости. Вместе с тем надо помнить, что интенсивность срабатывания зеркальных нейронов при собственных и чужих действиях неодинакова. Как мы не раз видели (фактически – в каждом из когда-либо проводившихся экспериментов с зеркальными нейронами), при своих действиях они разряжаются намного сильнее, чем при чужих. Таким образом, зеркальные нейроны воплощают как взаимозависимость «я» и других (разряжаясь и при собственных, и при наблюдаемых действиях), так и независимость (разряжаясь сильнее при своих действиях), которую мы в то же время ощущаем и в которой нуждаемся.

Моя теория о том, как зеркальные нейроны становятся нейронным «клеем», соединяющим «я» с другими, начинается с идеи о развитии зеркальных нейронов в мозгу младенца. Хотя эмпирических данных на этот счет пока нет, весьма правдоподобный сценарий представить себе нетрудно. Ребенок улыбается – родитель отвечает тем же. Через две минуты ребенок улыбается снова – родитель тоже. Благодаря имитационному поведению родителя мозг ребенка ассоциирует моторный план, необходимый для улыбки, с видом улыбающегося лица. Готово! Зеркальные нейроны, «заточенные» под такое лицо, созданы. Когда ребенок в следующий раз увидит чью-либо улыбку, в его мозгу возникнет нейронная активность, связанная с моторным планом улыбки, и произойдет «симуляция» улыбки. Если эта модель формирования зеркальных нейронов в нашем мозгу справедлива – а это, я считаю, почти наверняка

так, – то «я» и другие неразделимо перемешаны в зеркальных нейронах. Действительно, согласно этой модели, зеркальные нейроны в мозгу младенца формируются за счет взаимодействий между «я» и другими. Это ключевой момент, который необходимо иметь в виду для понимания роли зеркальных нейронов в социальном поведении людей. Логично, что, повзрослев, мы используем те же самые мозговые клетки для понимания внутренних состояний других людей. Но логично и то, что мы используем их же для формирования ощущения собственного «я»: ведь эти клетки возникают на той ранней стадии нашей жизни, когда поведение других людей является отражением нашего. С помощью зеркальных нейронов мы в других людях видим себя.

Еще один довод в пользу связи между «я» и другими, имитацией и зеркальными нейронами проистекает из эмпирических данных. Психологи развития изучали спонтанную имитацию у детей, разбитых на пары. В некоторых из этих пар оба ребенка к тому времени уже научились узнавать себя в зеркале; в других парах ни один этого еще не умел. Результаты были показательными. Дети, уже узнававшие себя в зеркале, имитировали друг друга гораздо больше, чем дети, которые еще этого не умели⁸⁷.

Самоузнавание и имитация идут рука об руку, потому что зеркальные нейроны зарождаются у нас, когда «другой» имитирует наше младенческое «я». Зеркальные нейроны – клеточный результат этой ранней моторной скоординированности между «я» и «другим», и они становятся теми нейронными элементами, что

ЛИЦОМ К СЕБЕ

кодируют «действующих лиц» этой координации (которыми, разумеется, являются «я» и «другой»). Какое-то количество зеркальных нейронов должно, безусловно, быть у нас от рождения (на это указывают данные МельцOFFа об имитации у новорожденных). Однако мои рассуждения основаны на предположении, что система зеркальных нейронов во многом формируется имитационными взаимодействиями между «я» и другими, особенно на ранних этапах жизни (хотя я полагаю, что имитация человека другими может формировать его зеркальные нейроны и в более позднем возрасте, как мы увидим в следующей главе). Моя теория легко объясняет тот факт, что дети, способные к самоузнаванию, в то же время более склонны к имитации. Ведь обе эти функции осуществляются посредством одних и тех же нейронов – зеркальных, – и, когда они могут выполнять одну (самоузнавание), они могут выполнять и другую (имитацию). Но что ученые понимают под термином «самоузнавание»?

ЗЕРКАЛЬНЫЙ ТЕСТ

Понятие «я» весьма сложное. В сотворении «я» участвуют различные факторы, и обычно экспериментаторам необходимо искусственно упростить явление до уровня, на котором можно работать. В вопросе о самоузнавании мы, однако, располагаем сравнительно простой экспериментальной парадигмой, которая позволяет нам искать и выявлять один определенный (и очень важный!)

аспект восприятия самого себя даже у очень маленьких детей и у животных. Я имею в виду так называемый зеркальный тест. (Снова зеркала! Если у вас возникает чувство, что с ними в этой книге перебор, я могу, по совести, вас понять – но поделать тут ничего не в силах. По крайней мере, в настоящий момент. Это важный и чрезвычайно увлекательный тест.) Его придумал в конце 1960-х Гордон Гэллап, профессор психологии в университете штата Нью-Йорк в Олбани. Как и при открытии зеркальных нейронов, не обошлось без счастливой случайности. Будучи аспирантом, Гэллап изучал курс, который требовал выполнения исследовательского проекта. Вот что рассказывает он сам: «Однажды утром я размышлял, что я буду делать, и одновременно брился перед зеркалом. При виде своего лица я вдруг задумался: способны ли представители других видов распознавать свои отражения? И как это проверить?»⁸⁸

Как Гэллап вскоре выяснил, ученые использовали зеркала с этой целью с середины XIX века. В числе первых был Чарльз Дарвин, подвергший такой проверке своих собственных детей (они в итоге прошли ее успешно) и верно предположивший, что эта способность является признаком высокого развития интеллекта. Проверя эту гипотезу, Дарвин поместил зеркало перед двумя орангутанами в лондонском Зоологическом саду. Он заключил, что оба животных вели себя так, словно видели двух других животных, а не свои отражения. Затем на протяжении примерно ста лет разные ученые использовали зеркала для подобных исследований как животных, так и детей, но их оценки поведения испытуемых

перед зеркалом носили, как и у Дарвина, описательный характер и страдали всеми теми недостатками, что неотъемлемо присущи такому методу. Главные из этих недостатков, если коротко, – отсутствие объективных стандартов для оценки и неосознанная предубежденность исследователя. Гордон Гэллап взял эту старую, но недореализованную исследовательскую идею и формализовал ее с великолепной простотой.

Первыми его подопытными были шимпанзе, и первоначально он всего-навсего наблюдал за их спонтанным поведением перед зеркалом. И уже в этом отношении работа Гэллапа представляла собой существенный шаг вперед. Во время главного эксперимента животные должны были уже быть знакомыми с зеркалом. Иначе элемент неожиданности исказил бы все результаты. Обезьянам надо было дать возможность освоиться с зеркалами, а экспериментатор должен был получить полное представление об их спонтанном поведении перед зеркалом, как оно развивалось во времени. Эта начальная стадия эксперимента длилась несколько дней. На второй стадии животных усыпили наркозом и на лбу у каждого сделали пятно краской, не имеющей запаха. Цель понятна: животные не должны были видеть пятно непосредственно – только в зеркале. Когда шимпанзе вышли из наркоза, Гэллап не стал спешить с установкой зеркала. Ему надо было вначале изучить поведение обезьян, чтобы понять, ощущают ли они пятно, чувствуют ли какой-либо новый запах. Шимпанзе ничего подобного не проявили: они не притрагивались к пятну и вообще вели себя как обычно. Только теперь Гэллап

снова поставил зеркало – и сразу же заметил внезапную перемену в поведении животных. Шимпанзе стали часто трогать пятно, пристально его исследовать и многократно использовать зеркало! Тем самым было неопровержимо доказано: они поняли, что смотрят в зеркало на себя. Благодаря простой идее с пятном на лбу Гэллап разработал эффективный и объективный способ тестирования животных на самоузнавание. В принципе весь тест можно свести к двум цифрам: количество прикосновений животного к своему лбу при наличии пятна и в его отсутствие.

Гэллап, кроме того, провел необходимый контрольный эксперимент. Некоторые шимпанзе, никогда раньше не имевшие дела с зеркалами, были усыплены наркотом, и лбы им поместили такой же краской без запаха. Поскольку эти животные никогда прежде не видели своих лиц, Гэллап предположил, что они не продемонстрируют того отчетливо выраженного поведения, направленного на изучение отметины, что наблюдалось у первой группы шимпанзе. И действительно, вторая группа в целом игнорировала пятно, хоть обезьяны и видели его в зеркале⁸⁹. Почему? Да потому, что оно не казалось им достойным внимания. Они не могли знать, что оно не всегда там было.

Зеркальный тест быстро стал широко используемым и весьма популярным средством когнитивных исследований животных. Обезьяны (кроме человекообразных) этот тест не проходят. Они видят в своем отражении другую обезьяну, пытаются с ней играть, а когда это не получается, заглядывают за зеркало, стараясь понять,

что, черт возьми, происходит. Очень жаль, что мы не можем в таких условиях проводить над ними эксперименты на клеточном уровне: их зеркальные нейроны в такие минуты, наверное, с ума сходят! Дарвин, как выясняется, был не прав. Орангутаны, особенно выросшие среди людей, тест успешно проходят⁹⁰. А вот большинство горилл, как ни странно, нет. Те немногие, что с ним справились, росли в насыщенном человеческом окружении.

Тот факт, что ведущую роль в развитии способностей к самоузнаванию у человекообразных обезьян играет социальное окружение, весьма показателен. Изоляция, судя по всему, снижает шансы на формирование этого навыка, богатое социальное окружение – повышает. В чем главное различие между двумя типами среды? Присутствие других – необходимость постоянно вступать во взаимоотношения и взаимодействовать с иными индивидами. Зеркальные нейроны разряжаются при наблюдении за действиями и при подражании им. Словом, когда мы (и человекообразные обезьяны) смотрим на других, мы обнаруживаем их и себя. Вывод о связи между социальным окружением и ощущением собственного «я» напрашивается сам собой.

Если так, можно ожидать, что и другие животные, отличающиеся общительностью и социальностью, проявят признаки самоузнавания, будучи подвергнутыми зеркальному тесту. Дельфинам оно и правда, похоже, свойственно, хотя изучать поведение, направленное на пятно, в том случае, когда животное не имеет конечностей, не так просто. В ходе недавнего исследования было установлено, что дельфины, помеченные краской

в разных местах тела, проводят у обширного подводного зеркала больше времени, чем непомеченные. Кроме того, дельфины изгибались и поворачивались так, что это трудно было объяснить иначе, нежели стремлением посмотреть на пятна. Принимая во внимание, что дельфинам свойственно имитационное и эмпатическое поведение, данные, говорящие о самоузнавании у них в той или иной форме, можно интерпретировать как еще один довод в пользу связи между имитацией, эмпатией и ощущением собственного «я»⁹¹.

Развитым социальным и эмпатическим поведением отличаются, как считается, и слоны. Способны ли они к самоузнаванию? Одно довольно давнее исследование дало отрицательный ответ. Однако тестирование слонов с помощью зеркал – нелегкое дело в практическом плане. Необходимо, разумеется, очень большое зеркало! Используя зеркало высотой 2,5 метра, способное выдержать слоновьи удары, ученые недавно все-таки убедились в умении этих животных узнавать себя в зеркале.

Способность к самоузнаванию у приматов, дельфинов и слонов – представителей очень давно разошедшихся эволюционных линий – говорит о конвергентной эволюции, которая, вероятно, объясняется взаимодействием между биологическими факторами и свойствами окружающей среды⁹². Сложность и изоциренность социальных взаимодействий, демонстрируемых всеми этими животными, скорее всего, является проявлением как биологической предрасположенности, так и роли опыта в формировании поведения. Действительно, всем этим

видам свойственны интенсивные и весьма длительные взаимоотношения между матерью и детенышем. Как я уже говорил в этой главе, взаимная имитация между ребенком и родителем, очень вероятно, играет ключевую роль в сотворении зеркальных нейронов, основанном на накоплении опыта. Интенсивное и долгое взаимодействие матери и детеныша, облегчающее формирование зеркальных нейронов и ощущения собственного «я», может быть одним из факторов, способствующих конвергентной эволюции приматов, дельфинов и слонов.

Разумеется, зеркальный тест широко использовали и используют и для изучения детей. Вместо наркоза исследователи либо дожидаются, пока ребенок уснет, либо отвлекают его, чтобы незаметно нанести на лоб пятно. Результаты этих экспериментов чрезвычайно любопытны. Дети в возрасте около года могут проводить перед зеркалом длительное время, но никогда не справляются с тестом. Как пишут в книге «Лицо в зеркале» Джулиан Кинан, Гордон Гэллап и Дин Фок, годовалый ребенок, подобно нечеловекообразной обезьяне, воспринимает фигуру в зеркале не как свой образ, а скорее как образ другого ребенка, с которым можно поиграть.

К концу второго года жизни дети совершают скачок и начинают устойчиво демонстрировать изучение пятна. И наряду с этим возникают другие виды поведения, ясно свидетельствующие о социальном сознании. Например, дети начинают проявлять первые признаки смущения⁹³. Смущение предполагает по крайней мере некоторые зачаточные представления о социальных нормах, выработанные на основе повседневного взаимодействия с людьми.

ми. Ведь смущение ребенок испытывает перед другими людьми.

Как показано выше, весьма вероятно, что зеркальные нейроны играют важную роль в социальных взаимоотношениях с очень раннего возраста, начиная с первых контактов ребенка с родителями. Если я прав, полагая, что социальные взаимодействия формируют способность к развитию ощущения собственного «я», о чем говорят приведенные в этом разделе главы данные о животных и детях, то весьма вероятно также, что зеркальные нейроны участвуют и в самоузнавании. Рассмотрим данные исследований мозга, подтверждающие эту гипотезу.

ДРУГОЕ «Я»

Несколько лет назад Люсина Аддин, аспирантка-психолог Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе, сказала мне, что хочет использовать ФМРТ и ТМС, чтобы лучше понять нейронные корреляты самоузнавания. К тому времени она уже провела два эксперимента в лаборатории Эрана Зайделя, который одним из первых взялся за изучение нейронных коррелятов человеческого «я». Со своей женой Далией и их научным руководителем Роджером Сперри он исследовал то, как два полушария мозга распознают лица. Начал он с пациентов, у которых полушария были разъединены, чтобы уменьшить проявления трудноизлечимой эпилепсии.

Нейрохирургом был Джо Боген, он первым применил эту процедуру (рассечение мозолистого тела мозга)

к эпилептикам в начале 1960-х. Мозолистое тело – это очень обширное сплетение нервных волокон, соединяющее левое и правое полушария мозга. Рассекая его, Боген эффективно препятствовал «распространению» эпилептической активности из первоначальной зоны в одной половине мозга на другую. Операция улучшала состояние пациентов. Боген рассекал также переднюю и заднюю спайки – два других, гораздо менее крупных скопления волокон, также соединяющих полушария. Практически у этих пациентов теперь было два отдельных мозга, и их стали называть «пациентами с расщепленным мозгом». Эта череда операций известна как «серия Западного побережья», так как Боген осуществил ее в южной Калифорнии. Тогда же Роджер Сперри, который работал в Калифорнийском технологическом институте в Пасадине, начал систематическое изучение психологических функций каждого из разделенных мозговых полушарий этих пациентов. За это исследование Сперри впоследствии получил Нобелевскую премию по физиологии и медицине.

Эксперимент над пациентами с расщепленным мозгом, который вместе со Сперри провели супруги Зайдель, опирался на тот факт, что в силу анатомического строения зрительной системы мозга любой зрительный раздражитель, возникающий с левой стороны поля зрения, идет в правое полушарие мозга, и наоборот. Экспериментаторы воздействовали на пациентов с обеих сторон зрительными раздражителями, порождающими сигнал в то или другое полушарие. Среди этих раздражителей было лицо самого пациента. Из господство-

вавших в то время представлений следовало, что узнать свое лицо пациент сможет только левым полушарием, поскольку оно в большей степени отвечает за речевые функции. Этот вывод основывался на предположении, что для узнавания своего лица человек должен вербализовать (по крайней мере, внутренне) весь процесс. Однако Сперри и Зайдели опровергли его, обнаружив, что пациент способен узнать свое лицо каждым из двух полушарий⁹⁴.

Работая в лаборатории Зайделя в Лос-Анджелесе, Люсина Аддин использовала несколько иной подход к тому же вопросу. Это был способ, разработанный нейреспециалистом-когнитологом Джулианом Кинаном из Гарвардского университета. Зрительные раздражители в левой или правой части поля зрения, которыми Люсина воздействовала на пациентов, также были лицами – но особого рода. Это были серии компьютерных гибридов между лицом пациента и лицом другого человека от стопроцентного «я» к стопроцентному «другому» с шагом в 10 процентов. Пациента просили сказать, является ли данный гибрид в большей степени его лицом или в большей степени чужим лицом. Хотя этот подход заметно отличался от первоначального эксперимента Сперри, результаты у Люсины получились очень похожие: человек способен узнавать свое лицо и правым, и левым полушарием⁹⁵.

Теперь она захотела использовать ряд экспериментальных методов в моей лаборатории для дальнейшего исследования взаимодействия между «я» и мозгом. Она задавалась все тем же основным вопросом: какие об-

ласти мозга играют ключевую роль в самоузнавании? Самым логичным в ее положении было провести опыт сходный с предыдущим, но на этот раз, помещая здоровых добровольцев в ФМРТ-сканер, смотреть, как будут активироваться различные области мозга при взгляде на тот или иной гибрид. Люсина стала со мной сотрудничать главным образом потому, что я состою в штате Центра мозговой картографии в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе и работал с ее научным руководителем Эраном Зайделем. Так или иначе, она не думала о зеркальных нейронах – а вот меня они очень интересовали.

Моя гипотеза о формировании зеркальных нейронов при взаимодействии между «я» и другими (младенец улыбается – родитель улыбается в ответ) и данные психологов развития о самоузнавании и имитации говорили о вероятном участии зеркальных нейронов в самоузнавании. Я не был, однако, специалистом по самоузнаванию и нуждался в таком помощнике, чтобы взяться за эксперимент. Люсина оказалась идеальным стажером: она знала по теме «“я” и мозг» практически все – как с эволюционной точки зрения, так и в плане развития отдельной особи; она была в курсе всех философских дискуссий по этому вопросу и всех скудных экспериментальных данных, имевшихся на тот момент. Ей оставалось только освоить нейровизуализацию. В этом я мог ей помочь, и я так и сделал, в конце концов став вторым научным руководителем ее диссертации. Я льщу себя надеждой, что к концу аспирантуры Люсина кое-что узнала от меня о нейровизуализации; со своей же сторо-

ны могу точно сказать, что благодаря ей я выяснил массу всего о человеческом «я».

Одна из проблем, возникающих при планировании эксперимента с самоузнаванием, состоит в том, что человек, как правило, видит себя минимум несколько раз в день. Собственное лицо нам очень хорошо знакомо, хоть оно и меняется с годами. Поэтому любые отличные от него зрительные образы, используемые в эксперименте, тоже должны быть прекрасно известны испытуемому – иначе мы рискуем получить результаты, имеющие отношение скорее к зрительному знакомству и незнакомству, чем к самоузнаванию. Прежние исследователи в этой области понимали проблему и решали ее, используя, наряду с фотографиями испытуемого, фотографии знаменитых людей: Мэрилин Монро, Альберта Эйнштейна, Билла Клинтона. Эти лица знакомы в западном мире почти каждому взрослому. Однако типичный испытуемый в мозговой лаборатории – студент колледжа или аспирант, от которого эти знаменитости очень далеки, для которого, в отличие от собственного лица, они не имеют особого социального значения. Не только для испытуемых в этих экспериментах, но и для всякого человека его лицо – не только то, что он видит в зеркале. Это еще и лицо, обращенное к людям, с которыми он взаимодействует, говорящее им о его эмоциях. Одна из причин нашего повышенного внимания к своей внешности и к своему лицу в особенности – их высокая, как мы говорим, социальная валентность. Поэтому Люсина внесла в свой эксперимент с нейровизуализацией, связанный с узнаванием испытуемым собственного

лица, новый элемент: в качестве лица, отличного от своего, он видел не образ знаменитости, хорошо ему знакомый, но ничего для него не значащий социально, а лицо лучшего друга, хорошо знакомое и социально значимое. Я считаю, что эта идея сыграла ключевую роль в конечном успехе экспериментального проекта Люсины.

Я помню, как в первый раз увидел полученные ею результаты активности мозга испытуемых, которым показывали серию гибридных лиц, постепенно меняющихся от их собственного до лица лучшего друга. Я был поражен. Две области, где четко проявилась более высокая активность при самоузнавании сравнительно с узнаванием лучшего друга, – одна в лобной доле правого полушария и одна в теменной – как раз те, где находятся зеркальные нейроны в правом полушарии. Люсина красиво изобразила всю зеркально-нейронную систему правого полушария (рис. 1, с. 78). Через несколько недель после того, как я увидел эти замечательные результаты, я приехал в Дартмут-колледж как участник летнего курса по когнитивной нейронауке, широко известного под названием Brain Camp («Мозговой лагерь»). Там я встретился с Джакомо Ридзолатти, который был в том году одним из организаторов мероприятия. Однажды, когда мы сидели в вестибюле отеля и работали над статьей о зеркальных нейронах и понимании чужих намерений (см. конец главы 2 этой книги), я показал Джакомо картинки, полученные Люсиной.

– Как вы думаете, что это такое? – спросил я.

– Это, несомненно, система зеркальных нейронов в правом полушарии, – сказал Джакомо. – Но мне

редко приходилось видеть такую сильную зеркально-нейронную активность в одном лишь правом полушарии, – добавил он и затем спросил: – Какое задание выполняли испытуемые?

Когда я рассказал ему про эксперимент с самоузнаванием и гибридными лицами, он кивнул. Результаты показались ему осмысленными. Я понял, что не за какими-то там фантазиями гонюсь. Если все это кажется разумным и Джакомо и мне, а притом раньше мы никогда не обсуждали связь самоузнавания и зеркальных нейронов, – это хороший знак. Но почему, спрашивается, области мозга с зеркальными нейронами должны были активироваться при все более отчетливом узнавании собственного лица в серии гибридных изображений? Ведь зеркальные нейроны – клетки, которые разряжаются при выполнении определенного действия, или при наблюдении за ним, или при имитации этого действия. Почему они срабатывали при виде неподвижного лица? Ответ, я думаю, таков: хорошо известно, во-первых, что человеческий мозг реагирует на статические раздражители, подразумевающие движение, так, словно он имеет дело с чем-то динамичным. Например, главная область человеческого мозга, реагирующая на движение (специалисты называют ее МТ – средней височной областью), реагирует также на статичные изображения бегущих или прыгающих животных и даже на образы неживой природы, подразумевающие движение, – например, на картины океанских волн. Человеческая система зеркальных нейронов тоже отзывается на такие изображения – например, на образ руки в процессе хватательного

движения⁹⁶. Вернемся теперь к эксперименту Люсины. Она использовала фотографии неподвижных лиц. Но оказывается, что восприятие лица почти всегда подразумевает динамику. Очень трудно смотреть на лицо и не представлять его себе в движении, в изменении, в переходе от выражения к выражению. Поэтому в активации зеркальных нейронов при простом взгляде на изображение лица нет ничего удивительного.

Теперь надо объяснить, почему при взгляде на свое лицо зеркальные нейроны активируются сильнее, чем при виде лица друга. Мы видели, что зеркальные нейроны благодаря механизму «симуляции» проецируют действия другого на воспринимающее «я». Они, по выражению Галлезе, превращают другого человека в твое другое «я». А когда мы глядим на свое собственное лицо, получается, что два «я» смотрят друг на друга. Воспринимаемое «я» – фотография, воспринимающее – тот, кто смотрит на фотографию. Зеркальные нейроны в мозгу воспринимающего «я» интерпретируют воспринимаемое «я» как другого и, как обычно, проецируют этого «другого» (в данном случае представленного теми или иными выражениями лица) на «я». Но сейчас эти выражения лица воспринимаемого «я» уже принадлежат моторному репертуару воспринимающего «я». Поэтому «симулятивный» процесс, осуществляемый зеркальными нейронами, сильно упрощается и порождает более высокую активность зеркально-нейронной системы.

Это объяснение представляется мне очень осмысленным, и, разумеется, мы включили его в статью, где сообщалось о результатах Люсины⁹⁷. Однако я счел не-

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

обходимым проверить нашу гипотезу более прямым способом. Ведь нельзя забывать, что данные, полученные с помощью ФМРТ-сканера, носили всего лишь относительный характер. Они не доказывали, что имеется причинная связь между активацией этих областей мозга и способностью к самоузнаванию. Мощным инструментом исследования причинных связей такого рода является, как мы видели, транскраниальная магнитная стимуляция. Временно нарушая с помощью ТМС деятельность определенной зоны мозга, мы можем видеть, нужна ли эта зона для выполнения того или иного задания. После окончания эксперимента Люсины с ФМРТ я убедил ее использовать ТМС, чтобы убедиться в действительной необходимости областей, где наблюдалась активация, для самоузнавания. К счастью, Люсина оказалась послушной ученицей (не все студенты и аспиранты таковы).

ВЫКЛЮЧЕНИЕ «Я»

Люсина не потеряла связи с испытуемыми, смотревшими на «гибридные» снимки, и в большинстве своем они согласились участвовать в новом эксперименте с использованием медной катушки. Как мы только что видели, ее первый эксперимент выявил две области в правом полушарии мозга, находящиеся на «зеркально-нейронной территории» и вместе с тем играющие самую активную роль в самоузнавании. На которой из них ей следовало сосредоточиться в новом эксперименте? Чтобы ответить

на этот вопрос, она изучила крайне немногочисленные описания в научной литературе случаев, когда неврологические пациенты испытывали трудности с узнаванием собственного лица в зеркале. Мы называем этот дефект «зеркальным симптомом» (mirror sign). Если такой пациент не видит в зеркале себя, то кого или что он видит? Кого-то другого (в некотором смысле)! Одна пациентка описала другую женщину, которая выглядела в точности как она. Другая пациентка сказала, что это девочка, которая выглядит как она. Третий пациент увидел своего двойника, свою копию. Четвертый – человека, который его якобы преследовал. Однако эти пациенты были прекрасно способны распознавать в зеркале других людей и могли использовать зеркало по назначению – например, для наведения красоты. Дефект касался исключительно самоузнавания.

Ни у одного из четырех пациентов характер повреждений мозга не указывал явственно на конкретную область, ответственную за нарушение самоузнавания. Однако во всех случаях правое полушарие пострадало сильнее, особенно зоны, расположенные в теменной доле⁹⁸. Анатомически к зонам, поврежденным у пациентов с «зеркальным симптомом», была очень близка надкраевая извилина мозга. Ее и сочли главной кандидатурой на роль области, отвечающей за лицевое самоузнавание.

Никакие два мозга не идентичны по размеру, очертаниям и внутреннему строению, и активация одной и той же области у разных людей никогда не выглядит совершенно одинаково. Люсина использовала данные ФМРТ

для каждого испытуемого и систему безрамочной стереотаксии с инфракрасной камерой, описанную в главе 3, чтобы точно подвести катушку и стимулировать именно ту часть мозга, какую нужно. По площади область, над которой располагалась катушка, составляла примерно 1 квадратный сантиметр. Люсина решила использовать низкочастотную повторяющуюся стимуляцию, то есть, грубо говоря, раз в секунду посылать в данную зону кратковременные магнитные импульсы в течение длительного времени (как правило, двадцать минут), чтобы вызвать там преходящее снижение нейронной активности приблизительно на полчаса после окончания стимуляции⁹⁹. В данном эксперименте воздействию подвергались нейроны, проявлявшие высокую активность при самоузнавании в эксперименте с гибридными изображениями. Прогноз Люсины был прост: если активация этой зоны существенна для самоузнавания, то у испытуемых сразу после ТМС эта способность должна снизиться. Что и было зафиксировано: способность очень понизилась. Чтобы испытуемые узнавали себя в гибридных фотографиях, процент «я» в них должен был быть выше.

Кроме того, Люсине, конечно, необходимо было в порядке контроля простимулировать еще одну область мозга испытуемых, чтобы исключить возможность влияния неспецифических эффектов магнитной стимуляции. Наблюдавшееся снижение самоузнавания могло быть связано с разнообразными факторами, не имеющими прямого отношения к «выключению» данной области мозга. Для контроля она выбрала соответ-

ствующий участок мозга в левом полушарии. Поскольку результаты ее первого эксперимента с нейровизуализацией не показали активности в левой надкраевой извилине при самоузнавании, этот выбор представлялся естественным. Стимуляция этой области не должна была повлиять на способность к самоузнаванию. А если бы это все-таки произошло, подозрение пало бы на какой-то побочный фактор. Но влияния не было обнаружено. Способность испытуемых к самоузнаванию до и после стимуляции левой надкраевой извилины была, по существу, одинаковой, и это подтвердило вывод Люсины, что дефицит самоузнавания при стимуляции правой надкраевой извилины действительно был связан с этим специфическим воздействием на мозг. Хотя об участии данной области мозга в самоузнавании говорило как предыдущее исследование самой Люсины, так и других ученых (в частности, работа Джулиана Кинана), этот ТМС-эксперимент впервые достаточно четко продемонстрировал причинную связь между конкретной зоной человеческого мозга и способностью узнавать самого себя¹⁰⁰. На это, кроме того, указывают и другие неврологические данные. Хорошо известно, что у пациента с повреждением в правом полушарии может развиваться неврологическое явление под названием асоматогнозия. Такой пациент не способен распознавать ту или иную часть тела как свою собственную (чаще всего парализованную левую руку или кисть). Он может считать, например, что рука принадлежит его родственнику. Сравнивая места повреждений в правом полушарии у пациентов с асоматогнозией и без, невро-

лог Тодд Файнберг обнаружил, что у всех пациентов с этим нарушением была повреждена надкраевая извилина, тогда как у всех пациентов, не страдавших асомагнозией, такого повреждения не наблюдалось¹⁰¹.

Безусловно, ни данные Люсины, полученные с помощью нейровизуализации и магнитной стимуляции, ни результаты каких-либо других неинвазивных экспериментов точно не доказывают, что при узнавании собственного лица активируются исключительно зеркальные нейроны и что дефицит такого узнавания связан с нарушением их деятельности. Эти технологии не обеспечивают настолько высокого разрешения, чтобы можно было проследить за отдельной клеткой. Однако, как мы видели в главе 2, область, которую стимулировала Люсина, имеет отчетливые зеркально-нейронные свойства. Ранее в настоящей главе я привел доводы в пользу того, что формирование зеркальных нейронов в младенческом возрасте происходит за счет взаимодействий между «я» и другими (младенец улыбается – мама улыбается в ответ). Зеркальные нейроны создают глубинную связь между «я» и другими. Можно сказать даже, что «я» и другие смешаны в зеркальных нейронах так же, как в гибридных лицах Люсины. Подтвержденный многими данными «интерес» зеркальных нейронов человека к другим людям должен каким-то образом сопровождаться их интересом к нему самому. Эмпирические результаты Люсины доказывают убедительность такого предположения. Ее данные выявляют биологические корни интересусубъективности. К сожалению, философский и идеологический индивидуализм, преоб-

ладающий в западной культуре, сделал нас нечувствительными к фундаментально интересубъективной природе человеческого мозга. Я полагаю, что данные нейронауки, касающиеся зеркальных нейронов, доказывают эту интересубъективность. Я поговорю о теоретическом значении этого ключевого свойства нашего мозга в последней главе.

Но насколько абстрактны взаимоотношения между зеркальными нейронами и «я»? Сотрудник моей лаборатории Джонас Каплан провел эксперимент с нейровизуализацией, чтобы проверить, активируются ли области человеческого мозга с зеркальными нейронами при узнавании испытуемыми собственного голоса. У Джонаса солидное философское образование, причем особый интерес он питает к восточной философии. У него много различных талантов и увлечений, включая игру на гитаре (большей частью он исполняет индийскую музыку, но также и выступает в составе рок-группы). Находясь, как и все в нашей лаборатории, под сильным впечатлением от эксперимента Люсины, Джонас решил посмотреть, будут ли области мозга, от которых, как установила Люсина, зависит зрительное узнавание собственного лица, отличать также собственный голос человека от чужого. Если будут, рассуждал Джонас, то можно сделать вывод, что эти области мозга оперируют довольно-таки абстрактными образами «я». В своем исследовании Джонас пошел по стопам Люсины и выбрал для сравнительного теста голос лучшего друга каждого из испытуемых. Но возникло очень серьезное затруднение: нет способа создавать «гибридные» голоса. Столк-

нувшись с этим фактом, Джонас решил использовать изображения и голоса в «чистом» виде. Испытуемый видел свою фотографию и слышал свой голос, затем видел фотографию лучшего друга и слышал его голос. Хороший план, но Джонасу пришлось решить еще одну проблему: общеизвестно, что голос человека, когда он говорит, слышится ему совершенно иначе, чем при воспроизведении его в записи. Физиологическая причина в том, что при разговоре звук нашего голоса поступает в ухо не только через воздух, но и через телесные ткани – большей частью костные. Но Джонас так преобразовал записанные голоса, что для испытуемых они стали звучать почти так же, как «вживую». Тонкая работа!

Почему Джонасу так важно было проверить, активируются ли зеркально-нейронные области человеческого мозга при узнавании не только своего лица, но и голоса? Вспомним, что зеркальные нейроны обезьян реагируют на звуки: в экспериментах, описанных в главе 1, это были звуки действий, ассоциирующиеся с разламыванием арахиса, с разрыванием бумаги и т.д. В главе 3 я говорил о подобных опытах с нейровизуализацией над людьми, а также о результатах других экспериментов, показывающих, что люди демонстрируют зеркальные явления по отношению к речевым звукам. Отсюда следует, что зеркально-нейронные области мозга многофункциональны и реагируют как на зрительные, так и на звуковые раздражители. Поэтому мы могли ожидать, что специфические зеркально-нейронные зоны, активировавшиеся во время экспериментов Люсины с фотографиями, будут срабатывать и во время подобных опытов

Джонаса с голосами. Их «отказ» реагировать в эксперименте Джонаса трудно было бы согласовать с гипотезой о роли зеркальных нейронов в самоузнавании.

К счастью, такого «отказа» не было. У испытуемых от записей собственных голосов активировались те же зоны, что и при виде собственных фотографий. Это показывает, что зеркальными нейронами человека кодируются раздражители разной природы, отображающие его «я», и подтверждает важную роль этих клеток в самоузнавании (и, кроме того, в формировании довольно таки абстрактного образа собственного «я»).

ДВЕ СТОРОНЫ ОДНОЙ МЕДАЛИ

Эксперименты с животными, как мы уже знаем, показывают, что развитое социальное окружение помогает формированию у них ощущения своего «я». Эксперименты с маленькими детьми говорят о том, что развитие самоузнавания идет у них рука об руку с усложнением социального поведения – от простой имитации до выражения социально ориентированных эмоций, таких как смущение. Наконец, мы только что видели, что области человеческого мозга с зеркальными нейронами активируются и при узнавании испытуемым собственного лица и голоса и что временное нарушение их деятельности посредством ТМС вызывает трудности с самоузнаванием. Все эти результаты, наряду с теоретическими соображениями, высказанными в начале главы, наводят на мысль, что зеркальные

нейроны подходят для аналогии с двусторонней медалью, которую я провожу: одна сторона – «я», другая – простите за тавтологию – другие.

Попытка разделить две стороны медали особого смысла не имеет. Вместо медали мы получим бесполезные кусочки металла. К сожалению, в западной культуре доминирует индивидуалистическая, солипсистская схема, которая принимает за истину предположение о полной отдельности «я» от других. Мы настолько погружены в эту идею, что любая мысль о взаимозависимости между «я» и другими кажется нам не только противоречащей нашим интуитивным представлениям, но и малопринимлемой или даже вовсе неприемлемой. Зеркальные нейроны воссоединяют «я» с другими, что идет вразрез с этими доминирующими взглядами. Их нейронная активность напоминает нам о первичной интерсубъективности¹⁰², которая, безусловно, проявляется в ранних интерактивных способностях младенцев, в их взаимодействии с родителями, развивающемся с очень раннего возраста. Не формирует ли она, эта первичная интерсубъективность, наши зеркальные нейроны? Я считаю, что да. Хотя, скорее всего, некоторые зеркальные нейроны функционируют у нас с рождения и способствуют самым ранним взаимоотношениям, я полагаю, что большая часть нашей зеркально-нейронной системы образуется за первые месяцы и годы наших отношений с близкими. Формирование зеркальных нейронов в мозгу младенца с наибольшей вероятностью происходит при взаимной имитации, как мы видели на примере улыбки. Если зеркальные нейроны действительно возникают

ЛИЦОМ К СЕБЕ

в мозгу малыша благодаря его взаимодействию с родителями, то эти клетки не только воплощают в себе «я» и других, но и начинают это делать в то время, когда ребенку в большей степени присуще недифференцированное ощущение «нас» (матери и ребенка или отца и ребенка), чем какое-либо ощущение независимого «я», в то время, когда он еще не может пройти зеркальный тест. От этого первичного «мы», однако, ребенок медленно, но верно переходит к более зрелому восприятию других, к восприятию естественному и непосредственному, причем явно обходящемуся без каких бы то ни было сложных умозаключений; он, можно сказать, вычленяет из этого «мы» должное ощущение «я» и других. Как? С помощью особого типа клеток, которые я назвал зеркальными супернейронами. Я поговорю о них в главе 7. Таким образом, на протяжении всей жизни активность зеркальных нейронов продолжает быть нейронным проявлением этого чувства «нас» – ощущения общности между «я» и другими.

6

Разбитые зеркала

МЛАДЕНЧЕСКАЯ ЗЕРКАЛЬНОСТЬ

Как я сказал в начале этой книги, одной из главных причин, по которым Джакомо Ридзолатти и его коллеги по пармской группе начали экспериментально исследовать нейрофизиологические механизмы моторного контроля у макак, была надежда, что эта работа в конце концов будет способствовать восстановлению моторных функций у людей после повреждений мозга. Ученые не искали зеркальных нейронов и обнаружили их неожиданно. Благодаря этому открытию перед нами распахнулось новое царство надежды. Чем больше накапливалось данных о роли зеркальных нейронов в социальном обучении и социальном поведении, тем смелее и масштабнее становились наши мечты, одна из которых состояла в том, что наши исследования позволят нам

больше узнать о социальных расстройствах, в частности об аутизме, и проложат путь к разработке эффективных методов лечения.

Понимание того, как в раннем возрасте развивается зеркально-нейронная система, безусловно, очень важно для изучения аутизма – расстройства, которым страдает примерно один ребенок из тысячи. Аутизм диагностируется на втором году жизни, когда ребенок начинает проявлять существенный дефицит в сфере социальных отношений. Несколько лабораторий в настоящее время проверяют гипотезу о том, что аутизм вызывается дисфункцией зеркально-нейронной системы, и некоторые ученые уже разрабатывают способы лечения, основанные на таком предположении. Одна из очевидных стратегий, которые подсказывает зеркально-нейронная гипотеза, – использование имитации в лечебных целях. Уже появились научные сообщения о положительном воздействии на детей, страдающих аутизмом, имитационных лечебных методик. Это чрезвычайно волнующие известия, из-за которых, думаю, я и забежал вперед. Вначале я должен рассказать о том, что мы знаем – или, по крайней мере, предполагаем, ибо эмпирических данных пока не так много, – по поводу роли зеркальных нейронов в развитии здорового ребенка, затем обсудить показатели дисфункции зеркальных нейронов при аутизме и, наконец, сообщить о многообещающих новых методах лечения.

Как мы видели в главе 2, младенцы могут имитировать некоторые элементарные гримасы и движения руками. Это умение, вероятно, обеспечивается зеркальными

нейронами. Разумеется, у нас нет (и, скорее всего, никогда не будет) возможности непосредственно проследить на клеточном уровне за мозговой активностью ребенка, чтобы это подтвердить; однако недавно появились некоторые результаты экспериментов с нейровизуализацией, говорящие о наличии у младенцев зеркально-нейронной системы. Две главные технологии, применяемые в моей лос-анджелесской лаборатории, – ФМРТ и ТМС – разрабатывались в расчете не на маленьких детей, и с их помощью трудно получить хорошие экспериментальные результаты, касающиеся младенцев. Попытки делались, но без особого успеха. Есть, однако, некоторые технологии, основанные на «оптической визуализации» и вполне пригодные для изучения мозга ребенка, поскольку они не требуют, чтобы испытуемый неподвижно лежал внутри большой установки.

Главная идея здесь проста: когда мы направляем свет на тот или иной объект, часть света поглощается, часть отражается. Физиологические процессы, сопровождающие мозговую активность, изменяют количество поглощаемого и отражаемого света. Наблюдая разницу, специалисты по оптической нейровизуализации могут измерять мозговую активность, в то время как испытуемый (которым может быть и младенец) выполняет то или иное задание. Одна из этих технологий называется «околоинфракрасная спектроскопия» (ОИКС), и она использует лучи в диапазоне близком к инфракрасному. С ее помощью можно изучать мозговую активность маленьких детей в очень естественной, непринужденной обстановке. В одном недавнем эксперименте два япон-

ских специалиста использовали ОИКС для изучения активности мозга у шести-семимесячных младенцев¹⁰³. Так называемые оптоды, испускающие и улавливающие электромагнитные лучи, были укреплены на головах у послушных, но мало что понимающих испытуемых с помощью мягких лент и особых держателей, изготовленных специально для этого эксперимента. Ребенка держал на коленях кто-либо из родителей. Когда все было готово, экспериментаторы начинали записывать на видео движения ребенка, играющего в игрушки. Затем они сравнивали его мозговую активность в периоды высокой подвижности и относительного затишья. Это сравнение показывало им, где у ребенка находятся моторные области мозга. Используя эту информацию, они затем помещали несколько оптодов непосредственно над этими моторными областями, чтобы определить, будут ли они активироваться, когда ребенок наблюдает за чужим действием. Если эти моторные области активны и при простом наблюдении за действием, выполняемым другим человеком, то этот вид мозговой активности, скорее всего, связан с зеркальными нейронами.

На этой чисто наблюдательной стадии эксперимента дети смотрели на движения трех типов: женщина играла с игрушкой; игрушка двигалась «сама собой» (экспериментатор управлял ею с помощью длинного шнура); мяч, подвешенный к потолку, раскачивался как маятник, повинаясь законам физики. Некоторые дети смотрели на все это непосредственно, другие – через телемонитор. Спектроскопия работала, и экспериментаторы, кроме того, фиксировали все движения детей, наблюдавших

за событиями. Проводя последующий анализ, они исключили из него время интенсивной подвижности ребенка, и, сравнивая между собой различные экспериментальные ситуации, они сравнивали лишь те периоды, когда ребенок двигался довольно равномерно. Ученые, кроме того, следили за его вниманием, выбирая те отрезки времени, когда ребенок обращал внимание на то, что ему показывали. Разумеется, некоторые из шестимесячных испытуемых не смогли пройти все стадии эксперимента. Примерно две трети, однако, справились с этим, и результаты оказались весьма информативными. Моторные области в мозгу у детей активировались при виде женщины, играющей с игрушкой, но не реагировали на игрушку, двигавшуюся самостоятельно, – отчетливый показатель хорошей работы зеркальных нейронов у детей этого возраста. Кроме того, эти моторные области активировались сильнее, когда дети смотрели на действия непосредственно, чем когда они видели их на экране. Это классическая картина в исследованиях зеркальных нейронов. Вспомним, что у обезьян зеркальные нейроны сильно разряжались при наблюдении за действиями «вживую», но практически не разряжались при наблюдении за тем же самым на мониторе компьютера. У людей зеркально-нейронные области реагируют на действия, происходящие на экране, но не так сильно, как на реальные. Результаты японского исследования с помощью ОИКС хорошо вписываются в общую схему.

Обратимся теперь к годовалым детям, для которых была создана другая экспериментальная обстановка. Чтобы понять ее смысл, нужно учесть, что, когда взрос-

лый смотрит на другого человека, перемещающего предмет (скажем, кладущего игрушку в ведерко), его взгляд превосхищает наблюдаемое действие. Мы смотрим на ведерко до того, как до него дотянется рука с игрушкой. Эта способность «предугадывать глазами», куда другой человек поместит предмет, вероятно, обеспечивается нашей зеркально-нейронной системой. Почему? Когда мы перемещаем такой же предмет сами, наши глаза делают ровно то же: мы смотрим на ведерко до того, как положим в него игрушку, превосхищая свое собственное действие¹⁰⁴. Шестимесячные младенцы не опережают взглядом чужую руку, кладущую предмет в ведерко. А вот годовалые, напротив, делают это, как взрослые. Это их умение, вероятно, опять-таки связано с зеркальными нейронами. Если игрушка благодаря трюку экспериментаторов перемещается в ведерко как бы сама, то годовалый ребенок не смотрит заранее туда, куда она попадет. (У взрослых – то же самое! Глядя на самодвижущуюся игрушку, направляющуюся в ведерко, мы не опережаем ее взглядом¹⁰⁵. Наше понимание зеркальных нейронов объясняет это «несоответствие». Когда игрушку держит рука, зеркальные нейроны кодируют намерение; без руки в поле зрения они не могут этого делать.)

В шестимесячном возрасте мы не можем заранее понять, куда рука поместит игрушку. В годовалом – можем. Ясно, что зеркальные нейроны учатся предугадывать чужие движения. Эта способность не дается нам от рождения. Мы имеем очередной пример того, как система зеркальных нейронов, судя по всему, формируется опытом.

ЧТО У ПОДРОСТКА В ГОЛОВЕ

Если система зеркальных нейронов так важна для раннего развития ребенка, то какое же значение она должна иметь для мальчика или девочки в старшем возрасте! Поскольку эта нейронная система чрезвычайно существенна для социального поведения, она не может не играть ключевой роли в подростковый период, когда чуть ли не вся жизнь порой, кажется, определяется социальными сетями и социальным поведением. Необходимо поэтому проследить всю траекторию развития, включая старший возраст.

Группа, возглавляемая Юго Теоре в Монреальском неврологическом институте, в настоящее время использует электроэнцефалографию для изучения зеркально-нейронной системы у подростков. При ЭЭГ электроды, помещенные на кожу головы испытуемого, регистрируют электрическую активность, исходящую от поверхности мозга. Используя эту технологию именно для наблюдения за деятельностью зеркальных нейронов, Теоре и его сотрудники исследовали так называемый мю-ритм. Сильно упрощая, можно сказать, что мю-ритм – выражение колебательной электрической активности, которая может фиксироваться над центральными моторными зонами мозга. В частности, когда мы шевелим кистями рук, мю-ритм снижается, или, как говорят нейроспециалисты, подавляется. Эта обратная корреляция между мю-ритмом и моторной активностью в мозгу очень помогла нейроспециалистам. Подавление мю-ритма – четкий признак моторной активности моз-

га. Но что, спрашивается, происходит с мю-ритмом при простом наблюдении за чужими движениями? Если не знать о зеркально-нейронной системе, можно предположить, что мю-ритм подавляться не будет. Ведь сам человек не двигается! Но, имея представление о зеркальных нейронах, мы не удивимся, обнаружив, что простое наблюдение за действиями другого человека также приводит к подавлению мю-ритма.

Это явление открыли несколько лет назад Риитта Хари и Джакомо Ридзолатти, используя еще один вид нейровизуализации – магнитоэнцефалографию (МЭГ). Если ТМС творит свои чудеса с помощью магнитной катушки, создающей искусственное магнитное поле, то при МЭГ в дело идет впечатляющий набор из примерно трех сотен датчиков, улавливающих гораздо более слабые (можно сказать, исчезающие) поля, спонтанно возникающие на поверхности мозга из-за электрической активности в нем. Регистрируемые магнитные поля большей частью создаются активностью нейронов на мозговых выпуклостях, называемых извилинами. Активность же в углублениях (бороздах) мозга измерять посредством МЭГ гораздо труднее. Тем не менее МЭГ остается главным способом нейровизуализации – прежде всего благодаря очень высокому временному разрешению, позволяющему специалистам разграничивать нейронные реакции, отстоящие друг от друга на несколько миллисекунд. Приведу пример. Когда мы слышим телефонный звонок и идем к телефону, области мозга, реагирующие на звук, активируются раньше, чем области, контролирующие ходьбу. Используя МЭГ для

изучения временной последовательности активации в различных областях мозга, специалист может понять, как эти области сообщаются между собой.

Обнаруженное Хари и Ридзолатти подавление мю-ритма не только при совершении собственных, но и при наблюдении чужих действий подарило нам еще один важный биомаркер зеркально-нейронной активности в человеческом мозгу¹⁰⁶. Продолжая их исследования, Юго Теоре и Жан-Франсуа Лепаж взялись за изучение подавления мю-ритма у нормально развивающихся, здоровых детей в возрасте от четырех до одиннадцати лет. В ходе эксперимента ребенок либо брал предмет, либо смотрел, как это делает кто-то другой. С помощью ЭЭГ Лепаж и Теоре обнаружили подавление мю-ритма как при собственном хватательном движении, так и при простом наблюдении за ним, подтвердив то, что и так не вызывало сомнений, – функционирование зеркальных нейронов у детей старшего возраста. (Кроме того, Ширли Фекто, ученица Теоре, получила возможность изучить ЭЭГ-активность в центральных моторных областях мозга у трехлетнего ребенка, страдающего эпилепсией, и подавление мю-ритма было зафиксировано как при действии – в данном случае при рисовании картинки, – так и при наблюдении за ним.) Эти исследования, однако, не касались одного из ключевых вопросов, состоящего в том, насколько тесно зеркально-нейронная система связана с развитием социальных навыков и с эмпатией у детей.

Исследуя этот вопрос в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе, мы выбрали для изучения, веро-

ятно, самое бурное время в развитии человека – подростковый период. (Я уже упоминал о том, что у меня растет одиннадцатилетняя дочь. Я собираюсь с духом, готовясь к последующим нелегким годам.) Мы привлекли к лабораторным исследованиям большую группу мальчиков и девочек, которым скоро предстоит половое созревание, и намерены следить за ними (не буквально, конечно, а с помощью средств нейровизуализации) до пятнадцатилетнего возраста. Эта продолжительная (лонгитюдная) научная программа только началась, но первое исследование детей уже проведено, и мы имели возможность увидеть, как функционирование зеркально-нейронной системы типично развивающихся десятилетних детей связано с их социальными навыками. Этим процессом руководила Мирелла Дапретто, специалист по психологии развития в области педиатрической нейровизуализации и детского аутизма (и, кроме того, моя жена).

В этом первом эксперименте Мирелла применила ФМРТ. Дети выполняли задание по «социальному зеркальному воспроизведению»: они либо просто смотрели на человеческие лица, выражающие те или иные эмоции, либо имитировали эти лица. В главе 4 я говорил, что мы использовали такое же задание с эмоциональными выражениями лица, чтобы изучить функциональную связь между зеркально-нейронной системой и мозговыми центрами эмоций в лимбической системе (эту связь, как выясняется, осуществляет островок). Мирелла хотела не просто зафиксировать активность зеркально-нейронной системы, что уже было сделано исследователями детей младшего возраста, а посмотреть на упомянутую функ-

циональную связь между зеркально-нейронной системой и центрами эмоций – на связь, которая предположительно обеспечивает социальное зеркальное воспроизведение и эмпатию, давая нам возможность понимать чужие чувства.

Для проверки своей гипотезы Мирелла, помимо данных нейровизуализации, воспользовалась результатами оценки способности детей к сопереживанию и их коммуникативных навыков. Эти способности измерялись с помощью индекса межличностной реактивности – хорошо проверенной психологической шкалы, состоящей из четырех субшкал, две из которых измеряют когнитивную эмпатию, другие две – эмоциональную эмпатию. Субшкалы, посвященные когнитивной сфере, оценивают способность встать на точку зрения другого человека и склонность воображать себя на месте персонажей книг и фильмов. Субшкалы, относящиеся к эмоциональной эмпатии, оценивают склонность интересоваться переживаниями других людей и степень эмоционального отклика при виде чьих-либо сильных переживаний. Мирелла также проверила социальные навыки детей, используя шкалу коммуникативной компетентности, анкету для которой заполняли родители. Шкала измеряет «популярность» ребенка, количество у него друзей и приятелей и т.п.¹⁰⁷

Первый вопрос, на который Мирелла хотела получить ответ, был следующим: демонстрирует ли мозг здорового десятилетнего ребенка такую же картину активности, как мозг взрослого, у которого наблюдение за другим человеком, чье лицо выражает ту или иную эмо-

цию, запускает три ключевые нейронные системы: во-первых, зеркально-нейронные области, обеспечивающие внутреннюю имитацию («симуляцию») увиденного выражения лица; затем островок, соединяющий зеркально-нейронные области с центрами эмоций в лимбической системе; и, наконец, саму лимбическую систему. При имитации выражений лица активируется та же самая нейронная цепь, но сильнее, потому что имитация, как мы видели, «суммирует» нейронную активность, связанную с наблюдением и действием. Испытуемые Миреллы показали в точности такую же картину мозговой активности, что и взрослые в прежних экспериментах. Никаких сюрпризов.

Второй и самый важный вопрос, которым она задалась, был таким: может ли функционирование зеркально-нейронной системы ребенка сообщить нам что-либо о его способности испытывать эмпатию к другим людям и вести успешную социальную жизнь? Чтобы получить на него ответ, Мирелла провела корреляционный анализ поведенческих баллов, полученных с помощью шкал эмпатии и коммуникативной компетентности, с одной стороны, и данных ФМРТ – с другой. Результаты получились весьма убедительные. Баллы, отражающие уровень эмоциональной эмпатии, отчетливо коррелировали с уровнем активности в зеркально-нейронных областях при наблюдении за эмоциональными выражениями лица. Чем более ребенок склонен к эмоциональной эмпатии, тем сильнее разрядка в областях его мозга с зеркальными нейронами при виде других людей, выражающих свои чувства. Что же касается уровня коммуника-

тивной компетентности детей, он хорошо коррелировал с уровнем активности в зеркально-нейронных областях при имитации чужих выражений лица. Дети, которые по данным, полученным от их родителей, могли считаться социально компетентными (имели много друзей и товарищей по играм), демонстрировали весьма сильную активацию зеркально-нейронных областей при имитации¹⁰⁸.

Анализируя эти результаты, Мирелла поняла ключевую роль зеркальных нейронов в социальном поведении. По картине их разрядки исследователь может судить о социальных способностях человека. Активность этих клеток можно считать своего рода биомаркером социальной компетентности, причем биомаркером очень тонким: ведь эмоциональная эмпатия, то есть способность эмоционально отзываться на чужие переживания, носит весьма личный, внутренний характер. Обнаруженная Миреллой корреляция между эмоциональной эмпатией у ребенка и его мозговой активностью при простом наблюдении за чужими чувствами вполне осмысленна. Сходным образом, склонность к открытому копированию чужих эмоциональных выражений лица – важный фактор успеха в социальных взаимоотношениях. Если я выражаю сильную радость или глубокую печаль, а другой человек смотрит на это с каменным лицом, то я чувствую себя непонятым. Взаимное копирование, как мы видели в главе 4, – ключевой аспект социального взаимодействия. Поэтому то, что Мирелла обнаружила корреляцию между активностью зеркальных нейронов при открытой имитации эмоциональных выражений лица, с одной стороны, и комму-

РАЗБИТЫЕ ЗЕРКАЛА

никативной компетентностью – с другой, также вполне осмысленно.

Результаты ее опытов с детьми показывают нам, что биология зеркально-нейронной системы – краеугольный камень, на котором уже в раннем возрасте зиждутся наши эмпатические склонности и наша коммуникативная компетентность. Но что если развитие зеркально-нейронной системы каким-либо образом изменено или нарушено?

ИМИТАЦИЯ И АУТИЗМ

Научные сообщения о нарушении имитации у аутичных детей стали появляться как минимум с 1950-х годов¹⁰⁹. Десятилетиями, однако, эти нарушения не считались важными для понимания глубинных причин аутизма – главным образом из-за господства «теории теорий», сначала неявного, а затем (в 1980-х годах) явного. Как я объяснил в главе 2, эта модель утверждает, что детям помогает понимать желания, представления, мнения других людей некий особый модуль у них в мозгу, конструирующий теории относительно других людей, как если бы дети были учеными, проверяющими на людях свои гипотезы¹¹⁰. Согласно «теории теорий», именно дисфункция этого гипотетического мозгового модуля вызывает те нарушения, что мы наблюдаем у аутичных детей, которые, как правило, не могут пройти так называемый тест на понимание ложных представлений. В этом тесте перед детьми разыгрывается маленький спектакль,

в котором участвуют Энн и Салли (их изображают либо куклы, либо люди). Салли и Энн находятся в одной комнате. Салли кладет свой мяч в корзинку и накрывает ее. Когда Салли выходит из комнаты, Энн перекладывает ее мяч из корзинки в коробку. В этот момент детей спрашивают: где Салли будет искать мяч, когда вернется? Чтобы дать правильный ответ, ребенок должен понять, что Салли не видела, как Энн перекладывает мяч, и поэтому ошибочно убеждена, что мяч по-прежнему в корзинке. Ребенок, который говорит, что Салли будет искать мяч в коробке, очевидным образом не может взглянуть на ситуацию с точки зрения Салли. Сторонники «теории теорий» считали подобные нарушения первичным фактором, обуславливающим трудности с социальным поведением у аутистов. Эта идея достигла пика популярности в данной сфере науки примерно к началу 1990-х, хотя имелась одна существенная проблема: аутизм чаще всего диагностировался на третьем году жизни (а сейчас даже раньше!), а ведь даже типично развивающиеся дети не всегда проходят тест на понимание ложных представлений примерно до четырехлетнего возраста. Если двухлетние дети и с аутизмом, и без не могут пройти этот тест, я бы сказал, что его вряд ли можно считать специфическим тестом на аутизм.

В то время (в начале 1990-х) нарушения имитации у аутичных детей не рассматривались как первичный фактор и, соответственно, изучались недостаточно. Не все, однако, игнорировали эту тему. Плывая против сильного течения, Салли Роджерс и ее коллега Брюс Пеннингтон из Центра медицинских наук университета

Колорадо высказали мнение, что нарушения имитации у аутичных детей следует изучать гораздо более пристально, поскольку они могут иметь ключевое значение для связанных с аутизмом социальных нарушений¹¹¹. Меня и сегодня восхищает прозорливость, проявленная ими в то время, когда моду диктовали чрезвычайно «менталистические» (то есть когнитивные) объяснения. Интерес к их идее впоследствии возрастал – вероятно, потому, что нарушения имитации при аутизме очень хорошо видны. Имитация, однако, имеет разнообразные формы. Нарушена ли она во всех своих проявлениях у аутичных детей? Питер Хобсон из лондонского Университетского колледжа так не считает.

Хобсон со своим коллегой Тони Ли решил проверить гипотезу о том, что аутичные дети потому недостаточно хорошо имитируют других людей, что не могут себя с ними «отождествить». Эта гипотеза, в свою очередь, была основана на серии более ранних исследований Хобсона, результаты которых шли вразрез с доминирующим гиперрациональным представлением о том, что базовая проблема аутистов – нарушения в работе теоретизирующего мозгового модуля. Хобсон утверждал, что главное нарушение аутистов носит эмоциональный характер. Чтобы это доказать, Хобсон и его коллега Джейн Уикс придумали очень простой эксперимент, который должен был ответить на вопрос: что замечают в людях аутичные и типично развивающиеся дети – одно и то же или разные вещи?¹¹² С этой целью они показывали детям изображения мужчин и женщин либо в шерстяных кепках, либо в шляпах с мягкими полями; лица у них

были либо радостные, либо печальные. Уикс и Хобсон попросили детей выбрать что-то одно, чем картинки различаются, и разложить их по двум коробкам. Само собой, дети могли сортировать их по признаку пола, головного убора и выражения лица. В первом «раунде» как типично развивающиеся, так и аутичные дети выбрали в качестве признака пол. После этого Уикс и Хобсон попросили их рассортировать картинки еще раз, уже невзирая на пол. Тут-то и выявилась разница, и вы, конечно, догадываетесь, в чем она заключалась: типично развивающиеся дети разложили их по признаку эмоции, аутичные – по типу головного убора. В своей чудесной книге «Колыбель мысли» Хобсон пишет, что дети с аутизмом словно «почти слепы к чувствам других людей», что их как бы «мало трогают чужие переживания»¹¹³. Эти результаты укрепили Хобсона в мысли, что проблемы аутичных детей коренятся не в когнитивном дефиците и не в трудностях с построением «теорий», а в нехватке эмоциональных связей.

Проверяя гипотезу о том, что нарушения имитации у аутичных детей связаны, помимо прочего, с их неспособностью войти в эмоциональный «резонанс» с другими людьми, Хобсон и Ли разработали эксперимент, во время которого ребенок мог имитировать как достижение определенной цели, так и манеру поведения – мягкую или резкую. В эксперименте участвовали и типично развивающиеся, и аутичные дети, и детям предварительно даже не сообщили, что они должны будут имитировать увиденное. На первой – демонстративной – стадии Ли просто сказал им: «Посмотрите». После этого он вы-

полнил ряд простых действий с несколькими объектами. Например, проводил палочкой по «забору» из трубок с прерывистым звуком или нажимал на игрушечного полицейского, который затем двигался сам собой. Используя палочку и трубки, он для половины каждой группы (аутичных и типично развивающихся детей) делал это бережно и аккуратно, для другой половины – нарочито грубо. Нажимая на полицейского, он в одном случае делал это всей ладонью, в другом – двумя пальцами.

После этой маленькой игры детям, чтобы они отвлеклись, предложили пройти речевой тест. Затем Ли показал детям на трубки и палочку, на полицейского, на другие игрушки и сказал просто: «Займитесь-ка этим». Что они стали делать? Оказалось, что как типично развивающиеся дети, так и дети с аутизмом использовали игрушки для достижения тех же целей, что достигал перед этим Тони Ли: например, извлекали палочкой звуки из трубок и нажимали на полицейского, заставляя его двигаться. Однако типично развивающиеся дети, в отличие от аутичных, имитировали еще и манеру, в которой Ли это делал. Создавалось впечатление, пишет Хобсон, что аутичные дети имитировали действие, которое им показал Тони Ли, а типично развивающиеся дети – личность¹¹⁴.

Эксперименты Хобсона и Ли, так же как и другие исследования имитации у аутичных детей, выявили, что серьезнее всего у них нарушена социальная, эмоциональная форма имитации, а не когнитивная (хотя и она в определенной мере страдает). Важнейшее нарушение у аутистов касается их способности к социальному

зеркальному воспроизведению, которую обеспечивает взаимодействие между зеркальными нейронами и лимбической системой через островок. Однако все данные о проблемах с имитацией при аутизме, которые я пока что привел, носят поведенческий характер. Существуют ли более прямые свидетельства дисфункции зеркальных нейронов у аутистов?

ЗЕРКАЛЬНО-НЕЙРОННАЯ ГИПОТЕЗА ОБ АУТИЗМЕ

Несколько лет назад две группы ученых независимо друг от друга высказали мнение, что аутизм, возможно, связан с дисфункцией зеркально-нейронной системы. Одну группу (в Шотландии) возглавил Джастин Уильямс, специалист по аутизму. Он объединил усилия с Эндрю Уайтеном, изучавшим имитационное поведение у приматов, и Дэйвом Перретом, специалистом по нейрофизиологии обезьян. Нарушения имитации, наблюдаемые у детей с аутизмом, нейрофизиологические свойства зеркальных нейронов у обезьян, данные экспериментов с нейровизуализацией в моей лос-анджелесской лаборатории, касающихся имитации, – все это привело шотландских ученых к гипотезе о нарушении развития зеркально-нейронной системы на ранней стадии, вызывающем впоследствии каскад новых дефектов развития, результатом чего является аутизм¹¹⁵. Один из их ключевых аргументов состоял в том, что нарушениями имитации могут объясняться позднейшие расстройства в так называемой

«модели психического» («theory of mind»)*, поскольку и имитация, и «модель психического» требуют от аутичного ребенка установления связи между точкой зрения другого человека и своим сознанием. Если так, то ключевым нейронным нарушением при аутизме, рассуждали они, является дисфункция зеркальных нейронов.

Примерно в то же время Вилаянур Рамачандран и его коллеги по Калифорнийскому университету в Сан-Диего исследовали подавление мю-ритма у аутичных детей, наблюдавших за чужими действиями. Эксперименты с ЭЭГ, описанные выше в этой главе, показали, что по такому подавлению можно судить о зеркально-нейронной активности. Подобно Джастину Уильямсу в Шотландии, Рамачандран пришел к мысли, что основным нарушением при аутизме является дисфункция зеркальных нейронов, после чего он приступил к эмпирической проверке этой гипотезы. В ноябре 2000 года группа из Сан-Диего представила предварительные результаты своих ЭЭГ-экспериментов на заседании Общества нейронауки – крупнейшем форуме нейроспециалистов всего мира¹¹⁶. Это было первое публичное сообщение о данных, подтверждающих гипотезу о зеркально-нейронной дисфункции при аутизме. Соответствие первых эмпирических результатов теоретическим соображениям вдохновило целый ряд других специалистов на исследование связи аутизма с зеркальными нейронами. В последнее время как минимум шесть

* «М о д е л ь п с и х и ч е с к о г о» – способность определять свои и чужие внутренние состояния (убеждения, намерения, желания и т.д.) и понимать, что внутреннее состояние другого человека может отличаться от твоего.

различных лабораторий, изучающих человеческий мозг с помощью всевозможных технологий, подтвердили нарушения в зеркально-нейронных областях у аутистов.

РАЗБИТОЕ ЗЕРКАЛО

Риитта Хари, впервые обнаружившая вместе с Джакомо Ридзолатти важный биомаркер зеркально-нейронной активности – подавление мю-ритма не только при действии, но и при наблюдении за ним, – недавно исследовала специфику мозговой активности у пациентов с синдромом Аспергера (это сравнительно мягкая форма аутизма). Пациентов просили имитировать серию простых мимических действий: выпячивать губы, открывать рот, надувать щеки. Движения не носили никакой особенной смысловой или эмоциональной нагрузки.

Я уже писал о том, как МЭГ улавливает крохотные магнитные поля вокруг головы, возникающие из-за электрической активности мозговых клеток. Эта аппаратура может разграничивать события в мозгу, отстоящие друг от друга на миллисекунды. Это очень короткие промежутки, и столь высокая чувствительность прибора позволяет нам изучать временную последовательность активации в различных областях мозга. Пользуясь преимуществами высокого временного разрешения, Хари и ее сотрудники фиксировали моменты активации в зеркально-нейронной системе и увидели, что у аутистов при имитации реагируют по существу те же области мозга, что у здоровых добровольцев, но с запаздыва-

нием в зеркально-нейронной зоне, находящейся в лобной доле (см. рис. 1, с. 78)¹¹⁷. Сообщение между зеркальными нейронами в теменной и лобной долях оказалось замедленным. Система связи в мозгу у этих пациентов не работала должным образом, что создавало проблемы в социальном поведении.

Не только этот эксперимент, но и другие, проведенные в лабораториях на разных континентах с использованием различных технологий (результаты отражены в научных статьях, опубликованных в последние годы), в один голос говорят о зеркально-нейронных нарушениях при аутизме¹¹⁸. Однако при этих исследованиях активность в зеркально-нейронной системе измерялась в ходе выполнения заданий, не имеющих эмоциональной составляющей. Вспомним идею Питера Хобсона о том, что аутисты потому испытывают проблемы с имитацией, что им трудно отождествить себя с другим человеком. Главным дефицитом у пациентов, страдающих аутизмом, похоже, является недостаток глубоко прочувствованного зеркального воспроизведения, сближающего людей и делающего возможным установление эмоциональной связи. Другой важнейший момент, оставшийся неизученным, несмотря на обилие недавних научных работ по данной теме, – функциональная значимость зеркально-нейронного дефицита. Никто не выяснял, коррелирует ли снижение зеркально-нейронной активности с серьезностью проявлений аутизма у пациентов.

Моя жена Мирелла Дапретто решила исследовать эти проблемы, взяв за основу свой эксперимент с нейровизуализацией, в ходе которого типично развива-

ющиеся дети смотрели на лица, выражающие эмоции, и имитировали эти лица. Тот эксперимент показал, что зеркально-нейронная активность при выполнении заданий, связанных с социальным зеркальным воспроизведением, коррелирует с уровнем социальной компетентности и эмпатии школьника. Мирелла подумала, что те же задания идеально подойдут для тестирования дефицита социального воспроизведения у аутичных детей, вызванного дисфункцией зеркальных нейронов. Мариан Сигман, психолог-клиницист из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе, возглавила группу, выполнившую оценку серьезности проявлений аутизма у детей, которым всем было по двенадцати лет. Эта оценка позволила Мирелле провести сопоставительный анализ мозговой активности у детей, измеренной с помощью ФМРТ, и тяжести их состояния, после чего сделать вывод: является ли характер активности в специфических областях мозга достоверным признаком болезни?

Результаты полностью соответствовали всем нашим предположениям. При разглядывании и имитации лиц, выражающих эмоции, аутичные дети продемонстрировали гораздо меньшую активность в зеркально-нейронных областях по сравнению с типично развивающимися детьми. Более того, Мирелла обнаружила отчетливую корреляцию между уровнем этой активности и серьезностью заболевания: чем хуже состояние ребенка, тем ниже активность¹¹⁹. Этим исследованием Мирелла показала, что дисфункция зеркальных нейронов – определяющий фактор для социальных нарушений при

аутизме. И, как всякий хороший научный эксперимент, исследование Миреллы породило новые вопросы, два из которых являются весьма насущными: почему у некоторых детей возникает дисфункция зеркальных нейронов и как с ней бороться?

ПОЧИНКА РАЗБИТЫХ ЗЕРКАЛ

На выдвижение гипотезы, с помощью которой я пытаюсь объяснить дисфункцию зеркально-нейронной системы у некоторых детей, меня вдохновила деятельность Ами Клина, бразильского психиатра, работающего в Центре исследований детей Йельского университета. Будучи бразильцем, Ами, само собой, страстный футбольный болельщик, и, когда мы встречаемся, наш профессиональный разговор частенько соскакивает на футбол. Неисчерпаемая тема для обсуждения – это, конечно, матчи между сборными наших стран на чемпионатах мира в разные годы. В частности, однажды мы с Ами согласились, что бразильская команда, которую Италия сумела победить в 1982 году, была лучшей футбольной командой за всю историю. Она казалась непобедимой – и все-таки проиграла, и Италия затем завоевала Кубок мира. Одно из чудесных свойств футбола – его непредсказуемость, которая, мне кажется, напоминает нам обоим о непредсказуемости человеческого мозга и о наших исследованиях его неизмеримых глубин. Разговаривая о мозге с Ами, я люблю возвращаться к его исследованию резкого различия между аутичными и типично раз-

вживающимися детьми в том, как они смотрят на сцены общения. В ходе этих экспериментов Ами и его коллеги по Йельскому Центру с помощью датчика движения глаз изучали «картину зрительной фиксации» у испытуемых с аутизмом и без при показе им сложных, динамичных социальных сцен – например, видеоклипов, в которых люди увлеченно разговаривали между собой. Аутичные дети гораздо меньше смотрели на глаза персонажей, чем дети из контрольной группы, и чем серьезнее были у них нарушения, тем выше был объем зрительной фиксации на неодушевленных предметах. Напротив, чем выше был у аутичного ребенка уровень общительности и социальной приспособленности, тем больше он смотрел на губы персонажей клипа – не в глаза, а именно на губы.

Еще одно интереснейшее открытие Ами – резкое различие в том, как аутичные дети справляются со спонтанно возникающими ситуациями, с одной стороны, и хорошо структурированными – с другой. Используя все тот же бесценный датчик движения глаз, Ами проследил за тем, как испытуемые, разбитые на две группы (с аутизмом и без), реагировали на указывающий жест. Клип, который они смотрели, был фрагментом фильма «Кто боится Вирджинии Вулф?», где один из персонажей показывает на картину на стене и спрашивает: «Кто автор этой картины?» На стене висит несколько картин, поэтому вопрос в отрыве от жеста не имеет смысла. Однако жест, которым сопровождается вопрос, объясняет, какая картина имеется в виду. Датчик Ами продемонстрировал, что типично развивающиеся дети мгновенно и автоматически проследили взглядом за рукой и поня-

ли, о какой картине идет речь. Аутичные дети, напротив, не отреагировали глазами на жест и перевели взгляд лишь после того, как вербальный вопрос был задан. Они не имели понятия, о какой картине говорил персонаж, на какую из них он показал, и поэтому они хаотически блуждали взглядом от картины к картине. Немного погодя их напрямик спросили об указывающем жесте и его смысле, и в этой структурированной ситуации они смогли адекватно ответить на вопрос о значении жеста в сцене, которую видели. При спонтанном наблюдении, однако, движения их глаз свидетельствовали о том, что они не поняли смысла происходящего между двумя персонажами¹²⁰.

Аутичные дети проявляют эти особенности зрительной фиксации уже в очень раннем возрасте. Трудно сказать, почему это происходит. Возможно, они наделены меньшим количеством зеркальных нейронов, чем их сверстники, и поэтому наблюдение за чужими действиями не является для них столь вознаграждающим. Не исключено, однако, и то, что особенности их зрительной фиксации первоначально не связаны с зеркальными нейронами. Но даже в этом случае без последствий для зеркальных нейронов не обходится. Как я писал в главе 4, очень вероятно, что система зеркальных нейронов формируется и укрепляется по мере накопления опыта взаимной имитации младенца и родителей, благодаря которой ребенок устанавливает связь между определенными своими движениями и видом другого человека, делающего в точности те же движения. Дети, у которых развивается аутизм, не склонны смотреть на мать, отца

или няню, и поэтому между их собственными движениями и движениями имитирующего человека они не чувствуют связи. А значит, их зеркальные нейроны не могут формироваться или укрепляться. Я считаю такой сценарий развития весьма вероятным, учитывая свойства зеркальных нейронов, результаты экспериментов Ами Клина с датчиком движения глаз и роль имитации в раннем общении. И все мы, конечно, хотим знать, могут ли эти результаты и гипотезы породить эффективные способы лечения, способные восстановить хотя бы некоторые зеркально-нейронные функции у людей, страдающих аутизмом.

Я уже несколько лет даю на этот вопрос один и тот же ответ. Я считаю, что способы лечения, основанные на имитации, могут очень эффективно помогать аутичным пациентам справляться с проблемами с общением. В настоящее время как минимум трое ученых исследуют воздействие имитации на аутичных детей: Жаклин Надель в Париже, Салли Роджерс в Калифорнийском университете в Дэвисе и Брук Ингерсолл в Орегоне. Недавно я посмотрел одну из сделанных Роджерс видеозаписей, демонстрирующих «вмешательство», которое ее группа осуществляет по отношению к очень маленьким аутичным детям. Когда ребенок выглядит безучастным, Салли начинает его имитировать, взаимодействуя с ним весело, шаловливо, эмоционально. Мгновенно ребенок начинает гораздо активнее откликаться на инициативу Салли и вступает с ней в эмоциональное взаимодействие. Разве может такое вмешательство не быть благотворным?

Эта видеозапись напомнила мне об одном эпизоде встречи, организованной обществом «Вылечим аутизм сейчас» (www.cureautismnow.org) в 2001 году. Я окончил лекцию о зеркальных нейронах, имитации и возможной дисфункции зеркальных нейронов при аутизме. Ответив на все вопросы, я спустился со сцены, и тут ко мне подошел человек, работающий с аутичными пациентами. Он сказал: «Вы знаете, то, что я от вас услышал об имитации как возможном пути лечения, кажется мне чрезвычайно осмысленным. Я работаю с тяжелобольными людьми, и бывает так, что никакие попытки вступить с ними в контакт не приносят успеха. Но на тот случай, когда ничто другое не получается, у меня есть последний способ, который обычно хорошо помогает. Большинство моих пациентов делают повторяющиеся, стереотипные движения. Когда я не знаю, как по-другому установить связь, я имитирую эти движения. И почти сразу они видят меня, мы в конце концов вступаем во взаимодействие, и я могу начать работать с пациентами».

Мы видели, насколько люди склонны имитировать друг друга, координировать движения и как сильно этим скоординированным моторным поведением, как правило, облегчается общение, социальное взаимодействие. Что это за мгновенная связь, которую порождает имитация? Хотя хорошо проверенных научных данных об этих спонтанных формах имитации мы не имеем, очень вероятно, что в них участвуют зеркальные нейроны. Когда терапевт имитирует пациентов, он, вполне возможно, активирует их зеркальные нейроны, которые в свою очередь, возможно, помогают им увидеть тера-

певца в буквальном смысле слова. Это всего лишь моя гипотеза, но то, что мы знаем о зеркальных нейронах, делает ее правдоподобной. Некоторое время назад Жаклин Надель прислала мне из Парижа поразительную видеозапись. Двенадцатилетний аутичный мальчик, совершенно ушедший в себя, демонстрирует характерное для аутистов поведение: он совершает стереотипные бессмысленные движения руками (такие движения могут быть различными; в данном случае это размахивание руками). Он один в больничной палате, но вокруг много игрушек и других предметов для игры. При этом каждая игрушка и каждый предмет здесь имеется в двух экземплярах. Входит другой ребенок – девочка с низким коэффициентом умственного развития, но без аутизма, хорошо знакомая мальчику. Она начинает играть с некоторыми из предметов, и видно, что она старается побудить мальчика последовать ее примеру. Она надевает одну ковбойскую шляпу на себя, затем вторую – на мальчика. Она помогает ему надеть солнечные очки, после чего другие очки надевает на себя. Дети пожимают друг другу руку и смеются. Стереотипные движения у аутичного мальчика сразу исчезают. Девочка теперь берет зонтик, раскрывает и гордо шествует по палате. Аутичный мальчик спонтанно повторяет за ней. Стереотипные жесты полностью исчезли: перед нами ребенок, увлеченно играющий со сверстницей. Некоторое время дети играют в различные имитационные игры: то он подражает ей, то она ему. В какой-то момент она выходит из палаты, и мальчик почти сразу опять погружается в себя и снова начинает размахивать

руками. Девочка возвращается – бессмысленные жесты пропадают. Как по волшебству. Но никакого чуда тут, конечно, нет. Социальное зеркальное воспроизведение, связывающее людей между собой эмоционально, может весьма эффективно помогать аутичным детям преодолевать некоторые социальные проблемы.

Для более строгой проверки этой гипотезы Надель провела два эксперимента с аутичными детьми. Во время каждого из них одна группа детей взаимодействовала со взрослым, имитировавшим их, другая – со взрослым, который просто с ними играл. Надель обнаружила, что дети, которых имитировали, вели себя гораздо более «социально» и играли со взрослым намного активнее, чем дети, которым взрослый не подражал. Кроме того, дети, которых имитировали, проводили больше времени рядом со взрослым и чаще до него дотрагивались, чем дети из другой группы¹²¹.

Эти чрезвычайно интересные результаты весьма осмысленны в свете того, что мы знаем о зеркальных нейронах. В Орегоне Брук Ингерсолл также использовал имитацию для терапии аутичных детей и получил еще более захватывающие результаты, применяя имитацию в естественной игровой обстановке. В процессе как бы спонтанного, игрового общения терапевт начинает имитировать детские жесты, восклицания и действия по отношению к игрушкам. Затем терапевт побуждает детей подражать его собственным действиям. Состояние детей в ходе такой терапии отчетливо улучшается, и это улучшение далеко не ограничивается имитацией как таковой. Это важная новость. Другие социально-

коммуникативные показатели – в частности, связанные с речью и ролевыми играми – также демонстрируют ясную положительную динамику. Приемам, разработанным Ингерсоллом, можно обучать родителей, чтобы они использовали их дома при спонтанном общении с детьми. Воздействие поистине может быть только благотворным¹²².

Эти приемы не требуют никакой специальной подготовки или оборудования, и научиться им легко. Они могут очень быстро распространиться внутри родительского сообщества и помочь очень многим аутичным детям. Осведомленность родителей о взаимосвязи между зеркальными нейронами и имитацией сулит этим детям положительные сдвиги, которые могут облегчить всю их дальнейшую жизнь.

7

Суперзеркала и «подключенный» мозг

ТЕМНЫЕ ВОЛНЫ В МОЗГУ

Весной 2001 года Витторио Галлезе, я и еще несколько нейроспециалистов, будучи в Севилье, наслаждались затейливыми местными закусками – тапас. Разговор зашел о том, почему всегда лучше там, где нас нет. Витторио, выдающийся исследователь мозга на клеточном уровне, признался, что завидует относительной легкости, с какой мы, специалисты по нейровизуализации, можем проводить наши эксперименты: нам не нужна ни всесторонняя выучка, которой требует работа с обезьянами, ни нейрохирургия для имплантации электродов... Я не мог не согласиться, что материально-техническое обеспечение у нас проще, но как насчет результатов эксперимента? Нам для их интерпретации необходим

сложный статистический анализ, и даже после него они обычно не настолько определены и недвусмысленны, как данные исследований на клеточном уровне. Это может обескураживать. Мой друг хорошо понял, что я имею в виду. Он кивнул. «Когда находишь красивый нейрон, это просто здорово», – сказал он, а в глазах его сквозило восхищение. Что ж, он прав.

Мы, нейроспециалисты, сталкиваемся в нашей работе с очень большими препятствиями. Исследования на самом тонком и детальном – клеточном – уровне, подобные тем, что позволили Витторио и его пармским коллегам впервые обнаружить зеркальные нейроны, носят инвазивный характер, требуют нейрохирургии для имплантации электродов. Хотя нейрофизиологи, работающие с обезьянами, принимают все меры, чтобы имплантация не причиняла животным дискомфорта, существует запрет на подобные исследования человекообразных обезьян и людей (за редкими исключениями, как мы видели; об одном исключении – самом важном – я еще скажу). При этом невероятно изощренные технологии изучения человеческого мозга (и в первую очередь ФМРТ), используемые в лабораториях, подобных моей лос-анджелесской, измеряют лишь совокупную активность большого числа мозговых клеток (так называемых клеточных ансамблей) и, кроме того, не очень хорошо подходят для исследования животных и даже детей, которых трудно заставить неподвижно лежать внутри шумно работающих устройств.

Короче говоря, многообразные технологии пригодны для разных исследований, и каждой из них присущи

свои особые ограничения – практические, материально-технические, финансовые, этические. С обезьянами нам нелегко переходить от изучения одной клетки к изучению ансамблей, с людьми – наоборот. В этом смысле мы на самом деле находимся в промежуточном положении. Головоломки, с которыми мы сталкиваемся, оставляют нам умозаключение, аналогию как главный способ обобщения полученных данных и составления развернутой картины, а аналогия, при всей ее ценности и необходимости, инструмент, конечно же, не идеальный. Она не была бы идеальным инструментом даже при сопоставлении человека с ближайшим из его живущих ныне родичей – с шимпанзе; а макаки стоят еще несколькими эволюционными ступенями ниже. К сожалению, мы мало что можем сделать для устранения этого информационного разрыва. Мы не можем изменить эволюционный процесс, и мы, разумеется, не намерены отказываться от полной поддержки запрета на большинство инвазивных научных исследований людей и человекообразных обезьян. И я не хотел бы жить в обществе, которое иначе относилось бы к этому вопросу.

Мы не можем изучать на клеточном уровне людей, но как насчет нечеловекообразных обезьян на уровне клеточных ансамблей? Успех подобных исследований позволил бы нам сопоставить нейронную активность отдельных клеток и ансамблей у обезьян, а затем соотнести ансамблевую нейронную активность у обезьян и людей. Эти два последовательных сопоставления, безусловно, облегчили бы бремя умозаключений и аналогий и помогли бы нам свести все в одну общую кар-

тину. В последние годы ряд исследователей и лабораторий разработали технологии изучения мозга обезьян с помощью ФМРТ. Прежде всего назову Никоса Логофетиса из института имени Макса Планка в Тюбингене (Германия). Искусно усовершенствовав стандартную аппаратуру, применяемую для экспериментов на мозгу обезьян, Логофетис смог одновременно регистрировать активность отдельных клеток с помощью внутричерепных электродов и использовать ФМРТ. Со стандартной аппаратурой это было бы неосуществимо. Логофетис модифицировал ее, сделав так, что электроды не выжигают вокруг себя мозговую ткань, как выжигали бы ее обычные электроды в ФМРТ-сканере, не воспринимают искажений (артефактов), создаваемых работой сканера, и не искажают артефактами сигнал сканера. Это поразительное достижение. С помощью своих имплантированных электродов Логофетис измерял нейронную разрядку отдельных клеток, одновременно регистрируя изменения ФМРТ-сигнала. Благодаря этому он смог проверить, коррелирует ли разрядка отдельных клеток с мозговым сигналом, измеренным посредством ФМРТ. Зрительная кора обезьяньего мозга реагировала на зрительный раздражитель усилением разрядки отдельных клеток и усилением ФМРТ-сигнала. Это была убедительная корреляция и реальный шаг к построению единой картины нейронной активности на клеточном и ансамблевом уровне. Это движение, несомненно, будет набирать обороты, поскольку количество лабораторий, изучающих обезьян с помощью ФМРТ, будет возрастать¹²³.

Есть и третий вариант уменьшения разрыва между информацией о мозге обезьян на клеточном уровне и данными об ансамблевой нейронной активности у людей. Я называю этот способ оппортунистической наукой, наукой отдельных возможностей. Она уже играет существенную роль в нейронауке и, думаю, будет иметь важное значение для исследования зеркальных нейронов. Прежде чем рассказать вам о нынешнем положении дел на этом направлении и о том, чего я ожидаю в будущем, хочу показать, чего можно добиться, когда оппортунистическая наука соединяется с фактором везения. Благодаря этому соединению мы получили ответ на один из самых давних и важных вопросов неврологии.

Эта история – из времен позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ), которая широко использовалась в 1980-х и в начале 1990-х, но затем существенно сдала позиции под натиском ФМРТ, не требующей, в отличие от ПЭТ, применения радиоактивных веществ. Как я писал в главе 2, одним из первых исследований зеркально-нейронной системы с визуализацией был «хватательный» эксперимент с использованием ПЭТ, выполненный Ридзолатти с коллегами. В те годы я применял ПЭТ для исследования областей мозга, играющих важную роль в узнавании повседневных предметов. Это был мой первый эксперимент на таком оборудовании. Мы впрыскивали в кровь испытуемого небольшие количества радиоактивного вещества, как требует технология ПЭТ, а затем показывали ему различные изображения на мониторе компьютера. Упрощенно говоря, происходит вот что. Радиоактивное вещество соединяется с определен-

ными молекулами крови. Регистрируя эти молекулы, мы, таким образом, можем измерять общий кровоток. В здоровом мозгу кровоток коррелирует с нейронной активностью, так что ПЭТ-сканер измеряет мозговую активность, измеряя кровоток. Чтобы наши испытуемые получали лишь малые дозы радиоактивности, мы должны были соблюдать лимит в двенадцать впрыскиваний радиоактивного вещества (и, следовательно, в двенадцать кратких сеансов сканирования мозга) на одного испытуемого, и между впрыскиваниями должно было проходить примерно пятнадцать минут, чтобы радиоактивность от предыдущего впрыскивания полностью перестала проявляться.

Однажды вечером я проводил эксперимент с четвертым или пятым добровольцем. Это была женщина-правша двадцати одного года. В какой-то момент она пожаловалась на головную боль. Я спросил, не прекратить ли эксперимент. Она ответила, что может продолжать, – ведь ей нужно было только смотреть на картинки, возникающие на мониторе. Когда мы закончили, я задал ей несколько вопросов. Она сказала, что на протяжении эксперимента (двенадцать впрыскиваний и сканирований – это примерно три часа) головная боль у нее все усиливалась. Судя по ее описанию пульсирующих болевых толчков, это была мигрень. Она сказала еще, что перед тем, как заболела голова, у нее ненадолго помутилось в глазах. Подобная «аура» – классический симптом мигрени. Женщины страдают мигренью чаще, чем мужчины, и она сказала, что у нее не первый раз так болит голова. На основании этих жалоб мы направили ее в не-

врологическую клинику университета, где детальная неврологическая история ее проблем с головной болью подтвердила, что она подвержена мигрени.

Я сделал подробные записи о том, что случилось и когда. Анализируя данные ПЭТ, я прежде всего, как требовал наш обычный статистический протокол, поинтересовался изменениями кровотока под воздействием различных зрительных раздражителей. У всех предыдущих испытуемых в этом ПЭТ-эксперименте было зафиксировано существенное увеличение кровотока в нижней височной коре при разглядывании повседневных предметов сравнительно с другими зрительными образами. У женщины с мигренью, однако, я не увидел никакой разницы в кровотоке между различными экспериментальными ситуациями – разительный контраст с отчетливыми эффектами, наблюдавшимися у предыдущих испытуемых!

Я «возложил вину» на мигрень, но не знал, как проверить эту гипотезу. Поскольку это был мой первый ПЭТ-эксперимент и у меня не было опыта анализа необычных данных, я обратился к моему коллеге и наставнику в сфере нейровизуализации Роджеру Вудсу – неврологу, разработавшему целый ряд аналитических методов нейровизуализации. Когда я обрисовал Роджеру ситуацию, он сказал: «Давайте-ка посмотрим на преобразованные первичные данные». Краткое разъяснение насчет данных ПЭТ: первичные данные – это в основном цифры, соответствующие количеству радиоактивных событий, зафиксированных сканером. Преобразованные первичные данные, как правило, не имеют особой цен-

ности, поскольку фактически сводятся к размытым мозговым образам в серых тонах. Даже опытный мозговой картограф, скорее всего, не увидит разницы между двумя такими изображениями. Чтобы выявить даже существенные перемены, необходим статистический анализ, выполняемый компьютером. Поэтому, когда Роджер предложил взглянуть на преобразованные первичные данные, я был несколько озадачен. Ведь я не увидел ничего примечательного в результатах статистического анализа, который представляет собой куда более мощный инструмент, чем человеческие глаза. Что мы сможем увидеть в преобразованных первичных данных? Разумеется, я ошибался. Роджер составил из двенадцати образов сканирования испытуемой с мигренью, которые я получил, своего рода мультфильм. При его просмотре любой мог увидеть, что области в задней части мозга после шестого сканирования стали намного темнее, а это означало существенное ослабление радиоактивного сигнала, улавливаемого сканером, и существенное уменьшение кровотока в этих областях мозга. Не будь это уменьшение весьма существенным, оно не было бы так хорошо различимо невооруженным глазом. И действительно, последующий количественный анализ показал сокращение кровотока в потемневших областях (в задней части мозга женщины с мигренью) примерно на 40 процентов. С шестого сканирования по двенадцатое (последнее) темная зона неуклонно распространялась с задних областей мозга на передние, становясь все больше и больше. При просмотре этих картинок на манер мультфильма зрительное впечатление было очень отчетливым.

Мы с Роджером мгновенно поняли, что счастливая случайность, позволившая нам сделать это наблюдение, почти в одночасье разрешила спор о патофизиологии мигрени, занимавший неврологов и их пациентов на протяжении полувека. В этом споре было два главных лагеря. Одни считали, что мигрень – прежде всего проблема сосудов. По не слишком понятным причинам (хотя предположений было немало) кровеносные сосуды во время приступа мигрени сначала сужаются (отсюда – симптом «ауры»), затем расширяются, вызывая боль. В другом лагере полагали, что первопричина мигрени – нейронная дисфункция (так называемая распространяющаяся депрессия, впервые наблюдавшаяся у лабораторных кроликов). Это явление, которое в первый раз было описано в 1944 году, представляет собой резкое, но, к счастью, преходящее снижение электрической активности в коре головного мозга. Оно распространяется по коре, захватывая смежные области¹²⁴.

Обе гипотезы имели свои сильные и слабые стороны. В 1980-х годах, когда возникла ПЭТ, все согласились, что она – идеальный инструмент для разрешения этого весьма важного научного спора. В теории – да, но практические ограничения делали почти невозможным сканирование пациента при наступлении события, которое нельзя предсказать заранее. Ведь мигрень приходит не по расписанию. Неожиданный ее приступ у нашей лос-анджелесской испытуемой, находившейся в ПЭТ-сканере, был одним из тех счастливых случаев, о каких неврологи и нейроспециалисты даже и не мечтают. Более того: данные, которые мы получили, носили

недвусмысленный характер. Скорость распространения депрессии в коре мозга кролика в 1944 году была очень близка к скорости движения нашей «темной волны» в 1994 году. Направление этого движения не соответствовало направлению главных мозговых кровеносных сосудов, и это перечеркивало «сосудистую» гипотезу о природе мигрени. Наши наблюдения подтвердили «нейронную» гипотезу.

Это очень яркий образчик оппортунистической медицинской науки (именно эти слова использовал один из рецензентов нашей научной статьи¹²⁵). Есть, однако, и другие способы получать оппортунистические научные результаты в медицине – способы, демонстрирующие несколько бóльшую степень планирования и меньшую роль случайности, чем наше наблюдение, касающееся мигрени. Один из примеров такого рода – поразительная работа Ицхака Фрида и его сотрудников в отделении нейрохирургии медицинской школы Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе. Фрид и его коллеги ухитряются измерять мозговую активность человека на уровне отдельных клеток. Эта чрезвычайно важная работа позволяет нам заполнять разрыв между исследованиями зеркальных нейронов в мозгу обезьян и людей.

В ГЛУБИНАХ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО МОЗГА

Эпилепсия – психоневрологическое заболевание, которым страдают миллионы людей – примерно 1 процент

населения. Ее симптомы принимают многообразные формы, но, конечно, самые известные из них – судорожные припадки. В большинстве случаев болезнь можно эффективно сдерживать с помощью лекарств. У некоторых пациентов, однако, медикаменты не обеспечивают должного контроля над заболеванием. Оно оказывает разрушительное воздействие на их жизнь, и одна из лечебных стратегий, которые могут применяться в этих трудных случаях, – нейрохирургия. Если оказывается возможным удалить фокус эпилептической активности (то есть участок мозговой ткани, где зарождаются приступы), то благодаря этому удастся эффективно контролировать симптомы болезни. Разумеется, это всегда непростое решение, и принимается оно, как правило, лишь после того, как испробованы все способы фармакологического лечения. Если хирургическое вмешательство все же сочтено необходимым, очень важно точно знать, где расположен очаг эпилептической активности. Для этого сейчас имеется целый ряд неинвазивных методов, но в некоторых случаях они не дают результата. И тогда последнее средство, на которое решаются нейрохирурги, – имплантировать электроды в ряд областей мозга и следить за мозговой активностью в течение нескольких дней, порой даже неделю или две. Само собой, расположение этих внутримозговых электродов диктуется исключительно медицинскими соображениями, а не любопытством экспериментаторов, и, конечно, непременным условием является согласие пациента. Практика показывает, что его почти всегда дают. И тогда появляется возможность получить уникальную и чрез-

вычайно ценную информацию о нейронной активности человеческого мозга при различных условиях, причем с максимально высоким разрешением – на уровне отдельной клетки.

Это возможно благодаря тому, что Ицхак Фрид и его коллеги модифицировали главные электроды для этих внутричерепных обследований. Как правило, при таких обследованиях больных эпилепсией аппаратура не может показывать потенциалы действия отдельных клеток. Но для того чтобы находить источник эпилептических припадков, это и не нужно. Электрод способен локализовать очаг эпилептической активности, просто регистрируя электроэнцефалографический сигнал – медленные электрические волны, отражающие совместную, ансамблевую активность множества нейронов. Группа Фрида, однако, изменила базовую технологию и начала имплантировать в мозг пациентов пучки из восьми микропроводов, отходящих от конца каждого электрода. Кончики микропроводов очень тонки и чувствительны, и они могут зафиксировать потенциалы действия клеток. Поскольку в мозг пациента обычно имплантируется восемь электродов, мы получаем шестьдесят четыре микропровода, способных улавливать активность отдельных клеток. Увы, не все микропровода реализуют эту способность. Все зависит от того, куда попадет в мозг кончик микропровода, а этого нейрохирург, даже самый опытный, контролировать не может. Он может контролировать лишь местоположение конца электрода. Если кончик микропровода, отходящего

от электрода, окажется близко от нейрона, он будет регистрировать его активность, если далеко – то нет. Как правило, клеточную активность регистрируют от двадцати до сорока микропроводов, и зачастую один микропровод получает информацию не от одной клетки, а от двух или трех. Поэтому за один рабочий сеанс вполне возможна регистрация сигналов от пятидесяти клеток, и есть вероятность, что таких клеток будет вдвое больше (правда, никому до сих пор настолько не везло).

С помощью этого уникального оборудования Фрид и его сотрудники могут на беспрецедентно детальном уровне изучить отклик человеческого мозга на различные раздражители и внешние ситуации. Одним из первых исследователей, кто воспользовался этим технологическим прорывом, был Рой Мукамель, научный сотрудник, работавший после защиты диссертации в моей лаборатории. Он провел остроумный и необычный трансатлантический эксперимент с использованием электродов Ицхака, чтобы получить новое подтверждение тесной связи между нейронной активностью у людей на клеточном и ансамблевом уровне. Сначала Рой показал отрывки из знаменитого сериала-вестерна «Хороший, плохой, злой» режиссера Серджио Леоне здоровым добровольцам, согласившимся участвовать в ФМРТ-эксперименте в институте Вейцмана в Израиле, где Рой был аспирантом. Затем, прилетев в Лос-Анджелес, он показал те же отрывки двум эпилептикам, в мозг которых Ицхак Фрид имплантировал электроды с микропроводами.

После этого Рой проверил активность, зарегистрированную в отдельных клетках слуховой коры двух эпилептиков (как показывает название, это область мозга, реагирующая на звуки), на корреляцию с мозговой активностью здоровых добровольцев в Израиле, измеренной посредством ФМРТ. При том, что неврологические пациенты находились в тихих палатах университетской больницы, а здоровые добровольцы – в очень шумном ФМРТ-сканере, казалось, что эксперимент Роя по сравнению мозговых откликов в слуховой коре потерпит неудачу. Из-за резкого различия в уровне шума сколько-нибудь надежные выводы о сходстве слуховой реакции на фильм, казалось, невозможно будет сделать. Поразительно, но эксперимент удался. Рой обнаружил тесную корреляцию между активностью отдельных клеток в слуховой коре лос-анджелесских эпилептиков и активностью в этой зоне у здоровых добровольцев в Израиле, зафиксированной ФМРТ-сканером¹²⁶. Этими данными были подкреплены выводы из результатов, полученных Никосом Логофетисом, о прямой связи между активностью отдельных клеток и ансамблевой активностью, измеряемой ФМРТ. Оба этих исследователя, однако, изучали прежде всего сенсорные области: Логофетис – зрительную кору, Мукамель – слуховую. Можем ли мы обобщить эти выводы, распространив их на более сложные участки коры человеческого мозга – например, на те участки лобной доли, что содержат зеркальные нейроны, или на те области височных долей, что являются хранилищем нашей памяти? Не-

которые очень свежие данные, касающиеся корреляции разрядки на клеточном уровне и ФМРТ-сигнала в височной доле при выполнении заданий на память, говорят о том, что в височной доле активность отдельных клеток и ФМРТ-активность не идут рука об руку. Когда испытуемых просили вспоминать людей или места, отдельные нейроны реагировали лишь на воспоминание об определенном человеке или определенном месте, тогда как уровень ФМРТ-активности возрастал при воспоминаниях о самых разных людях или местах. Как такое возможно? Ответ дает нейронный феномен, для которого нейроспециалисты нашли несколько разных (и порой довольно-таки забавных) названий: «бабушкина клетка», «разреженное кодирование» и даже «клетка Дженнифер Энистон».

КЛЕТКА ДЖЕННИФЕР ЭНИСТОН

Термин «бабушкина клетка» широко распространен в нейронауке¹²⁷. Употребляя его, мы исходим из предположения, что мозг, возможно, использует единичные нейроны для отображения, узнавания и идентификации знакомых объектов. В крайней форме эта теория предполагает некое взаимно-однозначное соответствие между клетками и объектами, при котором вашу бабушку по материнской линии кодирует у вас в мозгу одна клетка, бабушку по отцовской линии – другая. У теории «бабушкиной клетки» есть один крупный недостаток, и понять, в чем он состоит, нетрудно: если по какой-либо несчаст-

ливой причине «бабушкина клетка» погибнет, ваши отношения с объектом, за узнавание которого она отвечает, – с любимой бабушкой – будут полностью разрушены! Вы перестанете ее узнавать и не будете о ней помнить. Есть, однако, у «бабушкиных клеток» и преимущества. Главное из них связано с памятью. Если для того, чтобы извлечь воспоминание о бабушке, нужна только одна клетка, то с помощью великого множества мозговых клеток можно запомнить массу всякой всячины.

В самом радикальном варианте теория «бабушкиной клетки» выглядит почти карикатурно. Современный ее вариант называется «разреженное кодирование». Как подсказывает сам термин, эта идея предполагает, что тот или иной конкретный раздражитель – например, бабушка – избирательно активирует не один нейрон, а несколько. Таким образом, ответственность за память о бабушке возлагается не на одну клетку, а на небольшую группу, и это гораздо более эффективный способ кодирования знакомых предметов и людей. Гибель единичной клетки из группы, кодирующей один и тот же раздражитель, не катастрофична.

Намек на разреженное кодирование на некотором уровне, по существу, содержится в одном из первых описаний зеркально-нейронных свойств. В статье Витторио Галлезе и его коллег по пармской группе, опубликованной в 1996 году в журнале *Brain*¹²⁸, упоминаются клетки, избирательно реагирующие на специфические действия. Хотя большинство описанных в статье зеркальных нейронов разряжались при наблюдении за хватательными движениями и при совершении таких

движений, почти половина из них избирательно реагировала только на специфические действия – такие, как помещение объектов куда-либо, манипулирование объектами, удерживание объектов, соприкосновение кистей рук и т.д. Однако яснее всего говорят в пользу разреженного кодирования и весьма убедительно подтверждают представление о «бабушкиной клетке» эмпирические данные, о которых недавно сообщили Ицхак Фрид и его коллеги, работающие с внутричерепными электродами, вживляемыми в мозг эпилептиков. С помощью портативного компьютера ученые показывали пациентам большое количество изображений известных людей, знаменитых зданий, разнообразных предметов, животных. То, что они обнаружили, ошеломляет. Одна из клеток реагировала только на различные снимки Билла Клинтона, другая – только на фотографии музыкантов из группы «Битлз», третья – только на баскетболиста Майкла Джордана, четвертая – только на кадры из мультсериала «Симпсоны». Клетка, которую мгновенно окрестили «клеткой Дженнифер Энистон», отреагировала на несколько различных фотоснимков актрисы, но осталась безучастна к множеству других зрительных образов, иные из которых визуально были очень похожи на эти фотоснимки¹²⁹. В частности, Джулия Робертс не удостоилась отклика от «клетки Дженнифер Энистон». Что поразительно, не удостоилась его и фотография Дженнифер с Брэдом Питтом. Учитывая, что эксперимент проводился в то время, когда актер и актриса еще были вместе и постоянно мелькали в таблоидах и на экранах телевизоров, остается только изумляться про-

зорливости клетки, предвосхитившей их грядущий, как говорят у нас в Италии, скандало!

И это еще не все. Фрид и его коллеги обнаружили клетку, избирательно реагирующую на фото актрисы Хэлли Берри или на ее имя на компьютерном мониторе. Такой тип реакции наводит на мысль, что эти клетки, возможно, кодируют скорее память как таковую, чем зрительный образ. Действительно, «клетка Дженнифер Энистон», кроме фото Дженнифер, реагировала и на снимки Лизы Кудроу, и это позволяет предположить, что для клетки важна ассоциативная связь двух актрис, игравших в одном и том же телесериале «Друзья»¹³⁰. О захватывающих дух открытиях в ходе этих исследований эпилептиков продолжают поступать сведения. Группа Фрида сумела зарегистрировать разрядку отдельных клеток при актах зрительного воображения (когда человек представляет себе мысленно кого-либо или что-либо) и при воспоминаниях об определенных местах¹³¹. Некоторые клетки, реагирующие на определенный зрительный раздражитель (скажем, на лицо), разряжаются и в том случае, когда пациент просто представляет себе это лицо.

Вышло так, что мы с Ицхаком Фридом сотрудничали в середине 1990-х, изучая механизмы интеграции зрительной и моторной информации между левым и правым полушариями мозга через посредство мозолистого тела – большого и плоского сплетения сотен миллионов аксонов (длинных нейронных отростков), расположенного между полушариями. Это было до того, как Ицхак начал исследовать мозг эпилептиков с помощью глубинных электродов, и до того, как я заинтере-

совался зеркальными нейронами. Разумеется, я знал о его новой сфере деятельности, а он – о моей, и задним числом кажется почти неизбежным, что в какой-то момент мы возобновили былое сотрудничество, чтобы попытаться зафиксировать разрядку индивидуальных зеркальных нейронов. Однако от первых обсуждений до начала реальной совместной работы прошло около двух лет. Нестыковка требований казалась непреодолимой. Моя мысль заключалась в том, что надо смотреть на те зоны человеческого мозга, где, как мы уверены, должны быть зеркальные нейроны, поскольку эти участки гомологичны зеркально-нейронным областям мозга обезьян. К моему сожалению, Ицхак, как правило, имплантировал свои электроды в те строго определенные зоны, что считаются наиболее «эпилептогенными», то есть с наибольшей вероятностью содержат очаги эпилептических приступов. Сферы нашего внимания различались: области, которыми он должен был ограничиваться, не совпадали с интересовавшими меня, и он практически никогда не имплантировал электроды в те части мозга, которые я хотел изучать. Совместная работа не налаживалась, а когда такое происходит в науке, зачастую трудно бывает придать делу новый импульс. Ученые обычно настолько погружены в свою собственную деятельность и в текущее сотрудничество, что начать новый совместный проект, сколь бы естественным и логичным он ни выглядел, не удастся без какого-то внешнего толчка или счастливого стечения обстоятельств.

В нашем случае удача пришла в лице Арне Экстрема, научного сотрудника, изучавшего после защиты дис-

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

сертации в составе группы Ицхака клетки человеческого мозга, которые играют важную роль в запоминании мест. Арне разработал задание для пациентов, связанное с вождением такси (разумеется, виртуального) по незнакомому городу, и заметил, что, когда один из пациентов нажимал на клавишу для выполнения некоторых элементов задания, определенные клетки в его лобной доле демонстрировали очень высокую активность. Они определенно вели себя как моторные клетки. Арне знал о моей работе, связанной с зеркальными нейронами, и задался вопросом, нельзя ли протестировать на зеркально-нейронные свойства те клетки лобной доли, функционирование которых исследовал Ицхак у эпилептиков. Кроме того, Арне интересовал разрыв между исследованиями отдельных клеток посредством внутрочерепных электродов и ансамблевыми результатами экспериментов с нейровизуализацией, использующих ФМРТ. Обсуждая с ним этот возможный проект, я вдруг понял, как я все-таки мог бы использовать электроды Ицхака.

В ПОИСКАХ ЗЕРКАЛЬНЫХ СУПЕРНЕЙРОНОВ

Если зеркальные нейроны – такие мощные нейронные элементы, как я думаю, позволяющие нам «проигрывать» у себя в мозгу действия других людей, то эволюционный процесс, породивший подобный нейронный механизм, должен был создать и некий контроль над ним. Ведь было бы чрезвычайно неэффективно, если бы мы непрерыв-

но имитировали действия, которые видим. Кроме того, имитация принимает многообразные и иногда очень сложные формы. Ап Дийкстерхейс, социальный психолог из Нидерландов, проводит различие между сложными формами имитации, которые он называет высшими, и низшими, сводящимися к прямой моторной имитации (взять рукой чашку, к примеру). Изучая высшие формы имитации, Дийкстерхейс накопил внушительное количество поведенческих данных, подтверждающих наличие у человека разнообразных видов сложной мимики. Приведу лишь один пример – но поразительный! В серии экспериментов участников из одной группы просили думать об университетских профессорах, с которыми обычно ассоциируется ум, и записывать все, что приходит в голову. Участников из другой группы просили делать то же самое в отношении футбольных хулиганов – буйных и агрессивных фанатов, с которыми, как правило, ассоциируется глупость (по крайней мере, соответствующее поведение). Затем испытуемые из обеих групп выполнили тест на «общую сообразительность». Казалось бы, второе задание никак не соотносится с первым. Связь, тем не менее, была: испытуемые, которые ранее были сосредоточены на профессорах, добились более высоких результатов, чем те, кто думал о футбольных хулиганах. Более того, «профессорская» группа превзошла контрольную группу, которая сразу выполняла тест на «общую сообразительность», а та, в свою очередь, опередила «футбольную» группу.

Вывод: просто подумав об университетских профессорах, человек становится умнее, просто подумав о фут-

больных хулиганах – глупее! Подводя итог своей работе, Ап Дийкстерхейс пишет: «К нынешнему моменту соответствующими исследованиями доказано, что имитация может делать нас медлительными, быстрыми, сообразительными, глупыми, способными к математике, неспособными к математике, услужливыми, грубыми, вежливыми, многоречивыми, нетерпимыми, агрессивными, склонными к сотрудничеству, склонными к соперничеству, уступчивыми, неуступчивыми, консервативными, забывчивыми, осторожными, беспечными, опрятными, неряшливыми»¹³². Список производит впечатление, и я полагаю, что эта постоянная автоматическая мимикрия – несомненное проявление зеркально-нейронной деятельности в той или иной форме. Вместе с тем подобная «высшая имитация» часто представляет собой последовательность весьма сложных и тонких действий, и трудно поверить, что они могут осуществляться «обезьянничаящими» клетками, похожими на те, что были открыты в Парме. Даже несмотря на то, что некоторые зеркальные нейроны у обезьян демонстрируют более изощренные алгоритмы разрядки (вспомним «логически связующие» клетки, которые разряжаются не при одинаковом наблюдаемом и выполняемом действии, а при действиях, логически связанных между собой, – например, когда обезьяна видит, как на стол кладут еду, а также когда она сама берет еду и подносит ко рту), есть ощущение, что всего этого недостаточно для имитации сложных форм человеческого поведения.

Я пришел к выводу, что для объяснения тонкой имитации сложных форм поведения, которой мы, люди, по-

стоянно занимаемся, необходимо, видимо, расширить представление о зеркально-нейронной системе как о включающей в себя клетки, чья задача – контролировать и модулировать деятельность более простых и, так сказать, классических зеркальных нейронов. Эти клетки, принадлежащие к более высокому разряду, можно назвать зеркальными супернейронами – не потому, что они обладают какими-то супервозможностями, а потому, что их можно представлять себе как функциональный нейронный слой, находящийся «над» классическими зеркальными нейронами, контролирующий и модулирующий их активность. Вооружившись этими первоначальными идеями о зеркальных супернейронах, я, как сделал бы любой заядлый картограф мозга, задался вопросом, где эти нейроны могли бы находиться. Я выделил три такие области, расположенные в лобной доле и связанные с зеркально-нейронным участком этой доли. Названия этих областей следующие: орбитофронтальная кора, передняя поясная кора и pre-SMA. После разговора с Арне Экстромом о его предложении я вдруг понял, что все эти области находятся в тех зонах лобной доли, куда Ицхак Фрид имплантирует свои электроды. Мне стало ясно, что мы могли бы поохотиться не за классическими зеркальными нейронами, исследовавшимися у обезьян, а за этими гипотетическими зеркальными супернейронами. Совместный проект «Фрид–Якобони» снова встал на повестку дня! Пока мы зарегистрировали разрядку примерно шестидесяти отдельных клеток, проявляющих зеркально-нейронные свойства и расположенных в тех областях лобной доли, что, согласно моей

гипотезе, могут содержать зеркальные супернейроны. Некоторые из этих клеток продемонстрировали очень интересную картину нейронной разрядки. Ее интенсивность, как и в опытах с обезьянами, увеличивается, когда пациент совершает действие. Однако, в противоположность зеркальным нейронам обезьян, эти клетки полностью выключаются при наблюдении за таким же действием¹³³. Такая картина активности наводит на мысль, что эти клетки могут играть сдерживающую роль при наблюдении за действиями. Выключаясь, они, возможно, сигнализируют более классическим зеркальным нейронам, а также другим моторным нейронам, что наблюдаемое действие имитировать не следует. Кроме того, кодируя противоположным образом собственное действие (интенсивность разрядки растет) и чужие действия (интенсивность падает), эти зеркальные супернейроны, возможно, осуществляют великолепное в своей простоте разграничение на клеточном уровне между «я» и другими людьми. В конце главы 5 я высказал предположение, что зеркальные нейроны могут способствовать вычленению из первичного интересубъективного ощущения «нас» более зрелых понятий о самом себе и других. Скорее всего, этот процесс осуществляют именно зеркальные супернейроны. Ведь области мозга, где мы обнаружили эти клетки, менее развиты в раннем младенчестве, чем какие-либо другие, и при развитии меняются гораздо сильнее.

Область мозга, называемая pre-SMA, как известно, важна для соединения простых действий в более сложные моторные последовательности. Зафиксированные

нами зеркальные реакции некоторых клеток в этой области особенно интригуют меня. Зеркальные нейроны (или, лучше сказать, зеркальные супернейроны) в pre-SMA кажутся мне мозговыми клетками, идеально подходящими для построения из простых имитационных действий тех более сложных, высших форм имитационного поведения, о которых говорит Дийкстерхейс.

К сожалению, не все сложные формы имитационного поведения приносят пользу отдельным людям и обществу в целом. Пришло время поговорить о зеркальности как о социальном явлении, способном породить то, что на научном языке называется «проблемным поведением».

8

Плохой, злой: насилие и наркомания

ЗЛОЙ: СПОРЫ, КАСАЮЩИЕСЯ НАСИЛИЯ В СМИ¹³⁴

Весной 2002 года четырнадцатилетнюю ученицу частной католической школы во Франции подвергли пыткам две одноклассницы, считавшие ее «слишком хорошенькой». При этом они использовали нож, похожий на нож из фильма «Крик», который старшая из двух мучительниц, судя по всему, только что посмотрела. Обе девочки происходили из благополучных семей, принадлежавших к среднему классу, учились в элитной школе и никогда раньше не были замечены в склонности к насилию. Две недели спустя на другом континенте (в Норт-Хэверхилле, штат Нью-Хэмпшир, США) начался суд над двумя подростками, убившими препода-

давателей колледжа Хальфа и Сюзан Зантоп. Зантопы погибли у себя дома от множественных колотых ран, по всей видимости – при попытке ограбления. В ходе судебного разбирательства выяснилось, что у подростков имелась интерактивная и чрезвычайно реалистичная видеоигра, которой они нередко развлекались. В ней играющий закалывает жертв и видит, как они истекают кровью и умирают¹³⁵.

Были ли эти два преступления примерами «имитационного насилия», вызываемого жестокими сценами в СМИ? Вполне определенного ответа, разумеется, никто не даст. Причинно-следственные отношения могут быть сложными, и мы располагаем сейчас обширной научной литературой по этому вопросу, отражающей самые разнообразные мнения. Эти исследования подразделяются на три главные категории. Первая из них характеризуется экспериментальным изучением влияния, оказываемого сценами насилия. Плюс этих исследований в том, что их можно хорошо контролировать и их результаты выражаются в довольно аккуратных оценках воздействия, которое наблюдение за сценами насилия оказывает на последующее поведение. А минус их в том, что искусственные лабораторные условия не воспроизводят реальных жизненных ситуаций во всей их сложности. Вторая категория – корреляционные исследования, в ходе которых склонность к насилию в поведении и объем насилия, воспринятого из СМИ, измеряются у большого числа лиц. Их сильная сторона состоит в том, что изучается взаимосвязь между насилием в СМИ и агрессивным поведением в реальной

жизни. Слабость – в том, что они не могут с полной убедительностью ответить на вопрос, является ли воздействие СМИ причиной агрессии, или же внутренняя склонность к насилию, имеющаяся у некоторых людей изначально, побуждает их смотреть жестокие фильмы и играть в жестокие видеоигры. Исследования третьего типа – это попытки разобраться в тех же проблемах с помощью многократных измерений характеристик, отражающих склонность к насилию и объем насилия, воспринимаемого из СМИ, на протяжении длительного времени и у больших групп испытуемых, исчисляемых, как правило, сотнями. Такие исследования способны определять, предшествует ли воздействие насилия в СМИ проявлениям насилия в поведении.

Возможно, лучший способ прийти к каким-либо заключениям по этому сложному и важному вопросу – свести воедино информацию, полученную в результате этих исследований, и попытаться привести их к некоему общему знаменателю. Поступая так сейчас, я задамсь более чем уместным в этой книге вопросом: могут ли иметь отношение к данной проблеме зеркальные нейроны?

Результаты контролируемых экспериментов с детьми в лабораторных условиях в высшей степени ясны и недвусмысленны: насилие в СМИ существенно сказывается на имитационном насилии. Как правило, в ходе этих экспериментов детям показывают короткие фильмы. Некоторые из фильмов жестокие, другие – нет. Затем за детьми наблюдают, пока они общаются друг с другом или играют в игрушки типа «ванька-встанька», которые можно бить и пинать. Эксперименты, как пра-

вило, приносят один и тот же результат. Дети, посмотревшие жестокий фильм, проявляют затем гораздо больше агрессии в отношении других детей и неодушевленных предметов, чем дети, посмотревшие фильм без жестокости. Подобное имитационное насилие, возникающее под влиянием насилия в СМИ, наблюдается у детей от дошкольного до подросткового возраста, у мальчиков и девочек, у детей агрессивных и неагрессивных по характеру, у детей, представляющих разные расы. Результаты весьма убедительны¹³⁶.

Но подобные исследования не отвечают на вопрос о воздействии насилия в СМИ, воспринимаемого людьми (взрослыми в том числе) в естественной обстановке, на их реальное поведение в окружающем мире. Являются ли эффекты, фиксируемые в экспериментальной ситуации, долговременными или преходящими? Наигранными или реальными? Результаты корреляционных исследований говорят о том, что причинно-следственная связь носит долговременный и реальный характер. Например, ретроспективный анализ «эпидемии» угроз взорвать бомбу и подобных им в учебных округах Пенсильвании после массового убийства в школе Колумбайн* показал, что за пятьдесят дней после трагедии таких угроз было более 350, тогда как до нее, по оценкам школьных администраторов, их бывало по одной-две в год. Кроме того, дети, которые часто видят насилие на телеэкране, более склонны к агрессии. Эти результаты

* Речь идет о событии, случившемся 20 апреля 1999 года. Два ученика школы, расположенной в штате Колорадо, открыли огонь из автоматического оружия по школьникам и учителям. Погибло 15 человек, включая нападавших, 24 были ранены.

отличаются высокой воспроизводимостью и подтверждены в разных странах¹³⁷. Сопоставление данных корреляционных исследований и результатов лабораторных экспериментов с детьми уже подталкивает нас к заключению, что насилие в СМИ порождает имитационное насилие, однако самыми надежными эмпирическими данными должны, по логике вещей, быть данные многолетних (лонгитюдных) исследований, цель которых – измерение корреляции между насилием в СМИ и в поведении на больших отрезках времени.

Одно из первых таких исследований началось в штате Нью-Йорк в 1960-х годах и охватило почти тысячу детей. Это исследование, учитывавшее начальную агрессивность и другие существенные факторы – такие, как образование и социальное происхождение, – показало, что просмотр сцен насилия в раннем детстве коррелирует с агрессивным и антисоциальным поведением примерно десять лет спустя, после окончания средней школы. Уже впечатляющий результат, но это еще не все: за молодыми людьми следили и дальше на протяжении десяти лет с лишним (весь период исследования составил двадцать два года), и результаты опять-таки были вполне определенными: и ранняя подверженность сценам насилия в СМИ, и ранняя склонность к агрессивному поведению коррелировали с преступностью в тридцатилетнем возрасте!

Одно более позднее исследование касалось попытки выявить межнациональные различия в имитационном насилии, порождаемом сценами агрессии в СМИ. При всей культурной специфике и при всех стилистических

особенностях телепрограмм в странах, охваченных исследованием (США, Австралия, Израиль, Финляндия и Польша), результаты, относящиеся к влиянию насилия в СМИ на имитационное насилие в раннем возрасте, оказались сходными. Некоторые различия между странами, впрочем, были зафиксированы, и это показывает, что культурная среда способна модулировать влияние на людей насилия в СМИ. Поразительный результат был получен в Израиле, где специалисты выявили воздействие насилия в СМИ на городских детей, а на детей, живущих в кибуцах (сельскохозяйственных коммунах), – нет¹³⁸.

Еще более свежее лонгитюдное исследование американских детей принесло особенно впечатляющие эмпирические результаты, которые подтверждают гипотезу о том, что насилие в СМИ порождает имитационное насилие. Последствия просмотра в детском возрасте сцен насилия в СМИ изучались на протяжении пятнадцати лет. Были применены несколько способов оценки склонности к насилию и агрессии. Целью исследования было определить уровень корреляции между поведением испытуемых в возрасте от двадцати одного до двадцати пяти лет и степенью их подверженности сценам насилия в СМИ в возрасте от шести до девяти лет. Корреляция оказалась высокой – даже с поправкой на такие привходящие факторы, как индивидуальная склонность к агрессии, уровень умственного развития, сложная обстановка в семье и социальное происхождение.

В совокупности результаты лабораторных, корреляционных и лонгитюдных исследований подтверждают гипотезу о том, что насилие в СМИ порождает имита-

ционное насилие. Статистический «размер эффекта» (величина, характеризующая силу связи между двумя переменными) для насилия в СМИ и уровня агрессивности намного выше, чем для пассивного курения и заболеваемости раком легких, для потребления кальция и костной массы, для интенсивности воздействия асбеста и заболеваемости раком¹³⁹. Тем не менее на весь этот основательный массив поведенческих данных многие склонны смотреть скептически, а то и с прямой враждебностью, зачастую аргументируя свой взгляд тем, что корреляция, сколь бы сильной она ни была, не всегда означает причинно-следственную связь. Теоретически это, конечно, верно – и точно такой же довод бóльшую часть XX века выдвигали производители табака, оспаривая связь между курением и раком легких. Так что скепсис и враждебность могут быть искренними, а могут иметь двойное дно – и в любом случае им способствовала нехватка данных нейронауки о скрытых нейробиологических механизмах имитации. Ныне, благодаря открытию зеркальных нейронов, этот пробел в наших знаниях стремительно уменьшается. Обнаружение этих клеток имеет далекоидущие последствия, причем не только для нашего понимания имитационного насилия и для возможных решений, направленных на борьбу с ним, но даже и в чисто философском плане. Многие устоявшиеся представления об автономии человеческой личности явно находятся под угрозой из-за результатов нейронаучных исследований, касающихся биологических корней человеческого поведения. Представление о свободе воли играет фундаментальную роль в нашем мировоз-

ПЛОХОЙ, ЗЛОЙ: НАСИЛИЕ И НАРКОМАНИЯ

зрении, однако чем больше мы узнаём о зеркальных нейронах, тем яснее становится, что мы не являемся рациональными, свободно действующими в окружающем мире индивидами. Зеркальные нейроны в нашем мозгу способствуют автоматическим имитационным воздействиям, которые мы испытываем зачастую неосознанно и которые ограничивают нашу самостоятельность, заставляя нас подчиняться мощным социальным импульсам. Мы, люди, – животные социальные, при этом мы социальные индивиды с ограниченной автономией. Будем ли мы отрицать эту биологическую реальность на том основании, что разъяснение социальных влияний, творящих зло, может якобы привести в итоге к оправданию этого зла? Я считаю более логичным использовать наше понимание биологических корней нашей ограниченной социальной автономии для предотвращения зла. Ради этого нам необходимо отказаться от своих давних представлений, лежащих в основе «аргументации от автономии», о чем я поговорю в следующем разделе этой главы.

АВТОНОМНЫЕ ЛИ МЫ ИНДИВИДЫ? ЗЕРКАЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ И СВОБОДА ВОЛИ

В большинстве публикаций, касающихся имитационного насилия, проводится различие между кратковременными и долгосрочными последствиями того влияния, какое оказывает на людей насилие в СМИ. Весьма вероятно, что классические зеркальные нейроны и зер-

кальные супернейроны причастны к двум видам кратковременных последствий: к непосредственной имитации агрессивного поведения и к возникновению общего возбуждения от сцен насилия. Рассматривая человеческую имитацию с разных сторон, мы уже увидели ее всепроникающую природу и ключевую роль, которую играют в ней зеркальные нейроны. Непосредственная имитация агрессивного поведения, в особенности простых насильственных действий, легко объяснима нейронными свойствами этих клеток, как объяснимо ими (и мы это видели) подражание таким действиям, как улыбка, качание ногой, потирание лица и т.д. Но если наше «хамелеонство» заставляет нас имитировать увиденное, нам также нужен некий механизм сдерживания, подавления такого рода поведения. Иначе у нас возникали бы большие неприятности. Как я писал в предыдущей главе, одна из главных функций зеркальных супернейронов, возможно, заключается именно в таком подавлении реакции более «классических» зеркальных нейронов, ограждающем нас от навязчивого повторения всех увиденных действий. Наблюдение за сценами насилия, как считается, вызывает возбуждение. Это возбуждение может, в свой черед, способствовать имитационному насилию, уменьшая сдерживающую активность зеркальных супернейронов, вследствие чего имитация насильственного поведения подавляется не так эффективно. Хотя никто еще не поставил эксперимента для проверки высказанных мной сейчас предположений о нейронных механизмах, эти гипотезы в свете того, что мы знаем о зеркально-нейронной системе человека, выглядят

правдоподобно, и в ближайшем будущем они, возможно, будут экспериментально проверены с помощью нейровизуализации.

Рассмотрим теперь долговременные последствия наблюдения за насилием через СМИ. Классическое их объяснение относит их на счет сложных форм имитации, при которых человек, наблюдающий за проявлениями агрессии, не только приобретает сложные скоординированные стереотипы моторного поведения, делающие его агрессивным и жестоким, но и становится неосознанно убежден при этом, что такое поведение подходит для решения межличностных проблем. Я высказал гипотезу, что эту сложную имитацию, возможно, обеспечивают зеркальные нейроны, наделяющие человека общей способностью составлять из сравнительно простых действий более сложные, скоординированные модели поведения. Таким образом, и кратковременные, и долговременные разновидности имитационного поведения, вызванного насилием в СМИ, судя по всему, неплохо сопрягаются с функциями зеркальных нейронов и супернейронов. Выше мы видели, что зеркальные нейроны, несомненно, могут играть положительную роль, давая нам возможность испытывать эмпатию и совершать продиктованные ею поступки; и вместе с тем они же входят в состав мощного нейробиологического механизма, который лежит в основе имитационного насилия, порождаемого насилием в СМИ. Но, как я уже сказал, данные о том, что восприятие сцен насилия отрицательно влияет на последующее поведение, нередко встречались в штыки, и довод о якобы отсутствующем

доказательстве причинно-следственной связи стал хорошим прикрытием для всевозможных реальных мотивов, включая огромные финансовые аппетиты медиаиндустрии. Насилие хорошо продается, и поэтому, разумеется, выгодно отрицать причинную связь между насилием в СМИ и агрессивным поведением. Существует также (и это очень серьезная проблема) беспокойство, что повышенное внимание к проблеме насилия в СМИ может породить те или иные формы цензуры. Пуристы, озабоченные соблюдением Второй поправки*, кроме того, боятся (вероятно, не без основания), что обсуждение этой темы повлияет на споры о контроле за огнестрельным оружием в США. И наконец, мы по природе своей склонны считать себя автономными личностями, стоящими выше всякого обезьянничанья, всякого бездумного, рабского копирования того, что нам показывают. Научные данные, касающиеся имитационного насилия, явно подрывают это ценное для нас представление о самих себе.

Как уже было сказано, эта «аргументация от автономии» даже при наличии убедительных свидетельств о связи насилия в СМИ и имитационного насилия противится какому бы то ни было регулирующему вмешательству. Свобода вредного «слова» («слово» понимаетсЯ здесь в очень широком смысле, включающем в себя кино, телевидение и видеоигры), как правило, защищается на том основании, что любое «слово» воздействует на поведение слушателя или зрителя не напрямую, а че-

* Вторая поправка к конституции США гарантирует право народа на хранение и ношение оружия.

рез посредство его ума, характера, убеждений. Согласно этому взгляду на вещи, даже тот, чьи агрессивные действия почти наверняка носили имитационный характер, отвечает за свои поступки полностью, тогда как СМИ, распространившее те сцены насилия, что послужили для него образцом, никакой ответственности не несет. По мнению теоретиков свободы слова, мы все – рациональные, автономные личности, принимающие сознательные решения. Однако данные, которые я привел в этой книге, охватывающие широкий круг явлений, от бессознательной имитации при общении людей друг с другом до нейробиологических процессов зеркального копирования, основанных на зеркальных нейронах, говорят об ином. Они наводят на мысль об определенной степени неконтролируемого биологического автоматизма, и это, возможно, в какой-то мере подрывает классический взгляд на автономное принятие решений, лежащее в основе свободы воли¹⁴⁰.

Выводы, которые могут повлечь за собой эти соображения, безусловно, важны для всякого общества. На первый план выходят главные проблемы – этики, справедливости в рамках судебной системы, публичной политики. Вопросы, которые породило открытие зеркальных нейронов, побуждают нас переоценить некоторые из наших основных постулатов – или, по крайней мере, взглянуть на них новыми глазами. Возникает целая новая дисциплина – нейроэтика¹⁴¹. Посвященные ей встречи специалистов проходят под такими, например, названиями: «Наш мозг и мы: нейроэтика, ответственность и человеческая личность» (эта конференция со-

стоялась в Массачусетском технологическом институте в Бостоне в 2005 году).

В классическом споре сторонников биологического детерминизма и тех, кто защищал мысль, что идеи и социальное поведение человека стоят выше его нейробиологического устройства, никогда не рассматривалась возможность того, что нейробиология с самого начала определяет наше социальное поведение. Я считаю, что нынешнее углубление понимания нейробиологических механизмов, формирующих социальное поведение людей (и, в частности, зеркально-нейронных механизмов) должно, помимо прочего, прямо влиять на моральные нормы в нашем обществе, и я подробнее разовью эту мысль в последней главе книги. Наш инстинкт к эмпатии – одно из обнадеживающих открытий в ходе зеркально-нейронных исследований. Имитационное насилие можно смело назвать плохой новостью – и весьма вероятно, что она окажется не единственной. Еще одним проявлением отрицательного воздействия зеркальных нейронов на наше поведение есть основания считать их возможную роль в развитии разнообразных пагубных привычек и в их рецидивах, к которым мы весьма склонны.

ПЛОХОЙ: ВРЕДНЫЕ ПРИВЫЧКИ И ИХ РЕЦИДИВЫ

Одна из главных проблем в лечении наркомании и иных вредных привычек – рецидив. Согласно данным ряда исследований зависимости от курения, алкоголизма

и наркомании, процент рецидивов после периода воздержания составляет от 30 до 70. Это очень много.

Что можно сделать для снижения этих показателей? По логике вещей, существенным первым шагом могло бы стать выявление неких маркеров, способных заранее сигнализировать о повышенной вероятности рецидива. Выделяя с их помощью пациентов, подверженных наибольшему риску, можно было бы эффективно принимать в их отношении индивидуальные меры, предотвращающие рецидив.

Один такой маркер существует, и он очевиден: тяга к бутылке, к сигарете, к дозе. Кого-то, возможно, удивит, что не все подверженные той или иной привычке испытывают одинаковую тягу, – по крайней мере, сами они оценивают эту зависимость различно. Никого, однако, не должно удивлять, что чем сильнее остаточная зависимость в период лечения или воздержания, тем более вероятен последующий рецидив. В повседневной жизни тягу могут порождать разнообразные социальные поводы. В частности, для табакозависимого человека таким поводом может стать пример других курильщиков. Если человек пытается бросить курить или уже бросил и успешно воздерживается некоторое время, то общение с курильщиками, особенно внутри своей социальной группы, – один из важнейших факторов, увеличивающих риск рецидива¹⁴².

В сотрудничестве с Эдит Лондон, всемирно известным специалистом по нейробиологии вредных привычек, и Джоном Монтеросо, другим экспертом в этой области, моя лаборатория в Калифорнийском универ-

ситете в Лос-Анджелесе в настоящее время проверяет гипотезу, что за возврат к курению людей, бросивших курить, отвечают зеркальные нейроны. Ход наших рассуждений (которые, мы считаем, скорее всего приложимы и к другим видам пагубных привычек) был следующим. Когда бывший курильщик смотрит на курящего человека, его зеркальные нейроны активируются автоматически, поскольку их функция, как мы уже не раз видели, в том и состоит, чтобы обеспечивать некую внутреннюю имитацию чужих действий. Этот бывший курильщик в свое время множество раз использовал руки, чтобы зажечь сигарету, причем он делал это в те моменты, когда ему хотелось курить. Поэтому вследствие активации его зеркальных нейронов активируется и связь между моторными планами, необходимыми для того, чтобы зажечь сигарету и поднести ее ко рту. Поистине редко встречается бывший курильщик, который может безучастно смотреть на то, как другой зажигает сигарету и делает первую блаженную затяжку. Согласно нашей теории зеркальных нейронов, подобное равнодушие практически невозможно.

Эти рассуждения немедленно привели нас к двум гипотезам, касающимся связи между зеркальными нейронами и курением. Первая: зеркально-нейронные области в мозгу курильщика активируются при виде других курильщиков гораздо сильнее, чем те же области в мозгу некурящего человека. Вторая: чем выше активность в зеркально-нейронных областях мозга курильщика, тем более сильную тягу к курению он испытывает. Ни та ни другая гипотеза читателя этой книги не удивит.

Обе они естественно вытекают из всего, что мы знаем. В главе 1 я привел экспериментальные свидетельства о том, что зеркальные нейроны обезьян формируются опытом и способны приобретать новые свойства. Первоначально эти клетки не разряжались при наблюдении за действиями, не входящими в моторный репертуар обезьяны (такими, как использование орудия для того, чтобы взять еду). Но затем они стали реагировать на такие действия, и этот новый отклик части зеркальных клеток, вероятно, объясняется тем, что эта конкретная обезьяна неоднократно видела людей, использующих орудия в лаборатории (пусть даже они использовали их только в рамках эксперимента, настойчиво пытаясь вызвать разрядку зеркальных нейронов животного).

Имеются данные о том, что и у людей система зеркальных нейронов формируется опытом. В ходе двух знаменитых экспериментов с ФМРТ, проведенных в Лондоне, измерялась мозговая активность двух групп танцоров, смотревших видеосюжеты. В первом эксперименте ученые сравнивали мозговую активность танцоров классического балета и мастеров капоэйры в то время, как они смотрели номера, выдержанные в обоих жанрах. Капоэйра – бразильское боевое искусство, в котором невероятные акробатические движения проделываются под характерную ритмичную музыку. Движения капоэйры и классического балета чрезвычайно различны между собой, и лондонским специалистам пришла в голову остроумная идея использовать этот факт для изучения зеркальных нейронов. Они обнаружили, что при просмотре сцены из балета зеркально-нейронная активность

у классических танцоров была выше, чем у мастеров капоэйры, а при просмотре номера в стиле капоэйры – наоборот. Но действительно ли это различие было связано с тем, что зрители отождествляли себя с наблюдаемыми движениями? Не было ли оно всего-навсего откликом на разницу культур? На этот вопрос должен был ответить второй эксперимент, в котором участвовали только артисты классического балета. Дело в том, что танцоры и танцовщицы выполняют разные движения (в частности, только мужчина поднимает партнершу, только женщина танцует на пуантах). В этом эксперименте танцоры и танцовщицы смотрели номера, исполнявшиеся артистами либо того же, либо противоположного пола. Результаты оказались сходными с результатами первого эксперимента. Женщины продемонстрировали более высокую зеркально-нейронную активность, чем мужчины, при наблюдении за типично женскими движениями, мужчины, соответственно, за мужскими.

Недавний эксперимент с нейровизуализацией, в котором опытные няни и няни-новички наблюдали за действиями, связанными с уходом за ребенком, также показал, что уровень опытности влияет на мозговую активность наблюдателя. Все эти данные ясно говорят о том, что опыт формирует зеркально-нейронную активность при наблюдении за чужими действиями¹⁴³. Уже на этом основании можно предположить, что у курильщика при наблюдении за курящим или зажигающим сигарету человеком зеркально-нейронная активность выше, чем у некурящего, и наши предварительные результаты подтверждают это предположение. Во время эксперимента

мы показывали испытуемым (каждый из которых выкуривает как минимум пятнадцать сигарет в день) последовательности десятисекундных видеоклипов. В половине видеоклипов человек либо открывал пачку сигарет, либо курил сигарету (в разной обстановке – иногда в помещении, иногда под открытым небом). В другой половине человек открывал банку с газировкой или бутылку с водой или же пил из банки или из бутылки. Разумеется, зеркальные нейроны активировались при наблюдении за действиями обоих типов – как связанными с курением, так и связанными с питьем, – но в случае курения их активность была гораздо выше.

Время покажет, подтверждается ли эмпирическими данными вторая наша гипотеза: чем выше активность в зеркально-нейронных областях мозга при наблюдении за курящими, тем сильнее тяга к курению. И если это так, мы получим потенциально важный биомаркер тяги к возобновлению вредной привычки и, возможно, вероятности рецидива. Наличие такого биомаркера может помогать специалистам, работающим с людьми, в прошлом подверженными вредным привычкам, вовремя выявлять тех, кто нуждается в особом, индивидуальном подходе. С другой стороны, людям, борющимся с пагубными привычками, можно будет помогать предотвращать срывы, активно меняя окружающую их среду ради устранения провоцирующих социальных поводов. Учитывая высокую частоту рецидивов практически для всех известных видов пагубных привычек, можно сказать, что углубление понимания роли зеркальных нейронов в рецидивах будет чрезвычайно важно для борьбы

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

с этими привычками. И если зеркальные нейроны действительно способны сообщить нам, в какой мере тому или иному человеку угрожает возвращение к вредной привычке, не исключено, что они могут сообщить нам и больше – о том, как вообще мы все принимаем те решения, какие принимаем.

9

Зеркала желаний и предпочтений

НЕЙРОНАУКА ПОКУПОК

Приходилось ли вам участвовать в фокус-группах? Мне тоже нет, но я знаю, как они работают, и знаю, что они ненадежны – по нескольким причинам. Во-первых, люди склонны говорить не столько то, что они на самом деле думают, сколько то, что интервьюер или модератор, как им кажется, хочет услышать. Социальное давление, заставляющее их высказывать «правильные» мнения, часто затемняет реальную картину. Во-вторых, акустика фокус-групп в силу самой их сути отличается высоким уровнем «шума», и мы теперь кое-что знаем о могуществе имитации при социальном общении людей. Если в фокус-группе имеется человек с лидерскими качествами, выражающий свое мнение с особой настой-

чивостью, то суждения остальных проявляют тенденцию к сдвигу в ту же сторону. Такова человеческая натура, и я не первый, кто отмечает воздействие этой природы на фокус-группы. Специалисты в области маркетинга хорошо знакомы с ловушками классических маркетинговых инструментов, основанных на вопросах и ответах, но что еще они имеют в своем распоряжении? Очень немногое на данный момент.

Честно говоря, я думаю, что проблемы, стоящие перед этими специалистами, еще серьезнее, чем им кажется. Есть еще одна важная сторона человеческого поведения, уменьшающая значимость того, что люди говорят, для понимания процессов, управляющих принятием ими решений. Некоторые читатели, возможно, не вполне понимают, к чему я веду этот разговор, потому что, разумеется, мы хотим считать себя автономными индивидами, держащими собственную жизнь под контролем и способными принимать рациональные, сознательные решения. Однако имеется немало данных, показывающих, что это не совсем так. Многие психологические исследования говорят об ограниченности нашей способности заново воспроизводить наш первоначальный опыт и процессы принятия нами решений¹⁴⁴. Джонатан Скулер на основе эмпирических данных, полученных рядом лабораторий, выделяет два типа рассогласования (диссоциации) между сознательными и метасознательными умственными процессами (метасознательными – значит, воспроизведенными заново, как в том случае, когда испытуемый объясняет, почему один рекламный ролик понравился ему больше, чем другие). Рассогласование

первого типа он называет временной диссоциацией. Типичный пример – когда человек, читая, «отключается», уходит мыслью в сторону, а затем ловит себя на этом. То, что он внезапно понимает это, выдает временное отсутствие у него прямого, эксплицитного осознания своего умственного состояния.

Рассогласование второго типа Скулер назвал трансляционной диссоциацией. Этот тип диссоциации более важен для моих рассуждений. Главная мысль здесь состоит в том, что, когда человек пытается передать свой опыт словесно, информация в той или иной мере теряется или искажается. Трансляционная диссоциация особенно очевидна, если опыт, о котором человек рассказывает, в силу самой сути этого опыта трудно облечь в слова, – например, когда речь идет о лицах, оттенках цветов, автомобилях, голосах, винах и тому подобном. Эксперименты показали, что детальное вербальное описание того или иного события или переживания ухудшает память о нем. Это явление называется вербальным затенением. Испытуемым вначале показывали фотографию человека, а затем часть из них просили подробно описать его лицо, другую часть – выполнить никак не связанное с лицом вербальное задание. С последующим тестом на узнавание этого же человека по другой его фотографии те испытуемые, что подробно описывали лицо, справлялись в целом хуже, чем остальные.

Есть несколько разновидностей трансляционной диссоциации. Приведу только два экспериментальных примера. Во-первых, доказано, что размышление вслух при решении задачи ухудшает результат. Во-вторых, ис-

пытуемые, на которых подсознательно воздействовали словами «жажда» и «сухость», начинали пить больше жидкости, но на их словесную оценку своего ощущения жажды это никак не влияло.

Одно недавнее исследование чрезвычайно ярко продемонстрировало рассогласование между вербальной оценкой и восприятием. Испытуемых мужского пола просили оценивать привлекательность двух женских лиц на фотографиях и выбирать более симпатичное. Как только испытуемый делал выбор, экспериментатор убирал фотографии. Несколько секунд спустя он возвращал испытуемому один из двух снимков и просил объяснить, почему он считает это лицо более привлекательным. Хитрость состояла в том, что в некоторых случаях испытуемому показывали не ту фотографию, которую он выбрал, – то есть снимок женщины, которую он счел менее привлекательной. Вы можете подумать, что испытуемый, которому показывали не ту карточку, мгновенно распознавал обман. Ничего подобного! Как ни странно, распознано было лишь около 10 процентов таких подмен. Одна из десяти! Мы стали называть это явление слепотой выбора. Создается впечатление, что мы, люди, слепы к собственному выбору. Эти результаты, безусловно, трудно согласовать с представлением о человеке как о существе, принимающем решения рационально и вполне их контролирующем. Поразительно, но в том случае, когда испытуемый давал себя провести, он приводил доводы, объясняющие, почему данное лицо (которое он не выбрал) более привлекательно, чем другое. Существенных различий между аргументами, приводившимися

в пользу действительно выбранных и подмененных лиц, не было¹⁴⁵. Может быть, участники эксперимента в какой-то момент осознавали свою ошибку и просто не решались говорить о ней из-за смущения? Маловероятно. Едва испытуемый понимал, что его обманывают, он сразу начинал относиться ко всему эксперименту с большим подозрением, и последующие попытки с его участием приходилось исключать из анализа.

И какого доверия заслуживают с учетом всех этих данных словесные мотивировки наших решений? Тут в игру вступают нейромаркетологи, выступающие за использование нейронауки для того, чтобы лучше понимать и предсказывать поведение людей. Настало время применить нейровизуализацию к разным аспектам жизни нашего общества. Наши познания о нейронных механизмах поведения стремительно увеличиваются. Сканеры мозга становятся все доступнее. Используя их для измерения мозговой активности, мы сможем гораздо лучше представлять себе, что на самом деле происходит, когда мы принимаем решения, – в частности, когда мы решаем, что купить.

Людам, которые слышат слово «нейромаркетинг», иногда почему-то приходит на ум некая изоциренная форма контроля за сознанием. Не могу точно сказать, какая логика кроется за подобными утверждениями, но я определенно знаю, что они основаны на непонимании. Контроль за сознанием предполагает манипуляцию им в том или ином виде. Нейромаркетинг – нечто прямо противоположное. Он выявляет для потребителей и иных участников рынка истинные предпочтения людей. Он даже

помогает потребителям лучше сознавать глубинные мотивы своего выбора, которые, как мы только что видели на примерах случаев трансляционной диссоциации, потребители не могут адекватно вербализовать.

Пока, как правило, нейромаркетологи сосредотачивают внимание на так называемой системе положительного подкрепления. Под этим термином мы, нейроспециалисты, понимаем совокупность областей мозга, обеспечивающих поведение, ориентированное на вознаграждение. Разумеется, это сложное поведение, и оно подразделяется на несколько составляющих, связанных, в частности, со стимулирующим значением вознаграждающих раздражителей, с поведением приближения и консуматорным поведением, нацеленным на вознаграждение, с эмоциями, порождаемыми вознаграждением, с «ожидаемостью» вознаграждения и т.д.¹⁴⁶ Не все элементы этой сложной системы полностью изучены и «нанесены на карту», но большой объем проделанного труда позволяет приложить по крайней мере некоторые из главных идей, возникших на его основе, к другим областям – например, к маркетингу.

Если рассматривать систему положительного подкрепления в эволюционном плане, то, видимо, она из системы оценки первичных целей (таких, как еда и секс) развилась в систему, оценивающую раздражители, чья значимость носит для современных людей в гораздо большей степени культурный характер. Имея в виду эту правдоподобную гипотезу, можно предполагать, что наблюдение с помощью ФМРТ за системой положительного подкрепления в мозгу испытуемых, которым по-

казывают товары или рекламу, было бы полезно и для науки как таковой, и для маркетологов. Вероятно, первым исследованием такого рода стал проведенный в Германии эксперимент, в котором мужчины рассматривали изображения машин разных марок. Двенадцати испытуемым, которые охарактеризовали себя как «большие любители» автомобилей, показывали фотографии машин трех видов: спортивных машин, лимузинов и малолитражек. Устраняя, насколько возможно, разнообразные зрительные факторы «низшего уровня», экспериментаторы использовали черно-белые снимки с одинаковой ориентацией машин. Они даже убрали все названия марок. Судя по картинкам в статье, описывающей эксперимент и его результаты, машины из-за этого устранения стали довольно-таки непривлекательными (по крайней мере, для меня, фанатом автомобилей точно не являющегося). Каждая фотография демонстрировалась в течение шести секунд, и испытуемых просили оценить привлекательность каждой машины по пятибалльной шкале. Меня несколько не удивляет, что «поведенческая привлекательность» спортивных машин оказалась, по мнению испытуемых, намного выше, чем у машин других категорий. Изучая мозговые данные, исследователи обнаружили, что, когда испытуемые смотрели на спортивные машины, вентральная часть полосатого тела и медиальная орбитофронтальная кора их мозга (области, принадлежащие к системе положительного подкрепления) были у них более активны, чем когда они смотрели на малолитражки. По-моему, неудивительно, что эти же области, отвечающие за вознаграждение, воз-

буждаются у мужчин и при виде фотографий женских лиц. Два вывода: самыми «вознаграждающими» для автомобильных фанатов являются спортивные машины, и мозг автомобильного фаната мужского пола при взгляде на спортивную машину ведет себя примерно так же, как при взгляде на привлекательную женщину!

Подобные данные нейровизуализации подталкивают к использованию уровня активности в мозговой системе положительного подкрепления как показателя привлекательности того или иного продукта для потенциальных покупателей. Однако решения, принимаемые в реальной жизни, зачастую не так просты, и на них влияет не только система положительного подкрепления. Например, мне может понравиться дорогая спортивная машина, но что делать, если она мне не по карману? В таком случае я должен найти способ подавить побуждение ее купить, иначе я залезу в долги (или в слишком большие долги). Обычно за эти контрольные механизмы отвечают области коры, расположенные в лобной доле. Желание купить слишком дорогую машину порождает во мне (то есть в моем мозгу) внутренний конфликт. Одна из сторон должна уступить. Измерение активности в упомянутых областях мозга может подсказать нейромаркетологам, чем окончится эта борьба.

Есть и другие участки лобной доли, которые тоже, судя по всему, играют важную роль в наших предпочтениях и потребительском поведении. В ходе своего знаменитого эксперимента с нейровизуализацией Рид Монтагью и его коллеги из Медицинского Бэйлор-колледжа в Хьюстоне применили ФМРТ для исследова-

ния нейронной активности у испытуемых, которые пробова­ли и сравнивали между собой два самых популярных прохладительных напитка. Вы знаете их – это «кока» и «пепси». Вначале предпочтения участников эксперимента были изучены с помощью «слепой» дегустации без сканера. Затем каждого из них помещали в сканер, и для этой стадии эксперимента Монтагью и его сотрудни­ки разработали специальное оборудование, позволяв­шее испытуемым пробовать напитки под эффективным контролем. Ведь невозможно было просто открывать банки с напитками и давать пить из них людям, находящимся в ФМРТ-сканере! Было найдено остроумное ре­шение. Экспериментаторы использовали управляемый компьютером шприцевый насос, подававший напитки в охлаждаемые пластиковые трубки, которые заканчива­лись пластиковыми же мундштуками. Порции сделали достаточно маленькими, чтобы испытуемым было удоб­но глотать, лежа в сканере. И наконец, напитки были негазированные: благодаря этому количество жидкости как таковой, впрыскиваемой насосом, было одинаковым при каждой попытке. (Кто-то, конечно, может сказать, что наличие газа влияет на вкус, но давайте оставим эту придирку в стороне.)

Техника сработала, и результаты получились ясные. Когда испытуемые не знали, какой напиток им дают, актив­ность в медиальной орбитофронтальной коре коррелировала с их предварительной оценкой. Итак, во время «слепой» дегустации эта область мозга, судя по всему, «командовала парадом». И тут начинается самое интересное: ведь Монтагью понимал значение знаменитых вкусовых

испытаний с «кокой» и «пепси», проведенных много лет назад. Тогда испытания «вслепую» с триумфом выиграла «пепси». А когда торговая марка была известна, победила «кока». Этот «эффект бренда», благодаря которому «кока» неожиданно становится лучшим из двух напитков, безусловно, принадлежит к числу многих культурных факторов, воздействующих на наши предпочтения в области еды и питья. Первоначальные результаты были подтверждены многими независимыми экспериментами, и компания PepsiCo, разумеется, использовала «слепую» дегустацию в рекламной кампании Pepsi Challenge. Такие испытания неизменно выигрывала «пепси».

Монтагью, вероятно, хотел раз и навсегда разрешить загадку, связанную с нейронными основами «эффекта бренда». Поэтому во второй части его ФМРТ-эксперимента сотрудники, подавая в трубку тот или иной напиток, одновременно идентифицировали его как «коку» или «пепси» на компьютерном мониторе. Затем они сравнивали мозговую активность испытуемого в этом варианте, когда он знал бренд, с активностью на предыдущем этапе, когда ему бренда не сообщали. Идея была проста: любое увеличение активности в одной или нескольких областях мозга при дегустации напитка с известной испытуемому торговой маркой должно выделить эти области как участки, ответственные за культурно опосредованный «эффект бренда». Совпадут ли они с областями повышенной активности при «слепом» испытании?

Эксперимент действительно указал на одну область повышенной мозговой активности при дегустации с из-

вестным брендом. Это дорсолатеральная префронтальная кора. Результат трудно назвать удивительным: эта область мозга, как известно, осуществляет «исполнительный контроль» за другими нейронными системами. Однако это не та область, что выступала на первый план во время «слепых» вкусовых испытаний. Вслед за Монтагью и его соотрудниками мы можем заключить, что, когда торговая марка напитка известна, активность в дорсолатеральной префронтальной коре берет верх над активностью в медиальной орбитофронтальной коре, которая, судя по всему, является главным центром оценки вкуса без знания торговой марки¹⁴⁷.

Этот эксперимент с «кокой» и «пепси», как и эксперимент с автомобильными фанатами, говорит нам, что нейронауку действительно можно эффективно использовать для исследования нашей оценки товаров и торговых марок. Эти результаты также показывают, что активность в областях мозга, принадлежащих к системе положительного подкрепления, и в областях, осуществляющих исполнительный контроль за мозговой деятельностью, вероятно, является эффективным биомаркером пользовательской оценки продукции. С другой стороны, эти исследования не до конца меня удовлетворяют, поскольку они оставляют без внимания тот факт, что в большей части рекламы участвуют реальные люди – актеры или иные знаменитости, говорящие нам что-либо или делающие что-либо на экране. Мне хотелось понять, что происходит, когда зритель видит этих людей в действии. Как ведут себя его зеркальные нейроны? Никто даже не задавался

этим вопросом до недавнего времени, когда мы получили на него ответ.

НА СКОРУЮ РУКУ: НАУКА «БЫСТРОГО ПРИГОТОВЛЕНИЯ» И СУПЕР БОУЛ

Моя гипотеза по поводу зеркальных нейронов и рекламы довольно проста. Если мы изучаем мозговую деятельность испытуемых в то время, когда они смотрят рекламные ролики, мы непременно обнаруживаем некую активность в зеркально-нейронных областях – по крайней мере, при просмотре роликов с участием людей, совершающих те или иные действия. Я утверждаю, что высокая активность в этих областях у участников таких экспериментов сигнализирует о некоем чувстве общности, о той или иной форме отождествления себя с персонажами ролика. Я говорю это потому, что одна из моих гипотез, касающихся зеркальных нейронов и социального поведения, состоит, как я писал выше, в том, что активность зеркально-нейронной системы – показатель нашего ощущения общности с другими людьми. Мы видели, как эти мозговые клетки помогают нам понимать чужие действия путем «симуляции» в нашем мозгу тех же самых действий, сопровождающейся активацией наших собственных моторных планов. Таким образом, зеркальные нейроны также помогают нам понимать чувства других людей. Кроме того, как мы видели в главе 5, зеркальные нейроны участвуют и в нашем самоузнавании. Короче говоря, эти клетки, судя по всему, создают не-

кую «близость» между «я» и другим человеком, и правдоподобным выглядит предположение, что активность в зеркально-нейронной системе может, помимо прочего, порождаться чувством общности, принадлежности к той или иной социальной группе, члены которой, по нашему ощущению, в чем-то более сходны с нами, чем все остальные.

В современной жизни такое чувство принимает многообразные формы. Приходит на ум, конечно, общность расы или национальности. Прожив пятнадцать лет в Лос-Анджелесе, я, тем не менее, очень сильно ощущаю себя этническим итальянцем. Однако есть и другие формы общности, в большей степени культурно опосредованные. Я чувствую свою принадлежность ко всемирному сообществу нейроспециалистов, и я могу испытывать сходное (хоть и менее сильное, пожалуй) ощущение принадлежности к самым разным социальным группам – от пользователей компьютеров «Макинтош» до слушателей айподов, от фанатов тенниса до страстных любителей оперы, от знатоков вин до ценителей суши. Внутри некоторых из этих спонтанно формирующихся социальных групп чувство принадлежности – или, по крайней мере, общности некоего опыта, – вероятно, глубже и осмысленнее, чем внутри других. Например, ощущение себя «родителем подростка», думаю, гораздо более значимо для нас, участников этой группы, чем ощущение принадлежности, скажем, к числу ценителей суши. Чувства такого рода, я замечаю, становятся еще сильнее, когда дело доходит до важных общественных вопросов. Ты либерал или консерватор? Ты сторонник

или противник запрета на аборт? В связи с подобной самоидентификацией многие испытывают весьма глубокие чувства. Впрочем, я забегаю вперед: о политических пристрастиях и о том, как они отражаются на зеркальных нейронах, мы поговорим в следующей главе. Пока же я хочу сосредоточиться на вопросах самоидентификации и принадлежности, возникающих в нейромаркетинге, и вновь моя базовая гипотеза проста: идентификация с продуктом, проявляющая себя в активности зеркально-нейронной системы, должна быть очень показательным признаком, позволяющим судить о будущем поведении в области потребительских решений и покупок.

Осенью 2005 года, в разгар моих размышлений обо всем этом, ко мне обратился Джошуа Фридман, психиатр и один из собственников FKF Applied Research – консультирующей фирмы, которая изучает новые подходы к рекламным исследованиям. Он предложил провести эксперимент, связанный с Супер Боул – игрой за звание чемпиона Национальной футбольной лиги США. «В чем заключается весь эффект этого события?» – риторически спросил меня Джошуа. В том, что это решающий матч по американскому футболу плюс реклама в паузах (порой кажется, что она занимает все паузы). Только в Соединенных Штатах игру смотрят 140 миллионов человек, а в других странах еще миллионы и миллионы (хотя не сравнить с числом зрителей финала чемпионата мира по футболу). Рекламодатели тратят миллионы долларов на специально подготовленные ролики – самые дорогие и, следовательно, самые важные

за весь год. Некоторые ролики передаются в эфир всего один раз. Все они являются сейчас неотъемлемой частью зрелища. Очень многие из 140 миллионов человек, собирающихся компаниями посмотреть матч, интересуются рекламой не меньше, чем игрой. (А ну-ка быстро, кто выиграл в 2006 году? Или расслабьтесь, не так уж это и важно. Многие зрители не могут ответить на этот вопрос через месяц после события, не то что спустя год с лишним.) На следующий день после игры эта реклама – одна из самых обсуждаемых тем в стране. Специалисты по маркетингу и их фокус-группы ранжируют ролики, выделяя самые эффективные, самые забавные, самые неожиданные – и, разумеется, самые неудачные. На завтра после финала эти ролики массово скачиваются с YouTube. На нескольких веб-сайтах зрителям предлагают за них проголосовать.

Реклама во время Супер Боул – это событие, и Джошуа предложил провести эксперимент с нейровизуализацией практически параллельно с игрой. Испытуемые будут смотреть ролики, а мы будем смотреть на их мозг. Для оперативного анализа результатов нам понадобятся все доступные нам компьютерные мощности, поскольку объем данных нейровизуализации весьма велик и их анализ требует большой вычислительной работы. Если, предвкушал Джошуа, мы сможем это осуществить, мы получим иной способ ранжирования рекламы, основанный не на высказанных людьми мнениях, а на количественных оценках мозговой активности. Я нашел идею любопытной, но сказал своему другу, что с ней сопряжено много всяких «если». Требуется обычно несколь-

ко месяцев, а нередко и годы, чтобы полностью осуществить сложный эксперимент с нейровизуализацией, от первого проблеска идеи до окончательного анализа результатов, а Джошуа хотел организовать все за несколько месяцев. Но главнейшая трудность состояла в том, что получить данные нейровизуализации и провести их компьютерную обработку нужно было (настаивал он) за одну ночь. В конце концов, однако, я согласился. В отчете об эксперименте, который я впоследствии написал для журнала Джона Брокмана *Edge – The Third Culture* (www.edge.org), я назвал то, что мы сделали, наукой «быстрого приготовления» (примеров которой существует очень мало).

Как нам все-таки удалось с этим справиться? Во-первых, мы ограничились малым числом испытуемых – всего пятью. Как специалист по нейровизуализации я был бы рад, если бы их было намного больше, но временной фактор накладывал жесткие ограничения. (Мы повторили эксперимент во время Супер Боул – 2007 и тогда смогли удвоить эту цифру). Нам нужны были добровольцы в возрасте под тридцать или немного за тридцать, потому что реклама, показываемая во время Супер Боул, часто нацелена именно на эту возрастную группу, и нам надо было изолировать их от прямой трансляции. Находясь в сканере, они должны были увидеть эту рекламу в первый раз. И самое важное – нам необходимо было получить копии роликов практически мгновенно. До матча они не были доступны, и мы не могли ждать его окончания, чтобы выбрать те, которые нам хотелось бы использовать. Это было бы слишком поздно. В конце

концов мы решили записать и оцифровать ролики, которые будут показаны в первой половине игры, и начать показывать их испытуемым во время второй ее половины. Такое решение породило еще одну трудность: не все ролики, демонстрируемые во время матча, свежие, и мы не будем знать заранее, когда в эфир пойдет старый ролик, а когда новый. Джошуа решил эту проблему так: большая группа сотрудников FKF Applied Research следила за игрой и отсеивала старые ролики по мере их выхода в эфир, совещаясь в онлайн-режиме. Запись шла непрерывно, и новые ролики, наряду с некоторыми обычными «контрольными» роликами, немедленно оцифровывались и подготавливались к передаче через наши лабораторные компьютеры внутрь сканера, где испытуемые смотрели их с помощью стандартных жидкокристаллических очков высокого разрешения. (Эти «контрольные» ролики были нужны нам, чтобы убедиться, что в рекламе, специально снимаемой для Супер Боул, нет ничего «магического», позволяющего ей, в отличие от обычной «контрольной» рекламы, вызывать мощную разрядку в мозговых центрах положительного подкрепления. Вообще-то мы не верили в эту «магию», но решили, тем не менее, получить данные, которые могли бы подтвердить или опровергнуть наше интуитивное мнение.)

Еще одна проблема: файлы с оцифрованными роликами из-за их большого размера невозможно было пересылать через Интернет, поэтому Джошуа должен был вскоре после конца первой половины игры доставить их в наш Центр мозговой картографии на жестком

диске. Никогда раньше мы не проводили экспериментов в такой лихорадке. Если уж на то пошло, вся научная практика такой спешке прямо противоположна. В проведении эксперимента в разном качестве участвовало человек восемь сотрудников, тогда как обычно – двое или трое. Все мы, помимо испытуемых, были здорово взвинчены (испытуемым ничего особенного делать не надо было – только ждать своей очереди, а потом, находясь в сканере, всего-навсего смотреть рекламу через очки). Всю вторую половину дня и весь вечер постоянно случались разные мелкие происшествия и заминки, и присутствие съемочной группы программы «Доброе утро, Америка» телеканала ABC и репортера газеты Los Angeles Times усугубляло нервозность. Они следовали за нами по пятам и примечали каждую нашу проблему. Перерыв после первой половины игры наступил около пяти вечера по времени тихоокеанского побережья. Сканирование мозга первого из испытуемых мы сумели завершить к 6.30. Наш план состоял в том, чтобы сразу начать анализ результатов и одновременно приступить к сканированию мозговых реакций второго добровольца. За счет параллельности процедур мы рассчитывали к позднему вечеру справиться с анализом всех данных. Так и вышло – работа была окончена за несколько минут до полуночи. Мы были совершенно измотаны. Если у меня и были какие-то сомнения, этот вечер полностью их развеял: гораздо лучше (по крайней мере, для ученых) проводить эксперименты в естественном темпе, чем под давлением внешних обстоятельств. Наука «быстрого приготовления» – не тот путь, которым надо идти. Тем

ЗЕРКАЛА ЖЕЛАНИЙ И ПРЕДПОЧТЕНИЙ

не менее я питал большие надежды на то, что в данном случае наши усилия и переживания не напрасны.

ЗЕРКАЛА ДЛЯ РЕКЛАМЫ

Первым делом мы определили для каждого из испытуемых в сканере фоновый уровень мозговой активности, когда он «ничего не делал» (то есть смотрел на пустой экран или фокусировал взгляд на крестике в центре монитора). Этот фоновый уровень покоя позволил нам сравнивать активность мозга в состоянии покоя и при выполнении заданий (в экспериментах, обсуждавшихся ранее, фоновый уровень не имел значения). Когда испытуемый смотрел рекламные ролики через специальные очки, мы измеряли активность во всем его мозге, обращая особое внимание на четыре основные нейронные системы: на зеркально-нейронную, на систему положительного подкрепления, на мозговые центры исполнительного контроля и на мозговые центры эмоций. В ходе последующего анализа мы прежде всего смотрели на общую активность в этих системах при просмотре всех роликов, сравнивая ее с фоновым уровнем покоя. Мы также уделили внимание сенсорным зонам, отвечающим за зрение и слух, поскольку рекламный ролик – это и картинка, и слова, и музыка. Мы не считали эти области представляющими большой теоретический интерес в этом эксперименте, но решили, что будет полезно сравнить активность в них и в действительно интересовавших нас нейронных системах. То, что мы увидели

в областях, связанных со зрением и слухом, оказалось вполне ожидаемым. Они адекватно реагировали у каждого испытуемого на каждый ролик. Это нас не удивило, но действовало успокаивающе. В конце концов, мы никогда раньше не ставили таких сумасшедших экспериментов, и было приятно увидеть в полученных данных то, что мы почти наверняка увидели бы в результатах более обычного эксперимента.

Обратившись к активности в четырех нейронных системах, которые нас интересовали, мы обнаружили, что при просмотре некоторых роликов система положительного подкрепления, система исполнительного контроля и центры эмоций не продемонстрировали никаких изменений сравнительно с фоновым уровнем; не было отмечено и снижения активности. Это относилось ко всем испытуемым, и это нас несколько удивило: ведь ролики, представляя весьма соблазнительные товары и услуги, делали это довольно занимательным (вроде бы) образом. Безусловно, именно за это спонсоры платят такие большие деньги. Только одна система неизменно активировалась по сравнению с фоновым уровнем при просмотре каждым испытуемым каждого ролика. Это была зеркально-нейронная система. Она ни разу не осталась безучастна. Главной причиной, разумеется, было участие в роликах людей (актеров). Что меня заинтриговало – это разница в степени активации зеркально-нейронной системы в зависимости от ролика. Активность, проявленная ею при просмотре некоторых роликов, как нам показалось, не была связана с очевидными физическими особенностями данного конкретного ролика (напри-

мер, с кистевыми движениями рук или с обилием людей, совершающих различные действия). Моя гипотеза состоит в том, что более высокая зеркально-нейронная активность, вызванная некоторыми из роликов, объясняется более высоким уровнем идентификации зрителем себя с происходящим на экране. Результатами эксперимента с рекламой для Супер Боул эту гипотезу трудно подтвердить или опровергнуть, однако другие данные, полученные моей лабораторией, говорят в ее пользу. В ходе эксперимента, совершенно независимого от этого, мы исследовали мозговую активность людей, одни из которых являются, а другие не являются держателями одной определенной кредитной карточки. Всем испытуемым показывали различные фотоснимки людей, занятых покупками. Некоторые из испытуемых, как владеющие карточкой, так и не владеющие, видели на этих изображениях в правом нижнем углу логотип карточки. Другим показывали фотоснимки без логотипа. Результаты получились удивительные. Зеркально-нейронная активность испытуемых, не владеющих карточкой, никак не зависела от наличия или отсутствия логотипа. Они оставались к этому логотипу равнодушны, поскольку не идентифицировали себя с ним. Среди владельцев карточки, однако, при разглядывании снимка с логотипом была зафиксирована более высокая активность зеркально-нейронных областей, чем когда логотипа не было. Не проявлялась ли в этой повышенной активации просто-напросто «симуляция» движения руки с карточкой, как если бы испытуемый думал: «Я точно так же держу карточку»? Нет, потому что на фотографи-

ях не было людей с карточками в руке. У этих испытуемых мы, вероятнее всего, увидели нейронный коррелят «идентификации» при посредничестве зеркальных нейронов. Участники эксперимента, владеющие карточкой, глядя на снимки со «своим» логотипом, словно думали: «Эти люди – такие же, как я».

Еще одной удивительной особенностью результатов эксперимента с рекламой для Супер Боул было несоответствие между поведенческими данными (каждого испытуемого сразу после выхода из сканера опросили) и данными нейровизуализации. На прямые вопросы о наиболее и наименее понравившихся роликах испытуемые давали вполне конкретные ответы, но их мозг говорил иное. Ролики, которые они называли лучшими, часто порождали почти нулевую или слабую реакцию тех нейронных систем, что, по нашему мнению, наиболее важны для поведения человека. Вместе с тем другие ролики, вызвавшие энергичный отклик зеркально-нейронной системы и системы положительного подкрепления, не были упомянуты испытуемыми. Хотя можно было бы счесть это несоответствие между мозговыми данными и словесными оценками признаком ненадежности результатов сканирования как основы для выявления наших будущих предпочтений, я склоняюсь к другой интерпретации. Как мы видели, обсуждая эксперимент с женскими лицами на фотокарточках, а чуть раньше – говоря о трансляционной диссоциации, люди зачастую плохо сознают, что они выбрали и почему, и их вербальным объяснениям своих решений верить трудно. Мозговые реакции ключевых нейронных систем, ко-

ЗЕРКАЛА ЖЕЛАНИЙ И ПРЕДПОЧТЕНИЙ

торые, как показали исследования, чрезвычайно важны для таких компонентов человеческого поведения, как мотивация (система положительного подкрепления), как эмпатия и идентификация (зеркально-нейронная система), являются, по моему мнению, более достоверными признаками, позволяющими судить о нашем потребительском выборе в будущем.

Доказать эту гипотезу я, конечно, не могу. Единственный способ ее основательной проверки – это эксперимент, который, будучи абсолютно осуществимым, тем не менее вряд ли будет в ближайшее время поставлен: он требует серьезного и увлеченного партнерства между нейроспециалистами и миром бизнеса – а подобное в обозримом будущем маловероятно. Но, развлечения ради, вот как я проверил бы свою гипотезу о том, что мозговые данные – гораздо более надежный источник прогнозов потребительского поведения людей, чем опросы. Прежде всего надо выявить два американских штата, сравнительно изолированные друг от друга, но в населении которых имеется по крайней мере один сектор с более или менее сходными важнейшими демографическими параметрами. После этого необходимо определить один целевой продукт, пользующийся спросом в этом секторе населения в обоих штатах, а затем создать серию радикально отличных друг от друга видеосюжетов, рекламирующих этот продукт. И наконец, исследовать с помощью фокус-групп и нейровизуализации большую выборку населения в каждом из двух штатов, чтобы проанализировать реакцию на все рекламные ролики. Как и в случае рекламы для Су-

пер Боул, мы затем должны были бы выявить ролики, демонстрирующие существенное расхождение между словесными оценками и мозговыми данными (положительная словесная оценка при слабой реакции системы положительных подкреплений и зеркально-нейронной системы или же отрицательная оценка при высокой мозговой активности). В одном штате необходимо в дальнейшем показывать только ролики, получившие хорошую словесную оценку, но «плохой» мозговой отклик, в другом штате – наоборот, только ролики, на слова оцененные низко, но вызвавшие энергичную мозговую реакцию. Если моя гипотеза справедлива (то есть если мозговые данные – более надежный индикатор будущих потребительских предпочтений, чем опросы), то рекламируемый продукт будет лучше продаваться в штате, жителям которого показывают рекламу, получившую «хороший» мозговой отклик.

Как вам проект? Я говорю о нем без тени шутки, и думаю, что этот эксперимент не так уж трудно будет осуществить, если только удастся четко определить демографический сектор со сходными параметрами в двух штатах, изолированных друг от друга в иных отношениях. Единственная реальная проблема, помимо этой, – найти большую корпорацию, чье руководство понимало бы значение того, что происходит сейчас в нейронауке, и согласилось бы понести некоторые расходы, для такой корпорации, впрочем, весьма незначительные. Я знаю ряд нейроспециалистов, которые с удовольствием приняли бы в проекте участие. Наверняка нашлось бы и много других.

Еще один вопрос, на который ответил бы этот эксперимент, – достигает ли вообще реклама поставленных целей? Несмотря на огромные рекламные затраты, никто, я считаю, не способен дать на этот вопрос убедительный ответ. Исключение составляет одна специфическая область, где люди убеждены в действенности рекламы, в особенности рекламы определенного типа. Я говорю о политическом консультировании, специалисты по которому уверены, что негативная реклама работает, и могут привести в обоснование этой уверенности ряд классических примеров. Один из них – знаменитый телеролик 1964 года в поддержку Линдона Джонсона, который баллотировался на должность президента США против Барри Голдуотера. В ролике маленькая девочка, считая до десяти, обрывает лепестки с красивой маргаритки, а затем на заднем плане после «обратного отсчета» от десяти до нуля поднимается грибовидное облако. Подразумевалось: Голдуотер – безответственный, кровожадный милитарист. Результат: убедительная победа Джонсона. Другой, столь же знаменитый пример – ролик 1988 года с вращающейся дверью, который был использован в избирательной кампании Джорджа Буша-старшего против губернатора штата Массачусетс демократа Майкла Дукакиса. В какой-то момент предвыборного лета опросы давали Дукакису перевес в 17 пунктов. И тут команда Буша выпустила на экраны ролик с заключенными, входящими в тюрьму и выходящими из нее. Подразумевалась практика отпусков на уик-энд для осужденных, которую поддерживал Дукакис, и случай с чернокожим Уилли Хортоном, отбывавшим в Массачусетсе пожиз-

ненное заключение за убийство и совершившим новые преступления во время такого отпуска. Ролик откровенно играл на расовых страхах избирателей и на их боязни преступников. Результат: легкий выигрыш Джорджа Буша-старшего. Есть много других примеров, подкрепляющих общепринятое в политическом мире мнение, что легче всего выиграть на «негативе», что, как бы избиратели ни объясняли социологам до и после голосования причины своего выбора, подлинными его мотивами являются негодование и страх.

Можно ли подтвердить этот тезис какими-либо мозговыми данными? Я считаю, что в моей лаборатории их обнаружили, хотя эксперимент такой цели не преследовал. Что самое важное, я убежден, что этот научный результат должен заставить людей хорошенько подумать о долгосрочном воздействии негативной рекламы.

ПОСЛЕДСТВИЯ НЕГАТИВНОЙ РЕКЛАМЫ

Весной 2004 года мы начали эксперимент по измерению активности в «партийном мозгу», в ходе которого зарегистрированным членам Демократической и Республиканской партий показывали серии фотографий трех кандидатов в президенты США на предстоявших осенью выборах: республиканца Джорджа У. Буша, демократа Джона Керри и независимого Ральфа Нейдера. Примерно половину из двадцати испытуемых мы обследовали весной, после того как победы Керри на первичных выборах сделали его номинацию неизбежной.

Узнав об этом исследовании, журналист «Нью-Йорк таймс» Джон Тирни взял у меня интервью. Его публикация об эксперименте, появившаяся 19 апреля на первой полосе газеты, была озаглавлена «Политика в мозгу?». Внезапно наш эксперимент стал, вероятно, самым раскрученным в СМИ мозговым исследованием за все времена. Сюжет подхватили крупные телеканалы. Все это стало для нас сюрпризом: ведь мы даже еще не довели эксперимент до конца. Вот вам еще один вариант науки «быстрого приготовления»!

Внимание со стороны СМИ – обычно хороший сигнал для ученого. Оно означает, что эксперименты, которые мы проводим, интересны широким слоям населения, что понять, чем мы занимаемся и почему, можно и не имея ученой степени по нейронауке. Мы в нашей лос-анджелесской лаборатории поначалу были искренне рады этому вниманию. По наивности своей мы не сразу осознали, что популярность, созданная СМИ, может быть палкой о двух концах. Дело в том, что из-за нее стало практически невозможно набрать новых испытуемых, которые не знали бы об эксперименте и, главное, не знали бы результатов нашего предварительного анализа (Тирни привел их в своей статье в *New York Times*). Это была серьезная проблема, связанная с так называемыми метакогнитивными процессами. Если попросту – предварительные знания, имеющиеся у испытуемых, нарушили бы чистоту эксперимента. Что нам оставалось делать? Ждать. Прекратить на время набор испытуемых. У людей на такие вещи короткая память, и СМИ будут без усталости предлагать их вниманию новые исто-

рии и новые темы для обсуждения. В этом недостатка никогда не бывает. Запас кажется неисчерпаемым. Мы предположили, что сможем эффективно решить метакогнитивную проблему, приостановив набор испытуемых примерно на три месяца. И оказались правы: когда мы возобновили эксперимент летом, люди уже успели более или менее забыть про те сообщения в прессе. Самое большее – им очень смутно что-то вспоминалось о каком-то мозговом эксперименте в нашем университете.

Летом, с приближением выборов, СМИ снова начали проявлять к нам интерес. Но я уже усвоил урок. Теперь я со всеми СМИ, которые хотели взять у меня интервью, заключал соглашение: они не имели права обнародовать сюжет, пока мы не закончим сбор данных (мы справились с этим к началу сентября). К этому моменту эксперимент, как мы его первоначально запланировали, был завершен – с той особенностью, что примерно половину испытуемых мы обследовали ранней весной, другую половину – в конце лета. Участники нашего эксперимента были не только зарегистрированными демократами или республиканцами; они, кроме того, уже твердо решили, за кого будут голосовать, что неудивительно, поскольку эти выборы были из числа самых поляризованных в американской истории. Такие политически убежденные люди способны смотреть на одни и те же данные и приходиться к диаметрально противоположным выводам. Это мы хорошо знаем. Но мы не знаем, как это у них происходит (вернее, не знали, пока не

провели эксперимент). Мы надеялись продвинуться к пониманию этих механизмов, используя очень простые зрительные образы (лица трех кандидатов) с тем, чтобы минимизировать роль сложных факторов, которые могут фигурировать в политических дебатах, и добраться до сердцевины чувства общности со своей партией и со своим кандидатом. Моя главная гипотеза состояла в том, что эмпатия к своему кандидату, чувство единения с ним поддерживается активностью в зеркально-нейронных областях или зеркальными супернейронами.

Мозговая активность подопытных, которых мы обследовали весной, полностью соответствовала нашей главной гипотезе. Как у демократов, так и у республиканцев при взгляде на снимок своего кандидата наблюдалась реакция в медиальной орбитофронтальной коре. Как мы знаем, эта область мозга обычно активируется вознаграждающими раздражителями – например, любимой едой. Кандидаты в президенты – это, конечно, люди, а не бездушная пища, но эта часть мозга также связана с положительными эмоциями вообще – такими, как чувство радости, счастья. Лицо своего кандидата, очевидно, вызывает прилив положительных эмоций. И, что чрезвычайно важно, согласно обсуждавшимся в главе 7 данным, обследования эпилептиков с помощью глубоких электродов, в этой области мозга, судя по всему, имеются зеркальные супернейроны. Таким образом, нейронная активность, наблюдавшаяся в этой зоне мозга, вполне укладывалась в гипотезу о том, что взгляд на лицо своего кандидата вызывает чувство эмпатии

и единения, в котором участвует зеркально-нейронная система.

Пока что никаких неожиданностей. Но, к нашему великому удивлению, испытуемые, которых мы обследовали в конце лета, не продемонстрировали активности в медиальной орбитофронтальной коре при виде снимков своих кандидатов. Как такое возможно? Мы изучили результаты очень тщательно, но цифры были неумолимы. Единственное достоверное различие между мозговыми откликами испытуемых ранней весной и поздним летом наблюдалось в этой, и только в этой области – в медиальной орбитофронтальной коре. Весной она возбуждалась, поздним летом пребывала в спячке. Причем данные говорили не просто об отсутствии реакции этой зоны, а о ее явном торможении у летних испытуемых, когда они смотрели на изображение кандидата, за которого собирались голосовать.

Я считаю, что эта резкая разница в поведении медиальной орбитофронтальной коры между ранней весной и поздним летом объясняется переменой политического климата, интенсивным использованием обеими сторонами негативной рекламы и личных нападков на протяжении лета. Как в такой отравленной атмосфере избиратель может испытывать эмпатию к своему кандидату, как он может идентифицировать себя с ним, пусть даже кандидат и получит его голос? Это почти невозможно. Избирательная кампания запачкала всех кандидатов – даже в глазах их преданных сторонников.

Разумеется, эта интерпретация всецело носит характер *post hoc**. Однако с учетом того, как проходила избирательная кампания, и того, что мы знаем о медиальной орбитофронтальной коре, такое объяснение напрашивается. И если оно справедливо, это, я считаю, тревожный сигнал для нашего общества. Отсюда с очевидностью следует, что негативная реклама эффективна (для политических консультантов это, конечно, отнюдь не новость), и это также показывает, что негативная реклама может приводить к опасному разрыву эмоциональной связи между избирателями и лидерами, которые должны представлять их интересы. Я убежден, что здоровая демократия нуждается в механизмах эмпатии и идентификации между гражданами и их политическими представителями. Без этих объединяющих эмоций мы рискуем оказаться перед лицом неуклонно растущего разочарования нашей политической системой, из-за которого люди могут стать более восприимчивыми к другим формам правления. А ведь альтернативы современным демократиям пока проявили себя как нечто гораздо худшее, нежели то, что мы имеем.

* *Post hoc* (лат.) – «после события». Имеется в виду предположение о причине некоего события, сделанное после самого события, что исключает возможность экспериментальной проверки этого предположения.

10

Нейрополитика

ТЕОРИИ ПОЛИТИЧЕСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ

В конце 1990-х Даррен Шрайбер (тогда – аспирант Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе, специализировавшийся по политологии, ныне – профессор политологии в Калифорнийском университете в Сан-Диего) обратился в наш Центр мозговой картографии с предложением проверить некоторые теории формирования политических предпочтений. В то время использование нейровизуализации с подобными целями было делом практически неслыханным. Сегодня оно если не в порядке вещей, то по крайней мере уже не столь необычно. Несколько лабораторий, включая нашу, проводят такие исследования. И разумеется, по мере того, как Даррен реализовывал свою идею, а за-

тем шли другие эксперименты (в том числе и только что описанный – касающийся выборов 2004 года), я начал задаваться вопросом, не играет ли во всем этом роли зеркальность – а значит, и зеркально-нейронная система. До сих пор серьезные политологи, как правило, предпочитали думать, что размышления людей о политике – весьма рациональный процесс, для которого автоматическое зеркальное копирование очень уж большого значения не имеет. Мы с вами видели, однако, что зеркальность – поистине вездесущая форма коммуникации и социального взаимодействия людей. Учитывая, что один из важнейших факторов политики – общность человека с другими людьми, чьи ценности и идеи об организации общества он разделяет, я полагаю, что те или иные формы зеркальности почти наверняка участвуют в некоторых аспектах политического мышления.

И для начала – насколько оно рационально, наше политическое мышление? Именно это хотел выяснить Даррен, поскольку результаты общенациональных опросов породили длительные споры в среде политологов. Анализ ответов граждан на разнообразные вопросы политического характера выявил четкую закономерность. Если испытуемый отвечал быстро, из них складывалась стройная картина его политических предпочтений. Они выглядели осознанными, осмысленными. К примеру, если кто-либо из быстро отвечающих выражал «либеральное» отношение к абортам, он, как правило, демонстрировал «либеральное» отношение и к образованию или к правам гомосексуалистов. Была, однако, и другая группа испытуемых. Они гораздо дольше (в среднем)

думали над вопросами и отвечали на них непоследовательно. На один вопрос они могли дать «либеральный» ответ, на другой – «консервативный». Не было стройной картины и на групповом уровне: на один и тот же вопрос некоторые из «медленных» отвечали в «либеральном» духе, другие – в «консервативном».

В целом, таким образом, по результатам этих опросов вырисовались две группы граждан. Имеется ли какой-либо определяющий параметр, по которому их легко было бы разграничить? Ответ напрашивался утвердительный. Быстро и последовательно отвечали испытуемые, хорошо политически подкованные; долго думали и давали непоследовательные ответы те, кто знал о политике гораздо меньше. В 1960-х годах политолог Филипп Конверс, подводя итог анализу этого явления, высказал мысль, что мнения политизированных граждан обычно основаны на хорошей информированности, отличаясь вместе с тем некоторой негибкостью, тогда как люди, в политике не очень сведущие, не имеют мнений вовсе и, участвуя в опросах, отвечают как бог на душу положит. Сегодня этот вывод звучит немного по-любительски, но в то время он породил бурную политологическую дискуссию. Лет через десять после выступления Конверса другой политолог, Крис Эйчен, оспаривая его, заявил, что политически неискушенные люди просто не могут соотнести свои подлинные политические предпочтения с вопросами, на которые им приходится отвечать при анкетировании. Причина кажущейся непоследовательности их ответов – не отсутствие мнений, а несовершенство опросов. Позднее возникла и третья гипотеза – ее

высказали Джон Заллер (кстати, научный руководитель Даррена Шрайбера в бытность его аспирантом) и Стэнли Фелдман. По их мнению, непоследовательность в ответах политически малоискушенных людей нельзя объяснить ни полным отсутствием политических предпочтений, ни неадекватностью формулировок опросов. Согласно этой гипотезе, в то время как негибкие, кристаллизовавшиеся суждения людей, увлеченных политикой, основаны на почти автоматическом отборе фактов и выработанных ранее соображений, политически неискушенные граждане выискивают информацию, необходимую для ответа на тот или иной политический вопрос, в ходе самого опроса. И ответ этот определяется лишь той информацией, что больше всего бросается в глаза, – то есть в основном последними новостями. Этим неискушенным людям, в отличие от героя песни Боба Дилана, нужен прогноз погоды, чтобы знать, куда дует ветер! Вот почему кажется, что на вопросы о политике они отвечают как бог на душу положит¹⁴⁸.

Если гипотеза Заллера и Фелдмана справедлива, разница между политизированными и неполитизированными людьми в основном определяется когнитивными различиями, проистекающими из различий в уровне опытности, – в точности так же, как разница между искушенными и неискушенными людьми в любой области. Первые выполняют хорошо отработанную процедуру, вторые – новую для себя. Мозговые данные, демонстрирующие резко различную картину активации при выполнении хорошо отработанных и новых процедур, известны, надо отметить, уже довольно давно¹⁴⁹.

Итак, Даррен Шрайбер решил для прояснения всех этих вопросов, касающихся политического мышления, использовать нейровизуализацию. Я счел его идею очень интересной, но на это, должен признаться, повлияли и мои исследования зеркальных эффектов. Люди, увлеченные политикой, – почти наркоманы. Они, можно сказать, «сидят на игле», за что прежде всего надо благодарить Интернет с его безграничными возможностями. Мне хотелось выяснить, будет ли мозг политического наркомана демонстрировать более сильный зеркальный отклик при взгляде на лицо политического деятеля, чем при взгляде на снимок какой-нибудь другой знаменитости. Я полагал, что будет. Даррен, его научный руководитель Джон Заллер и я встречались несколько раз на протяжении года, чтобы обсудить серию экспериментов, которые должны были ответить на различные интересовавшие нас вопросы. Мы вступали в неисследованную область. Экспериментов с нейровизуализацией, касающихся проблем политологии, никто раньше не ставил. Претворить наши интересы и идеи в реалистичный план эксперимента удалось не сразу. Когда мы наконец разработали план, перед нами возникла обычная для нейронауки (да и почти для любой отрасли знаний) проблема. Где взять деньги на проект? Нейровизуализация – дело дорогостоящее. Само по себе использование МРТ без учета накладных расходов, заработной платы сотрудникам, платы добровольцам и т.д. – это обычно около шестисот долларов в час. Общая стоимость любого нашего эксперимента с нейровизуализацией составляет от десятков тысяч до сотен тысяч долларов. Исследование

НЕЙРОПОЛИТИКА

Даррена мы спланировали так, чтобы сократить расходы до минимума, но все равно это были значительные деньги, а междисциплинарные проекты, подобные нашему, финансировать, как правило, сложнее всего, потому что трудно найти спонсирующую организацию, которая тоже была бы заинтересована в преодолении барьеров. В большинстве своем они тратят деньги в очень четко очерченных границах. К счастью, в нашем университете имеется так называемый «Ректорский фонд для исследований без академических границ», специально предназначенный для финансирования междисциплинарных проектов с участием двух профессоров из разных областей науки и аспиранта, желающего осуществить такой проект под их руководством. Летом 2000 года мы подали в этот фонд заявку. Случайно или нет, но мы получили положительный ответ осенью в день президентских выборов. Мы сочли это хорошим знаком. Затем началась волокита с подсчетом голосов во Флориде, и мы могли только надеяться, что наш эксперимент пойдет более энергичными темпами.

ЗЕРКАЛЬНЫЕ ЭФФЕКТЫ И МОЗГ ПОЛИТИЧЕСКОГО НАРКОМАНА

Чтобы максимально увеличить шансы Даррена на содержательный результат, мы решили брать испытуемых с крайних участков спектра. Из числа искусственных нам нужны были самые осведомленные о политических делах. Из числа неискусственных – самые что ни на есть

«чайники», ничего о политике не знающие и знать не желающие. Даррен начал набирать участников эксперимента в первые месяцы 2001 года. Для этого он подготовил чрезвычайно подробный список вопросов. Каждое собеседование длилось несколько часов. Чтобы найти людей в высшей степени политизированных, он опросил активных членов демократического и республиканского клубов в университетском кампусе. Так он быстро набрал нужное количество «политических наркоманов». Это были хорошо информированные молодые мужчины и женщины, и их политические взгляды были четкими, радикальными и кристаллизовавшимися. Они выглядели настоящими идеологами.

Набор «чайников» тоже оказался не особенно трудным делом. Даррен объявил о предстоящем исследовании, используя обычные каналы привлечения добровольцев, и вряд ли кто-либо удивится, узнав, что очень многие студенты Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе не ведали (и не ведают) о политике почти ничего. Выбор у Даррена был очень большой. Те, кого он в результате отобрал, были людьми поистине несведущими в политике и не имевшими сколько-нибудь сформировавшихся политических предпочтений. Они знали, что новый президент у нас Буш, что была какая-то проблема с подсчетом голосов, им даже, возможно, что-то говорило словосочетание «недоперфорированный бюллетень» – но не более того (сегодня они бы знали еще, что губернатор Калифорнии у нас Шварценеггер).

Второй задачей собеседований с неискушенными был сбор информации, необходимой для одного из

экспериментов. К числу ключевых моментов замысла Даррена принадлежало то, что испытуемые «чайники» должны были по крайней мере узнавать лица политиков, пусть даже почти ничего о них не зная, и поэтому он прямо спрашивал потенциальных участников эксперимента, говорят ли им что-либо определенные лица. Тут мы и увидели всю глубину политического невежества, царящего в нашем кампусе. Лицо Джо Либермана, который менее года назад баллотировался на должность вице-президента в связке с Элом Гором, основной массе студентов было незнакомо. Мы, кроме того, приняли во внимание такой болезненный для американской политики фактор, как расовый. Поэтому фотографии людей, которые мы показывали испытуемым, различались по трем параметрам: политики и не политики, люди знаменитые и не знаменитые, белые и афроамериканцы.

В день сканирования испытуемому просто показывали фотоснимки и одновременно измеряли его мозговую активность с помощью ФМРТ. Результаты подтвердили мое теоретическое предположение, что зеркальность означает, помимо прочего, чувство единения, чувство принадлежности к тому или иному специфическому сообществу внутри общества в целом. Политически подкованные испытуемые при взгляде на лица знаменитых политиков демонстрировали более высокую активность в зеркально-нейронных областях мозга, чем когда им показывали снимки знаменитостей не из политической сферы или просто незнакомые лица. Что касается людей несведущих в политике, у них подобной разницы в реакции зеркально-нейронных областей на политические

и неполитические лица отмечено не было. Сравнив результаты обследования людей, интересующихся политикой, с результатами более раннего нашего эксперимента (он описан в главе 4)¹⁵⁰, когда испытуемые смотрели на лица, выражающие эмоции, и имитировали эти лица, мы обнаружили отчетливое сходство в локализации повышенной мозговой активности. Это анатомическое соответствие наводит на мысль, что даже для тех более абстрактных типов зеркальности, на которых, согласно моей гипотезе, основана активация в нашем с Дарреном эксперименте (для ощущения своей принадлежности к специфическому сообществу), зеркально-нейронная система использует тот же самый базовый нейронный механизм, что активируется и для более обыденных актов зеркального копирования¹⁵¹.

Эксперимент с использованием фотографий для изучения зеркально-нейронной активности у людей, искусственных и не искусственных в политике, был первым из двух, которые Даррен провел с одними и теми же испытуемыми. Во втором он проверял предположение о том, что политизированные и неполитизированные люди пускают в ход, когда думают о политике, разные части мозга. В пользу этой гипотезы говорили результаты более ранних экспериментов с нейровизуализацией: при выполнении новых для испытуемого заданий у него активируются во многом другие области мозга, чем при выполнении привычных задач. Характер активации при выполнении новых заданий говорил о том, что оно сопровождается высоким уровнем когнитивных усилий (иначе с заданием не справиться). Особенно активно

работала дорсолатеральная префронтальная кора, известная своей ролью в так называемых исполнительных функциях мозга. Что же касается привычных заданий, они, судя по всему, выполняются главным образом за счет информации, извлекаемой из памяти, с использованием определенных областей височной доли – важной мозговой структуры, связанной с памятью. Согласно предположению Даррена, люди, искушенные и не искушенные в политике, должны были продемонстрировать аналогичную картину активации: когнитивные зоны у политических «чайников», для которых размышление о политике – когнитивная деятельность, и области, связанные с памятью, у людей политически подкованных, на любые политические заявления имеющих готовые ответы, которые надо только извлечь из памяти.

В ходе второго эксперимента испытуемые слушали предварительно записанные заявления, половина из которых носила политический характер, другая половина – нет. Политические заявления касались известных «горячих» тем в американской политике, и испытуемые в ответ должны были сообщать, согласны они или нет. Заявления были аккуратно сформулированы так, что начальные слова всегда были одни и те же. В частности, политические заявления начинались со слов: «Вашингтонское правительство...» Во второй части фразы высказывалось суждение, всякий раз новое. Например: «...должно способствовать усыновлению и удочерению, введя запрет на аборт». Эти провокативные утверждения были более или менее схожи по структуре с вопросами, которые Даррен задавал до эксперимента, чтобы

выявить среди потенциальных его участников людей политически искушенных и неискушенных. Такая специфическая и аккуратная формулировка фраз позволяла нам помещать существенную их часть в довольно-таки строго заданное временное «окно», благодаря чему мы могли достаточно точно отслеживать мозговые изменения, происходившие от предъявления испытуемому нагруженного смыслом материала до его отклика на этот материал, проявившегося в нажатии одной из двух кнопок.

Результат, полученный Дарреном, был очень отчетлив. Картина мозговой активации у людей, искушенных и не искушенных в политике, сильно различалась – но не так, как мы думали. К нашему общему удивлению, результаты не показали ожидаемого разграничения между использованием памяти у одних и когнитивной деятельностью у других. Две области мозга, где проявилось резкое различие между искушенными и неискушенными, – это предклинье и дорсомедиальная префронтальная кора. Обе эти области принадлежат к так называемой мозговой сети «по умолчанию» – к нейронной системе, которая только недавно была открыта Маркусом Райхлем и его коллегами по университету имени Вашингтона в Сент-Луисе¹⁵². Сеть «по умолчанию» – это необычная совокупность участков коры, где наблюдается высокий уровень активности, когда человек отдыхает и практически ничего не делает, и пониженная активность, когда он занят когнитивной деятельностью. Это уменьшение активности никак существенно не зависит от характера когнитивной деятельности. В целом такая нейронная ре-

акция выглядела весьма странной, и объяснить ее было трудно. Исследуя определенные физиологические параметры, измеренные с помощью ПЭТ (сравнительно редко применяемой ныне технологии с использованием радиоактивных веществ, о которой я уже говорил), Райхль и его сотрудники показали, что работа этих областей мозга при выполнении различных когнитивных заданий практически прекращается. Основательно обдумав результат, они предположили, что эти области отвечают за некое состояние мозга, в котором он находится «по умолчанию», когда перед человеком не стоит никаких особых целей и он предается мечтаниям или просто «ничего не делает». А когда возникает нечто, требующее нашего внимания или действий, мозг выходит из состояния «по умолчанию» и соответствующая сеть включается.

Этот анализ великолепно согласуется с результатами Даррена. У людей политизированных, когда они слышали политическое заявление, мозговая сеть «по умолчанию» активировалась потому, что они думают о политике постоянно (это их состояние «по умолчанию») и у них нет необходимости уделять этому заявлению пристальное внимание. Им нужно было только использовать свою память. Людям, не искушенным в политике, напротив, надо было обдумывать услышанные заявления, и поэтому они включали свои когнитивные механизмы и выключали сеть «по умолчанию»¹⁵³.

Судя по научной литературе, касающейся нейровизуализации, повышенная активность внутри сети «по умолчанию» – чрезвычайно редкое явление при выполнении заданий любого рода. Случилось так, что ранее

мы наблюдали в моей лаборатории если не самую, то одну из самых сильных подобных активаций¹⁵⁴. Весьма любопытно, что параллельно с этим повышением мозговой активности в сети «по умолчанию» возростала и активность в зеркально-нейронных областях. И вот теперь эксперимент Даррена зафиксировал активацию в сети «по умолчанию» у испытуемых, искушенных в политике. Есть ли какая-либо связь между результатами двух экспериментов? Более общий вопрос: как связаны между собой зеркально-нейронные области и сеть «по умолчанию»? Прежде чем перейти к обсуждению этих вопросов, я хотел бы рассказать о том более раннем исследовании, которое, независимо от его результатов, было уникальным – среди прочего, потому, что его главной движущей силой был антрополог, то есть специалист, работающий в такой отрасли науки, где нейровизуализация применяется нечасто.

МОЗГОВАЯ ПОЛИТИКА

Алан Фиск – профессор антропологии из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе. Он провел детальный этнографический анализ народа моси, живущего в Буркина-Фасо в Западной Африке. Опираясь на результаты этих полевых исследований, а также междисциплинарных кабинетных исследований различных культур, Алан предложил модель, согласно которой эти социальные отношения в человеческих обществах строятся на базе четырех своих элементарных форм.

Эти формы следующие: общинное распределение, при котором у людей имеется чувство общей идентичности; статусное ранжирование, при котором взаимодействие людей основано на иерархии; согласование на базе равенства, когда имеют место эгалитаристские отношения между равными; и, наконец, рыночное оценивание, основанное на системе рыночных ценностей. Алан утверждает, что на этих четырех элементарных общественных структурах и на их вариациях базируются все социальные взаимоотношения людей во всех культурах¹⁵⁵.

Алан опубликовал эту работу в 1991 году. Восемь лет назад (примерно за год до того, как Даррен Шрайбер вошел в мой кабинет) Алан предложил мне поставить совместный эксперимент с нейровизуализацией, касающийся его хорошо известной модели социальных отношений. Его идея понравилась мне: он обратил мое внимание на то, что, изучая в нашей лаборатории поведение зеркально-нейронной системы, мы, как правило, предлагали испытуемым всего-навсего наблюдать за изолированными действиями или имитировать их. Эти действия обычно не были включены в какое-либо социальное окружение. В тех редких случаях, когда социальное окружение было (как, например, в описанном в главе 2 эксперименте с чашками, касавшемся намерений), оно состояло только из неодушевленных предметов. В свете нашего предположения, что зеркальные нейроны играют важную роль в социальном поведении, я сознавал важность измерения отклика зеркально-нейронных областей в ходе эксперимента, в котором наблюдаемые

действия были бы теснейшим образом связаны с человеческими социальными отношениями. Когда мы обсуждали с Аланом его идею, у меня в голове возник план эксперимента, отвечающего и его, и моим требованиям: единственной задачей каждого испытуемого в сканере будет наблюдать за социальными взаимоотношениями людей. Разумеется, мы не могли пригласить в комнату сканирования группу людей, которые разыгрывали бы на глазах у испытуемых различные сцены взаимоотношений, и поэтому мы подготовили серию видеоклипов, демонстрирующих повседневные социальные человеческие взаимодействия. Ради упрощения ситуации мы, кроме того, решили сосредоточиться только на двух из четырех форм взаимоотношений из теории Алана. Ведь мы и в этом эксперименте вступали на неизведанную территорию. В таких случаях самое разумное – придерживаться сравнительно простых вариантов.

Как и в «политическом» эксперименте, который провел Даррен Шрайбер, мы использовали противоположные края спектра: если там это касалось выбора испытуемых, то здесь мы выбрали две «крайние» модели социальных отношений. Первая – общинное распределение, в котором главенствует доброта и где делятся всем необходимым, вторая – статусное ранжирование, основанное на иерархическом неравенстве. Сложность представляло то, что общинное распределение обычно считается чем-то положительным по своей сути, тогда как статусное ранжирование, как правило, воспринимается в отрицательном ключе, особенно североамериканцами. Это был «привходящий фактор», и его надо было

исключить, если мы хотели получить картину мозговой деятельности, верно отражающую различия в нашем восприятии социальных отношений, а не различия в отношении американцев к фигурам, находящимся на вершине общественной иерархии! В конечном итоге у нас получилось тридцать шесть видеоклипов – довольно много для такого эксперимента. Половина из них касалась социальных отношений общинного распределения, другая половина – социальных отношений статусного ранжирования. Часть клипов для каждого из двух типов отношений, несомненно, вызывала положительные эмоции, другая часть – отрицательные, чем обеспечивался контроль за «эмоциональной валентностью» клипов.

Для создания видеоклипов мы воспользовались услугами сценаристов, актеров и режиссера. Живя в столице мировой киноиндустрии, найти этих профессионалов было не слишком трудно. Одним из увлекательных этапов проекта стало разъяснение сценаристам антропологической модели, которая нас вдохновила, и совместная работа над реалистическими сценариями, представляющими социальные отношения в различных повседневных ситуациях. Процесс «доводки» сценариев, как говорят в мире кино, оказался непростым, но примерно через полгода они приняли вид, который нас удовлетворил. Мы привлекли к работе режиссера и исполнителей, и была снята серия очень коротких фильмов. Все они имели одну и ту же структуру: появлялся один персонаж, создававший «фоновую» ситуацию, затем возникал другой, и они взаимодействовали между собой – вступали в социальные отношения. Ситуации

были чрезвычайно разнообразны – от сцены в офисе до баскетбольного матча, от игривого общения между влюбленными до строгого решения, выносимого судьей в зале суда.

Изучая мозговую реакцию испытуемых при просмотре этих сюжетов, мы увидели высокую активность зеркальных нейронов, что неудивительно: ведь персонажи клипов совершали всевозможные действия. Более того, зеркально-нейронная активность в этом эксперименте оказалась выше, чем во всех предыдущих наших исследованиях, и особенно сильно они разряжались в той части клипа, где показывались взаимоотношения людей. Эта корреляция подтвердила предположение, что зеркальные нейроны особенно интересуются действиями, которыми сопровождаются социальные взаимоотношения, – вероятно, потому, что эти действия критически значимы для нашего понимания взаимоотношений. Другие области мозга также продемонстрировали довольно высокую активность при просмотре сюжетов о социальных взаимодействиях, и особенно сеть «по умолчанию», которая затем активировалась у «политических наркоманов», слушавших политические заявления в эксперименте Даррена. Моя интерпретация этих результатов состоит в следующем: если «политические наркоманы» постоянно думают о политике (это их состояние «по умолчанию»), то большинство людей постоянно думают о социальных взаимоотношениях (это наше состояние «по умолчанию»). Что, к примеру, представляю собой я? Я муж своей жены, отец своей дочери, сын своих родителей, научный руководитель своих

учеников, коллега своих сотрудников и т.д. Мои отношения с другими людьми постоянно характеризуют меня, определяют, кто я такой. Похоже на то, что, помимо зеркально-нейронной системы, в мозгу есть еще одна нейронная система – сеть «по умолчанию», – предметом внимания которой являются «я» и другие, нейронная система, где «я» и другие взаимозависимы¹⁵⁶. Если зеркальные нейроны имеют дело с физическими аспектами взаимодействия между «я» и другими, то сеть «по умолчанию», я полагаю, способствует этому взаимодействию на более абстрактном уровне – на уровне нашей роли в обществе или сообществе.

Я убежден, что понимание фундаментальных связей между «я» и другими чрезвычайно важно для понимания нами себя самих (мой тезис о «двух сторонах одной медали»). Зеркальные нейроны – это клетки, которые заполняют разрыв между «я» и другими, обеспечивая «симуляцию» (то есть внутреннюю имитацию) чужих действий. Перед нами остался один, последний вопрос: зачем вообще нам нужна эта «симуляция»?

Экзистенциальная нейронаука и общество

ЗЕРКАЛЬНЫЕ КЛЕТКИ В ТЕБЕ И ВО МНЕ

На протяжении большей части этой книги я подробно описывал эмпирические исследования зеркальных нейронов и говорил о выводах, которые можно сделать из их результатов. Мы видели, что зеркальные нейроны в мозгу обезьяны участвуют в контроле за определенными фундаментальными действиями, принадлежащими к моторному репертуару животного, – такими, как хватание предметов, откусывание пищи и коммуникативная мимика. Они также обладают удивительной способностью разряжаться, когда обезьяна не движется вовсе, а только видит, как подобные действия совершает кто-то другой. Зеркальные нейроны, кроме того, реагируют на звуки таких действий, как разламывание арахиса, даже

когда они совершаются вне поля зрения. Зеркальные клетки разряжаются и в случае, когда действие видно не целиком, и они способны проводить различие между двумя одинаковыми хватательными движениями, выполненными с разными намерениями. Вместе взятые, эти клетки, судя по всему, зеркально копируют, воспроизводят в мозгу обезьяны-наблюдательницы действия и намерения других особей.

Опираясь на исследования обезьян и работая с ними параллельно, ученые, изучавшие человеческий мозг с помощью нейровизуализации и магнитной стимуляции, обнаружили у людей свою зеркально-нейронную систему, выполняющую те же функции, что и у обезьян. У людей, однако, ее имитационная роль еще более важна, ибо имитация имеет фундаментальное значение для нашей неизмеримо большей способности к обучению и к передаче своего культурного достояния. Зеркально-нейронные области человеческого мозга, кроме того, представляются важными для эмпатии, самосознания и речи. Мы изучаем зеркальные нейроны всего каких-нибудь пятнадцать лет, но уже увидели, что эти клетки, весьма вероятно, жизненно важны для нашего понимания человеческого мозга и разума в целом, а следовательно, для понимания нами самих себя.

Все это – следствия «простого» механизма: зеркальные нейроны разряжаются не только при наших собственных действиях, но и при наблюдении за такими же действиями других. Зеркально-нейронная система, можно сказать, осуществляет внутреннюю проекцию (психоаналитик сказал бы: интроекцию) этих других в наш

мозг. В какой мере эти открытия должны нас удивлять? Один из моих коллег – нейрохирург Ицхак Фрид, который осуществил технологический прорыв в исследовании мозга эпилептиков с помощью глубинных электродов перед хирургическим вмешательством, – рассказал мне на конференции, где мы оба присутствовали, одну историю. Ицхак оперирует пациентов не только в Лос-Анджелесе, но и в Израиле. Пару лет назад, будучи в Израиле, он увидел по телевизору репортаж о вручении премии знаменитому израильскому актеру. В благодарственной речи актер упомянул о зеркальных нейронах. По словам Ицхака, он сказал, что нейроспециалисты открыли мозговые клетки, разряжающиеся как при собственном телесном или мимическом действии, так и при виде чужого такого же действия, – словом, описал их базовое свойство. А после этого заметил, что нейроспециалистам, которые сочли это свойство необычайным, следовало бы спросить «нас, актеров», которые всегда знали – или, лучше сказать, «чувствовали», – что, по крайней мере, в актерском мозгу такие клетки есть! Когда я вижу у кого-то на лице гримасу боли, сказал артист, я чувствую эту боль внутри себя¹⁵⁷.

Израильский актер, если подумать, безусловно прав. Во многих случаях высказанная им мысль почти самоочевидна. Когда мы заглядываем внутрь себя, мы находим в себе это мгновенное воспроизведение чужих действий и эмоций. Так почему же тогда нейроспециалисты считали (и считают) зеркальные нейроны такими необычайными клетками? Я думаю, это связано с постулатами (мы обсуждали их в начале этой книги), на кото-

рых мы все склонны строить свою оценку наблюдаемых явлений. Доминирующий взгляд на человеческое сознание – по крайней мере, в западной культуре – основан на мировоззрении, восходящем к французскому философу Декарту, которое считает отправной точкой сознания и личности человека одинокий, индивидуальный, приватный мыслительный акт, знаменитое *cogito* («мысль») в изречении *cogito ergo sum* («мысль – следовательно, существую»). Некоторые философы указывали, что, если принять эти предпосылки, возникают всевозможные проблемы, включая знаменитую «проблему чужого сознания», которая фигурировала здесь в разных контекстах. Однако ряд других философов, в том числе Витгенштейн, некоторые экзистенциальные феноменологи и некоторые японские мыслители, оспорили мнение, что «проблема чужого сознания» так уж трудна, подчеркивая непосредственность нашего восприятия чужих внутренних состояний. Вспомним высказывание Мерло-Понти: «Я живу в мимике другого человека и чувствую при этом, что он живет в моей мимике». А теперь послушаем Витгенштейна: «Мы видим эмоцию... Мы не заключаем по выражению лица, что человек испытывает радость, горе, скуку. Мы мгновенно характеризуем лицо как печальное, радостное, скучающее, пусть даже мы не способны при этом как-либо описать его черты»¹⁵⁸. Зеркальные нейроны, похоже, доказывают правоту Витгенштейна и экзистенциальных феноменологов.

В этой заключительной главе я обращаюсь совершенно непосредственно к теоретическим следствиям из открытия зеркальных нейронов – два из них я считаю осо-

бенно важными. Первое касается интерсубъективности, которая уже породила обширную теоретическую литературу. Второе следствие обсуждалось гораздо меньше, хотя я полагаю, что оно может оказаться еще более существенным, чем первое. Оно связано с ролью нейронауки в формировании нашего общества и в изменении его к лучшему.

ПРОБЛЕМА ИНТЕРСУБЪЕКТИВНОСТИ

Интерсубъективность, то есть обмен смыслами между людьми, всегда рассматривалась как проблема классического когнитивизма. Упрощенно говоря (очень упрощенно – этой теме посвящены толстые книги): если я имею доступ только к своему собственному внутреннему миру, находящемуся в моем частном владении, то как я могу понимать внутренние состояния других людей? Как я могу делиться с другими своим миром, как они могут делиться со мной своими переживаниями?

Имеется классическое решение этой проблемы, основанное на «аргументации от аналогии», и выглядит оно так. Если я проанализирую мое сознание и его состояния в соотношении с моим телом и его функциями, я увижу, что между сознанием и телом есть некоторые связи. Если я нервничаю, я могу вспотеть, хотя вокруг не жарко. Если мне больно, я могу вскрикнуть. Пока все правильно, и теперь, вооружившись этим пониманием, я могу посмотреть на другого человека и поискать аналогию между его телом и моим телом. И если она суще-

ствует, то может найтись и аналогия между телом другого человека и его сознанием. Поэтому, если я, например, вижу, как другой человек потеет, хотя вокруг не жарко, я могу заключить, что он нервничает. Если он вскрикнул, я могу понять, что ему больно. По аналогии я прихожу к выводу, что по его поведению можно каким-то образом судить о его эмоциях и о том, что у него на душе.

Хотя такие аналогии не позволяют мне быть совершенно убежденным, что я правильно понимаю чужие внутренние состояния, и не позволяют мне разделять чужие переживания и ощущения, они, безусловно, дают мне возможность с разумной долей уверенности делать заключения о сознании других людей, считая его подобным моему.

Убедительная модель? Для кого как. Ряд мыслителей подвергли этот взгляд резкой критике на том основании, что построение таких логических конструкций по поводу внутренних состояний других людей выглядит как весьма сложный процесс, в то время как мы, судя по всему, воспринимаем их постоянно, быстро, естественным путем и без особых усилий. О подобной трактовке понимания чужих внутренних состояний, ставящей во главу угла умозаключения (о «теории теорий»), я уже говорил во главе 2.

Есть и другой критический довод против «аргументации от аналогии» (он приводится менее часто, но я нахожу его весьма убедительным). Он указывает на переоценку в этой модели нашего знания самих себя. Как мы видели в главе 9, мы имеем отнюдь не такое хорошее представление о наших собственных умственных

процессах, как нам бы хотелось думать. Вспомним о явлении трансляционной диссоциации, о котором говорилось в главе 9, или об эксперименте, демонстрирующем слепоту выбора, когда испытуемые в буквальном смысле выдумывали аргументы, почему они выбрали определенную женскую фотографию, тогда как на самом деле они выбрали другой снимок! Разве мы можем распространить свой опыт понимания себя на других, если мы знаем себя так плохо? По логике вещей, не можем – и тем не менее множество раз за день успешно предсказываем и объясняем чужое поведение. Судя по всему, позволяет нам это делать некий иной процесс, нежели построение умозаключений, основанных на абстрактной аналогии между собой и другими.

Последний критический аргумент против «аргументации от аналогии», также приводимый не очень часто, но, безусловно, убедительный в свете того, что мы знаем о зеркальных нейронах, – это указание на недооценку нашей способности проникать в чужое сознание. Как мы видели, наш мозг без всякого волшебства способен получать доступ к внутреннему миру других людей благодаря нейронным механизмам зеркального копирования и «симуляции».

Термин «симуляция» я употреблял неоднократно, говоря о том, что происходит в мозгу наблюдателя чужих действий, и он широко используется в нашей области науки, однако я этим словом не вполне доволен. В моем понимании «симуляция» предполагает некоторую степень сознательного усилия, в то время как львиная доля зеркально-нейронной активности, судя по

всему, связана с основанным на опыте, дорефлексивным и автоматическим проникновением в чужие внутренние состояния. Отец феноменологии Эдмунд Гуссерль назвал это явление (не упоминая, конечно, о зеркальных нейронах) «спариванием». Этот термин мне нравится, хотя, возможно, в данном случае слово слишком уж сильное, поскольку предполагает, что две личности становятся одним целым. Вспомним обсуждение в главе 5 данных нейровизуализации, показывающих, как наше «чувство агента», ощущение принадлежности нам наших собственных действий поддерживается – «вопреки» зеркально-нейронным функциям – посредством усиления сигналов обратной связи, которые мы получаем от наших тел. Вспомним также особый класс зеркальных нейронов – зеркальные супернейроны, – обнаруженные, как было рассказано в главе 7, в ходе обследований неврологических пациентов на клеточном уровне: эти клетки увеличивают интенсивность разрядки при собственных действиях человека и уменьшают при наблюдении за чужими действиями. Эти два нейронных механизма позволяют нам создавать внутренние образы себя и остальных, в определенной степени независимые друг от друга, хоть и связанные явлением зеркальности.

Таким образом, роль зеркальных нейронов в интерсубъективности, вероятно, более точно, чем термином «спаривание», описывается словом «взаимозависимость». Мы видели, что благодаря зеркальным нейронам мы можем понимать намерения других людей, тем самым предсказывая (по-прежнему дорефлексивным способом) их будущее поведение. Взаимозависимость

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

между «я» и другими, обеспечиваемая зеркальными нейронами, формирует социальные взаимодействия между людьми, при которых конкретная встреча человека с человеком обретает общий для них экзистенциальный смысл, создающий между ними глубинную связь.

НОВЫЙ ЭКЗИСТЕНЦИАЛИЗМ

Свои лекции о зеркальных нейронах я часто заканчиваю утверждением, что наши исследования стоило бы называть экзистенциальной нейронаукой. Я говорю так потому, что темы, поднимаемые исследованиями зеркальных нейронов, сильно перекликаются с темами, постоянно возникающими в экзистенциальной феноменологии. Студенты и коллеги весьма положительно реагируют на феноменологическую часть этого уподобления, но гораздо сдержаннее – на экзистенциальную его часть. Дело, видимо, в том, что экзистенциализм имел много противников на пике своей популярности – в 1940-х и 1950-х годах – и у него много противников по сей день, вероятно, из-за его предполагаемой связи с идеями страха и отчаяния. Однако экзистенциальные темы, о которых я думаю в связи с исследованием зеркальных нейронов, не имеют ничего общего ни со страхом, ни с отчаянием. Если уж на то пошло, это оптимистические темы, которые можно использовать для построения более эмпатического общества, проникнутого взаимной заботой¹⁵⁹.

Безусловно, феноменология уже потому хорошо стыкуется с исследованиями зеркальных нейронов, что лишь возвращение «назад, к самим вещам» позволило моим пармским друзьям обнаружить эти клетки. Даже те из теоретиков, что весьма красноречиво провозглашали близость или тесную связь между «я» и другими, никогда не предполагали существования таких натуральных объектов, как зеркальные нейроны. Что интересно, в среде ученых некие предвосхищающие представления о зеркально-нейронной системе до того, как она была открыта, возникали не столько у тех, кто занимался теорией или пассивным наблюдением, сколько у тех, кто что-то конструировал. Робототехник Майя Матарич из Южнокалифорнийского университета сказала мне, что, думая над созданием роботов, способных учиться на собственном опыте и имитировать людей, она пришла к чему-то подобному зеркальным нейронам. Других робототехников также посещали подобные инженерные «фантазии», которые, как теперь выясняется, попадали точно в цель.

Со своей стороны, экзистенциализм побуждает нас принимать тот смысл, что имеется в этом мире, в мире нашего опыта, а не искать его на каком-либо метафизическом уровне, вне нас¹⁶⁰. Зеркальные нейроны – это те мозговые клетки, что делают наш опыт, большей частью состоящий из взаимодействий с другими людьми, глубоко осмысленным. Вот почему я называю исследования зеркальных нейронов своего рода экзистенциальной нейронаукой. Это опреде-

ление, возможно, звучит как оксюморон, поскольку дихотомия между аналитической и континентальной (включая экзистенциальную) философией традиционно приписывает аналитической школе отстраненное гиперрациональное и научное мышление, а континентальной и экзистенциальной школе – повышенное внимание к поэзии, литературе и художественной культуре вообще. Однако один из уроков, которые мы должны извлечь из открытия зеркальных нейронов, состоит в том, чтобы не доверять жестким дихотомиям (вспомним о восприятии и действии)¹⁶¹. Экзистенциалисты неустанно напоминали нам, что наше существование, состояние человека – вот что в первую очередь заслуживает понимания и познания; что участие и вовлеченность следует предпочесть отстраненной позиции. Зеркальные нейроны – те мозговые клетки, которые, судя по всему, специализируются на понимании нашего собственного экзистенциального состояния и нашей связи с другими, нашей вовлеченности в их жизнь. Они показывают, что мы не одиноки, что мы так биологически спроектированы, так эволюционно сотворены, чтобы существовать в глубокой взаимозависимости.

Есть и другая экзистенциальная тема, которая хорошо стыкуется с зеркально-нейронными свойствами, восходя к человеку, которого считают первым экзистенциальным мыслителем, – к Сёрену Киркегору. В «Страхе и трепете» Киркегор утверждает, что наше существование обретает смысл только благодаря нашей подлинной, искренней приверженности к ко-

нечному и преходящему – приверженности, которая определяет нас. Зеркально-нейронный резонанс между «я» и другим человеком, по моему мнению, воплощает в себе эту приверженность. Наша нейробиология – наши зеркальные нейроны – вот что связывает нас с другими. Зеркальные нейроны выявляют глубокий механизм человеческой взаимосвязи и взаимопонимания: они показывают, что мы созданы для эмпатии, и это должно вдохновить нас на новые шаги по формированию нашего общества с тем, чтобы людям в нем лучше жилось.

НЕЙРОНАУКА И ОБЩЕСТВО¹⁶²

Взаимодействуя, мы делимся эмоциями и намерениями. Мы глубоко связаны друг с другом на базовом, до-рефлексивном уровне. Это мы теперь знаем, и этот факт представляется мне главной отправной точкой для социального поведения, которое во многом игнорировалось аналитической традицией, делающей упор на рефлексивном поведении и на различиях между людьми. С другой стороны, прямо перед глазами у нас есть и другой факт – зверское в буквальном смысле состояние мира, когда каждый день наполнен жестокостями, и это несмотря на встроенный в нас нейробиологический механизм эмпатии, зеркальности и обмена смыслами. Почему так получилось?

Отвечая на этот вопрос, я выделю три главных фактора. Во-первых, как мы видели, рассматривая явление

имитационного насилия, те же нейробиологические механизмы, что облегчают эмпатию, могут при некоторых обстоятельствах при определенном окружении вызывать поведение, противоположное эмпатии. На данный момент это скорее гипотеза, однако чрезвычайно правдоподобная. Если она подтвердится, этот нейронаучный факт должен будет повлиять на формирование политики. Но повлияет ли? Сомневаюсь по двум причинам. Во-первых, наше общество далеко от готовности к использованию научных данных для коррекции политики, особенно в таких областях, как политика в отношении имитационного насилия, где сложно переплетены финансовые интересы и представления о свободе слова. Это сложный политический вопрос, не имеющий простых ответов, и я не думаю, что его решению можно способствовать, ограничивая сферу существования науки вообще и нейронауки в частности башней из слоновой кости и рынком, применяя нейронаучные открытия в основном к разработке фармакологических методов лечения мозговых заболеваний и лишь крайне редко – к повышению благосостояния общества в целом. Я бы хотел, по крайней мере, видеть открытую дискуссию по поводу утверждений, что достижения нейронауки могут и должны реально воздействовать на политику. Мало кто сегодня об этом думает, хотя думать, я уверен, необходимо.

Вторая причина сопротивления идее о желательности влияния нейронауки на политику связана с ощущением угрозы нашему понятию о свободе воли – с ощущением, очевидным образом имеющим отношение

к дискуссиям об имитационном насилии. Результаты исследований зеркальных нейронов приводят к мысли, что наша социальность, будучи, возможно, высшим достижением рода человеческого, вместе с тем ограничивает нашу автономию как индивидуумов. Тут необходим серьезный пересмотр давно устоявшихся воззрений. Биологическому детерминизму в отношении личного поведения традиционно противостоит взгляд на человека как на существо, способное подняться над своим биологическим устройством и сформировать себя на основании своих идей и социальных принципов. Исследования зеркальных нейронов, однако, показывают, что наши социальные принципы во многом продиктованы нашей биологией. И что нам делать с этим новообретенным знанием? Отвергнуть его, потому что нам трудно с ним примириться? Или использовать его для формирования политики и улучшения нашего общества? Я, разумеется, за второй вариант.

Вторым обстоятельством, снижающим благотворное воздействие нашей базовой нейробиологической потребности понимать других и испытывать эмпатию, является уровень, на котором эта потребность большей частью существует. Вспомним, что зеркальные нейроны – это премоторные клетки, не имеющие прямого отношения к нашему рефлексивному поведению. Такие проявления зеркальности, как «хамелеонство», носят во многом имплицитный, автоматический и дорефлексивный характер. Между тем очевидно, что общество живет на эксплицитном, сознательном и рефлексивном дискурсе. Имплицитные и эксплицитные умственные

процессы редко взаимодействуют между собой; более того, они могут даже резко разойтись. Однако открытие зеркальных нейронов, совершенное нейробиологами, высветило дорефлективные нейробиологические механизмы зеркального копирования, связало их с пониманием нами других людей на рефлексивном уровне. Надеюсь, что книга, которую вы читаете, не пропадет даром в этом плане. Люди, похоже, наделены неким интуитивным представлением о работе зеркально-нейронной системы. Когда рассказываешь о ней, слушатели, по моим наблюдениям, быстро схватывают суть. Они могут наконец сформулировать то, что уже «знали» на дорефлективном уровне. Взять, к примеру, использование в повседневном языке слова «растрогать» в значении «возбудить какие-то чувства». Такое словоупотребление свидетельствует о понимании корней эмпатии на дорефлективном уровне. Люди говорят о грустном фильме, что он их «растрогал до слез»; а кто-то может испытывать радость, потому что он «растроган» видом собственного сына, торжествующего после бейсбольной удачи. В некоем буквальном смысле подобные впечатления действительно трогают, прикасаются к чему-то внутри нас. Глядя на других, мы повторяем в мозгу их движения, и это похоже на физический контакт. Люди, видимо, чувствуют интуитивно, что это «касание» лежит в основе эмпатии, а следовательно, и морали. Моя надежда состоит в том, что более явное и эксплицитное понимание нашей эмпатической природы когда-нибудь станет фактором сознательного, рефлексивного дискурса, формирующего общество.

Третье обстоятельство, препятствующее положительному воздействию на нас зеркальной сети, связано с мощными локальными эффектами зеркального копирования и имитации, способствующими формированию разнообразных человеческих культур, которые зачастую слабо связаны друг с другом и потому вступают в конфликты, что мы видим в наши дни сплошь и рядом по всему миру. В экзистенциально-феноменологической традиции делается отчетливый упор на имитационное воспроизведение местных традиций как на очень действенный фактор формирования личности¹⁶³. Мы – наследники традиций своей общины, своего сообщества. С этим невозможно спорить. Однако те же самые могучие нейробиологические механизмы зеркальности, отвечающие за эту передачу местных традиций, могли бы также открывать различные культуры друг другу, будь подлинная встреча между ними возможна. В жизни мы, увы, видим прямо противоположное. Подлинные межкультурные контакты практически невозможны из-за влияния мощных религиозных и политических систем верований, которые беспрерывно действуют наперекор фундаментальной нейробиологии, связывающей нас между собой¹⁶⁴.

Я верю, что мы подошли к такому моменту, когда открытия нейронауки могут существенно повлиять на наше общество и на наше понимание самих себя, вызвав реальные перемены. Настало время серьезно рассмотреть такую возможность. Наше знание могучих нейробиологических механизмов, лежащих в основе человеческой социальности, является бесценным ресурсом,

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

способным помочь нам снизить уровень насилия, увеличить эмпатию, открыться иным культурам, не забывая своей собственной. Мы созрели для того, чтобы установить друг с другом глубокие, прочные связи, и наше осознание этого факта может и должно способствовать сближению людей между собой.

Примечания

1. Какие же они обезьяны!

1. V.S. Ramachandran, “Mirror Neurons and Imitation Learning as the Driving Force Behind ‘the Great Leap Forward’ in Human Evolution,” *Edge* 69, June 29, 2000 (www.cdge.org/3rd_culturc/ramachandran/ramachandran_index.html). Примечания, подобные этому, будут содержать ссылки и комментарии, которые могут представлять интерес главным образом для специалистов.
2. По правде говоря, Ридзолатти и его коллеги определенно проявили себя как более свободные от предубеждений и внутренне более готовые к открытиям люди, чем основная масса нейроспециалистов. Вероятно, именно поэтому они и открыли зеркальные нейроны. Те же самые явления, происходи они даже под самым носом у более узкомыслящих нейроспециалистов, не привлекли бы к себе их внимания. Кто знает, сколько раз разрядка зеркальных нейронов оставалась незамеченной в нейрофизиологических лабораториях!

- 3 Gentilucci, M., L. Fogassi, G. Luppino, et al., “Functional Organization of Inferior Area 6 in the Macaque Monkey. I. Somatotopy and the Control of Proximal Movements,” *Experimental Brain Research* 71 (1988): 475–490; Rizzolatti, G., R. Camarda, L. Fogassi, et al., “Functional Organization of Inferior Area 6 in the Macaque Monkey. 11. Area F5 and the Control of Distal Movements,” *Experimental Brain Research* 71 (1998): 491–507.
- 4 Rizzolatti, G., C. Scandolara, M. Matelli, and M. Gentilucci, “Afferent Properties of Periarculate Neurons in Macaque Monkeys. II. Visual Responses,” *Behavioural Brain Research* 2 (J.981): 147–163; Rizzolatti, G., C. Scandolara, M. Macclli, and M. Gentilucci, “Afferent Properties of Periarculate Neurons in Macaque Monkeys. I. Somatosensory Responses,” *Behavioural Brain Research* 2 (1981): 125–146.
- 5 Gallese, V., and A. Goldman, “Mirror Neurons and the Simulation Theory of Mind-reading,” *Trends in Cognitive Sciences* 2 (1998): 493–501.
- 6 Rizzolatti, G., L. Riggio, I. Dascola, and C. Umiltà, “Reorienting Attention Across the Horizontal and Vertical Meridians: Evidence in Favor of a Premotor Theory of Attention,” *Neuropsychologia* 25 (1987): 31–40; Corbetta, M., E. Akbudak, T. E. Conturo, et al., “A Common Network of Functional Areas for and Eye Movements,” *Neuron* 21 (1998): 761–773.
- 7 Rizzolatti, G., et al., “Functional Organization of Inferior Area 6 in the Macaque Monkey. II,” 491–507.
- 8 Gallese, V. L. Fadiga, L. Fogassi, and G. Rizzolatti, “Action Recognition in the Premotor Cortex,” *Brain* 119 (Pt. 2) (1996): 593–609; Rizzolatti, G., and L. Craighero, “The Mirror-Neuron System.” *Annual Review of Neuro-science* 27 (2004): 169–192.

ПРИМЕЧАНИЯ

- 9 Di Pellegrino, G., L. Fadiga, L. Fogassi, et al., "Understanding Motor Events: A Neurophysiological Study," *Experimental Brain Research* 91 (1992): 176–180.
- 10 Arbib, M. A., "From Monkeylike Action Recognition to Human Language: An Evolutionary Framework for Neurolinguistics," *Behavioral and Brain Science* 28 (2005): 105–124; discussion 125–167.
- 11 Ferrari, P. F., V. Gallese, G. Rizzolatti, and L. Fogassi, "Mirror Neurons Responding to the Observation of Ingestive and Communicative Mouth Actions in the Monkey Ventral Premotor Cortex," *European Journal of Neuroscience* 17 (2003): 1703–1014.
- 12 Umiltà, M.A., E. Kohler, V. Gallese, et al., "I Know What You Are Doing: A Neurophysiological Study," *Neuron* 31 (2001): 155–165.
- 13 Fogassi, L., P.F. Ferrari, B. Gesierich, et al., "Parietal Lobe: From Action Organization to Intention Understanding," *Science* 308 (2005): 662–667.
- 14 Kohler, E., C. Keysers, M.A. Umiltà, et al., "Hearing Sounds, Understanding Actions: Action Representation in Mirror Neurons," *Science* 297 (2002): 846–848; Keysers, C., E. Kohler, M.A. Umiltà, et al., "Audiovisual Mirror Neurons and Action Recognition." *Experimental Brain Research* 153 (2003): 628–636.
- 15 Rizzolatti, G., and M.A. Arbib, "Language Within Our Grasp," *Trends in Neuroscience* 21 (1998): 188–194.
- 16 Liberman, A.M., and I.G. Mattingly, "The Motor Theory of Speech Perception Revised," *Cognition* 21 (1985): 1–36.
- 17 Whiten, A., J. Goodall, W.C. McGrew, et al., "Cultures in Chimpanzees," *Nature* 399 (1999): 682–685.

- 18 Ferrari, P.F., S. Rozzi, and L. Fogassi, "Mirror Neurons Responding to Observation of Actions Made with Tools in Monkey Ventral Premotor Cortex," *Journal of Cognitive Neuroscience* 17 (2005): 212–226.
- 19 Romanes, G.J., *Evolution in Animals* (London: Kegan Paul Trench & Co., 1883); Hurley, S., and N. Chater, *Perspectives on Imitation: From Neuroscience to Social Science* (Cambridge, MA: MIT Press, 2005).
- 20 Ferrari, P.F., E. Visalberghi, A. Paukner, et al., "Neonatal Imitation in Rhesus Macaques," *PLoS Biology* 4 (2006): 302.
- 21 Voelkl, B., and L. Huber, "True Imitation in Marmosets," *Animal Behavior* 60 (2000): 195–202.
- 22 Paukner, A., J.R. Anderson, E. Borelli, et al., "Macaques (*Macaca nemestrina*) Recognize When They Are Being Imitated," *Biology Letters* 1 (2005): 219–222.

2. Саймон говорит

- 23 Я нашел эту цитату в прекрасной книге об «эмоциональном заражении»: E. Hatfield, J.T. Cacioppo, and R.L. Rapson, *Emotional Contagion* (New York: Cambridge University Press, 1994). Авторы, однако, не указывают источник цитаты.
- 24 Meltzoff, A.N., and M.K. Moore, "Imitation of Facial and Manual Gestures by Human Neonates," *Science* 198 (1977): 74–78; Piaget, J., *Play, Dreams and Imitation in Childhood* (London: Routledge, 1951).
- 25 Nadel, J., "Imitation and Imitation Recognition: Functional Use in Pre-verbal Infants and Nonverbal Children with Autism," in A.N. Meltzoff and W. Prinz, *The Imitative Mind: Development, Evolution, and Brain Bases* (Cambridge, UK:

ПРИМЕЧАНИЯ

- Cambridge University Press, 2002); Eckerman, C.O., and S.M. Didow, "Nonverbal Imitation and Toddlers' Mastery of Verbal Means of Achieving Coordinated Actions," *Developmental Psychology* 32 (1996): 141–152.
- 26 Dawkins, R., *The Selfish Gene* (Oxford, UK: Oxford University Press, 1976); Blackmore, S., *The Meme Machine* (Oxford, UK: Oxford University Press, 1999).
- 27 См., например: Dennett, D., *Consciousness Explained* (Boston: Little, Brown, 1991); Hull, D.L., "The Naked Meme," in H.C. Plotkin, ed., *Learning Development and Culture: Essays in Evolutionary Epistemology* (London: Wiley, 1982).
- 28 Berger, S.M., and S.W. Hadley, "Some Effects of a Model's Performance on an Observer's Electromyographic Activity," *American Journal of Psychology* 88 (1975): 263–276.
- 29 Rizzolatti, G., L. Fadiga, M. Matelli, et al., "Localization of Grasp Representations in Humans by PET: 1. Observation Versus Execution," *Experimental Brain Research* 111 (1996): 246–252; Grafton, S.T., M.A. Arbib, L. Fadiga, and G. Rizzolatti, "Localization of Grasp Representations in Humans by Positron Emission Tomography. 2. Observation Compared with Imagination," *Experimental Brain Research* 112 (1996): 103–111.
- 30 Fadiga, L. L. Fogassi, G. Pavesi, and G. Rizzolatti, "Motor Facilitation During Action Observation: A Magnetic Stimulation Study," *Journal of Neurophysiology* 73 (1995): 2608–2611.
- 31 Prinz, W., "An Ideomotor Approach to Imitation," in S. Hurley, and N. Chater, *Perspectives on Imitation: From Neuroscience to Social Science. Volume 1: Mechanisms of Imitation and Imitation in Animals* (Cambridge, MA: MIT Press, 2005): 141–156.

- 32 James, W., *Principles of Psychology* (New York: Holt, 1890).
- 33 Gleissner, B., A.N. Meltzoff, and H. Bekkering, "Children's Coding of Human Action: Cognitive Factors Influencing Imitation in Three-Year-Olds," *Developmental Science* 3 (2000): 405–414; Bekkering, H., A. Wohlschlager, and M. Gattis, "Imitation of Gestures in Children Is Goal-Directed," *Quarterly journal of Experimental Psychology A* 53 (2000): 153–164; Wohlschlager, A., and H. Bekkering, "Is Human Imitation Based on a Mirror-Neurone System? Some Behavioural Evidence," *Experimental Brain Research* 143 (2002): 335–341.
- 34 Koski, L., A. Wohlschlager, H. Bekkering, et al., "Modulation of Motor and Premotor Activity During Imitation of Target-Directed Actions," *Cerebral Cortex* 12 (2002): 847–855.
- 35 Wapner, S., and L. Cirillo, "Imitation of a Model's Hand Movement: Age Changes in Transposition of Left-Right Relations." *Child Development* 39 (1968): 887–894; Koski, L., M. Iacoboni, M.C. Dubeau, et al., "Modulation of Cortical Activity During Different Imitative Behaviors," *Journal of Neurophysiology* 89 (2003): 460–471.
- 36 Hatfield, et al., *Emotional Contagion*; Bavelas, J.B., A. Black, N. Chovil, et al., "Form and Function in Motor Mimicry: Topographic Evidence That the Primary Function Is Communication," *Communications Research* 14 (1988): 275–299; LaFrance, M., "Posture Mirroring and Rapport," in M. Davis, ed., *Interaction Rhythms: Periodicity in Communicative Behavior* (New York: Human Sciences Press, 1982): 279–298.
- 37 Rogers, S.J., and B.E. Pennington, "A Theoretical Approach to the Deficits in Infantile Autism," *Developmental Psychology* 3

ПРИМЕЧАНИЯ

- (1991): 137–162; Whiten, A., and J.D. Brown, “Imitation and the Reading of Other Minds: Perspectives from the Study of Autism, Normal Children and Non-human Primates,” in S. Braten, ed., *Intersubjective Communication and Emotion in Early Ontogeny* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1999), 260–280; Williams, J.R., A. Whiten, T. Suddendorf, et al., “Imitation, Mirror Neurons and Autism,” *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 25 (2001): 287–295.
- 38 Gallese, V., and A. Goldman, “Mirror Neurons and the Simulation Theory of Mind-reading,” *Trends in Cognitive Science* 2 (1998): 493–501; Carruthers, P., and P. Smith, *Theories of Theories of Mind* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1996); Goldman, A.I., “Imitation, Mind Reading, and Simulation,” in S. Hurley and N. Chater, eds., *Perspectives on Imitation: From Neuroscience to Social Science, Volume 2: Imitation, Human Development, and Culture* (Cambridge, MA: MIT Press, 2005), 79–94; Gordon, R.M., “Intentional Agents Like Myself,” in Hurley and Chater, *Perspectives on Imitation, Volume 2*, 95–106; Goldman, A., *Simulating Minds: The Philosophy, Psychology, and Neuroscience of Mindreading* (New York: Oxford University Press, 2006).
- 39 Iacoboni, M., I. Molnar-Szakacs, V. Gallese, et al., “Grasping the Intentions of Others with One’s Own Mirror Neuron System,” *PLoS Biology* 3 (2005): e79.
- 40 Gallese, V., “Intentional Attunement: A Neurophysiological Perspective on Social Cognition and Its Disruption in Autism,” *Brain Research* 1079 (2006): 15–24, Merleau-Ponty, M., *Phenomenology of Perception* (London: Routledge, 1945).

3. Ручная речь

- 41 Napier, J., *Hands* (New York: Pantheon Books, 1980).

- 42 McNeill, D., *Hand and Mind: What Gestures Reveal About Thought* (University of Chicago Press, 1992).
- 43 Goldin-Meadow, S., "When Gestures and Words Speak Differently," *Current Directions in Psychological Science* 6 (1997): 138–143; Goldin-Meadow, S., "The Role of Gesture in Communication and Thinking," *Trends in Cognitive Sciences* 3:цГ999): 419–429.
- 44 Alibali, M.W., D.C. Heath, and H.J. Myers, "Effects of Visibility Between Speaker and Listener on Gesture Production: Some Gestures Are Meant to Be Seen," *Journal of Memory and Language* 44 (2001): 169–188.
- 45 Molnar-Szakacs, I., S.M. Wilson, and M. Iacoboni, "I See What You Are Saying: The Neural Correlates of Gesture Perception,," Program No. 128.7. 2005 Abstract Viewer, CD-ROM. Washington, DC: Society for Neuroscience meeting.
- 46 Rizzolatti, G., and M.A. Arbib, "Language Within Our Grasp," *Trends in Neuroscience* 21 (1998): 188–194; G. von Bonin and P. Bailey, *The Neocortex of Macaca Mulatta* (Urbana: University of Illinois Press, 1947).
- 47 Iverson, J.M., and E. Thelen, "Hand, Mouth and Brain. The Dynamic Emergence of Speech and Gesture," *Journal of Consciousness Studies* 6 (1999): 19–40; Goldin-Meadow, "The Role of Gesture in Communication and Thinking," 419–429.
- 48 Greenfield, P.M., "Language, Tools and Brain: The Ontogeny and Phytogeny of Hierarchically Organized Sequential Behavior," *Behavioral and Brain Sciences* 14 (1991): 531–595; Molnar-Szakacs, I., J. Kaplan, P.M. Greenfield, and M. Iacoboni, "Observing Complex Action Sequences: The Role of the Frontoparietal Mirror Neuron System," *Neuroimage* 33 (2006): 923–935; Greenfield, P., "Implications of Mirror

ПРИМЕЧАНИЯ

- Neurons for the Ontogeny and Phylogeny of Cultural Processes: The Examples of Tools and Language,” in M.A. Arbib, ed., *Action to Language Via the Mirror Neuron System* (New York: Cambridge University Press, 2006): 503–535.
- 49 Heiser, M., M. Iacoboni, F. Maeda, et al. “The Essential Role of Broca’s Area in Imitation,” *European Journal of Neuroscience* 17 (2003): 1123–1128.
- 50 Glenberg, A.M., and M.P. Kaschak, “Grounding Language in Action,” *Psychonomic Bulletin and Review* 9 (2002): 558–565.
- 51 Ochs, E., P. Gonzales, and S. Jacoby, “‘When I Come Down I’m in the Domain State’: Grammar and Graphic Representation in the Interpretive Activity of Physicists,” in E. Ochs, E.A. Schegloff, and S.A. Thompson, eds., *Interaction and Grammar* (New York: Cambridge University Press, 1996): 328–369.
- 52 Gallese, V., and G. Lakoff, “The Brain’s Concepts: The Role of the Sensory-Motor System in Conceptual Knowledge,” *Cognitive Neuropsychology* 22 (2005): 455–479.
- 53 Aziz-Zadeh, L., S.M. Wilson, G. Rizzolatti, and M. Iacoboni, “Congruent Embodied Representations for Visually Presented Actions and Linguistic Phrases Describing Actions,” *Current Biology* 16 (2006): 1818–1823.
- 54 Garrod, S., and M.J. Pickering, “Why Is Conversation So Easy?,” *Trends in Cognitive Sciences* 8 (2004): 8–11.
- 55 Brennan, S.E., and H.H. Clark, “Conceptual Pacts and Lexical Choice in Conversation,” *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 22 (1996): 1482–1493; Schober, M.F., and H.H. Clark, “Understanding by Addressees and Over-Hearers,” *Cognitive Psychology* 21 (1989): 211–232.
- 56 Goodwin, C., “Restarts, Pauses, and the Achievement of a State of Mutual Gaze at Turn-beginning,” *Sociological Inquiry* 50

- (1980):272–302; Kendon, A., “Some Functions of Gaze-direction in Social Interaction,” *Acta Psychologica* 26 (1967): 22–63; Goodwin, C., and J. Heritage, “Conversation Analysis,” *Annual Review of Anthropology* 19 (1990): 283–307.
- 57 Kegl, J., “The Nicaraguan Sign Language Project: An Overview,” *Signpost* 7 (1994): 24–31.
- 58 См., например: S. Pinker, *The Language Instinct* (New York: Morrow, 1994).
- 59 Tomasello, M., “The Item-based Nature of Children’s Early Syntactic Development,” *Trends in Cognitive Sciences* 4 (2000): 156–163.
- 60 Clark, H., *Using Language* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1996); Garrod, S., and A. Anderson, “Saying What You Mean in Dialogue: A Study in Conceptual and Semantic Co-ordination,” *Cognition* 27 (1987): 181–218; Galantucci, B., “An Experimental Study of the Emergence of Human Communication Systems,” *Cognitive Science* 29 (2005): 737–767.
- 61 Aziz-Zadeh, L., M. Iacoboni, E. Zaidel, et al., “Left Hemisphere Motor Facilitation in Response to Manual Action Sounds,” *European Journal of Neuroscience* 19 (2004): 2609–2612; Gazzola, V., L. Aziz-Zadeh, and C. Keysers, “Empathy and the Somatotopic Auditory Mirror System in Humans,” *Current Biology* 16 (2006): 1824–1829.
- 62 McGurk, H. and J. MacDonald, “Heating Lips and Seeing Voices,” *Nature* 264 (1976): 746–748.
- 63 Libermann, A.M., and I.G. Mattingly, “The Motor Theory of Speech Perception Revised,” *Cognition* 21 (1985): 1–36.
- 64 Fadiga, L., L. Craighero, G. Buccino, and G. Rizzolatti, “Speech Listening Specifically Modulates the Excitability of Tongue

ПРИМЕЧАНИЯ

- Muscles: A TMS Study,” *European Journal of Neuroscience* 15 (2002): 399–402.
- 65 Wilson, S.M., A.P. Saygin, M.I. Sereno, and M. Iacoboni, “Listening to Speech Activates Motor Areas Involved in Speech Production,” *Nature Neuroscience* 7 (2004): 701–702.
- 66 Meister, I., S.M. Wilson, C. Deblieck, et al., “The Essential Role of Pre-motor Cortex in Speech Perception,” *Current Biology* 17 (2007): 1692–1696.
- 67 Warren, J.E., D.A. Sauter, E. Eisner, et al., “Positive Emotions Preferentially Engage an Auditory-Motor ‘Mirror’ System,” *Journal of Neuroscience* 26 (2006): 13067–13075.

4. Взгляни на меня, притронься ко мне

- 68 Smith, A., *The Theory of Moral Sentiments* (Oxford, UK: Clarendon Press, 1976).
- 69 Gallese, V., “The ‘Shared Manifold’ Hypothesis,” *Journal of Consciousness Studies* 8 (2001): 33–50; Lipps, T., “Einfühlung, innere nachahmung und organ-empfindung,” in *Archiv für die Gesamte Psychologie*, volume 1, part 2 (Leipzig: W. Engelmann, 1903).
- 70 Hatfield et al., *Emotional Contagion*.
- 71 Dimberg, U., “Facial Reactions to Facial Expressions,” *Psychophysiology* 19 (1982): 643–647.
- 72 Niedenthal, P.M., L.W. Barsalou, P. Winkielman, et al., “Embodiment in Attitudes, Social Perception, and Emotion,” *Personality and Social Psychology Reviews* 9 (2005): 184–211.
- 73 Chartrand, T.L., and J.A. Bargh, “The Chameleon Effect: The Perception-Behavior Link and Social Interaction,” *Journal of Personality & Social Psychology* 76 (1999): 893–910.
- 74 Zajonc, R.B., P.K. Adelman, S.T. Murphy, et al., “Convergence

- in the Physical Appearance of Spouses,” *Motivation and Emotion* 11 (1987): 335–346; Cole, J., “Empathy Needs a Face,” *Journal of Consciousness Studies* 8 (2001): 51–68; Merleau-Ponty, M., *The Primacy of Perception* (Evanston, IL: Northwestern University Press, 1964).
- 75 Augustine, J.R., “Circuitry and Functional Aspects of the Insular Lobes in Primates Including Humans,” *Brain Research Reviews* 22 (1996): 229–294.
- 76 Poe, E.A., *The Tell-Tale Heart and Other Writings* (New York: Bantam Books, 1982); Darwin, C., *The Expression of the Emotions in Man and Animals* (University of Chicago Press, 1965); James, W. (1890), “What Is an Emotion?” in C. Calhoun and R.C/ Solomon, eds., *What Is an Emotion?* (New York: Oxford University Press, 1984): 125–142.
- 77 Carr, L., M. Iacoboni, M.C. Dubeau, et al., “Neural Mechanisms of Empathy in Humans: A Relay from Neural Systems for Imitation to Limbic Areas,” *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100 (2003): 5497–5502.
- 78 Hutchison, W.D., K.D. Davis, A.M. Lozano, et al., “Pain-related Neurons in the Human Cingulate Cortex,” *Nature Neuroscience* 2 (1999): 403–405.
- 79 Avenanti, A., D. Buccini, G. Galati, et al., “Transcranial Magnetic Stimulation Highlights the Sensorimotor Side of Empathy for Pain,” *Nature Neuroscience* 8 (2005): 955–960.
- 80 Singer, T., B. Seymour, J. O’Doherty, et al., “Empathy for Pain Involves the Affective but Not Sensory Components of Pain,” *Science* 303 (2004): 1157–1162.
- 81 Теория Антонио Дамасио, связанная с понятием мозгового контура «как будто» (as if loop), хоть и не ссылается прямо на зеркальные нейроны (по крайней мере, в ее первоначальных

ПРИМЕЧАНИЯ

- версиях, появившихся до открытия зеркальных нейронов), тем не менее также подчеркивает центральную роль симулятивных процессов в эмоциях. См.: Damasio, A.R., *Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain* (New York: Putnam, 1994); Damasio, A.R., *The Feeling of What Happens: Body and Emotion in the Making of Consciousness* (New York: Harcourt Brace, 1999); Damasio, A.R., *Looking/for Spinoza: Joy, Sorrow, and the Feeling Brain* (Orlando, FL: Harcourt, 2003).
- 82 Haviland, J.M., and M. Lilac, "The Induced Affect Response: 10-Week-Old Infants' Responses to Three Emotion Expressions," *Developmental Psychology* 23 (1987): 97–104; Termine, N.T., and C.E. Izard, "Infants' Response to Their Mother's Expressions of Joy and Sadness," *Developmental Psychology* 24 (1988): 223–229.
- 83 Bernieri, F.J., J.S. Rznick, and R. Rosenthal, "Synchrony, Pseudosynchrony, and Dissynchrony: Measuring the Entrainment Process in Mother-Infant Interactions," *Journal of Personality and Social Psychology* 54 (1988): 243–253.
- 84 Rizzolatti, G., and G. Luppino, "The Cortical Motor System," *Neuron* 31 (2001): 889–901.
- 5. Лицом к себе**
- 85 Iacoboni, M., R.P. Woods, M. Brass, et al., "Cortical Mechanisms of Human Imitation," *Science* 286 (1999): 2526–2528.
- 86 Zahavi, D., "Beyond Empathy: Phenomenological Approaches to Intersubjectivity," *Journal of Consciousness Studies* 8 (2001): 151–167.
- 87 Asendorpf, J.B., and P.-M. Baudonniere, "Self-awareness and Other-awareness: Mirror Self-recognition and Synchronic Imitation Among Unfamiliar Peers," *Developmental Psychology* 29 (1993): 88–95.

- 88 Keenan, J.P., G.G. Gallup, and D. Falk, *The Face in the Mirror: The Search for the Origins of Consciousness* (New York: Ecco, 2003).
- 89 Gallup, G.G., "Chimpanzees: Self-recognition," *Science* 167 (1970): 86–87.
- 90 Miles, H., "Me Chantek: The Development of Self-Awareness in a Signing Orangutan," in S. Parker and R. Mitchell, *Self-awareness in Animals and Humans: Developmental Perspectives* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1994): 254–272.
- 91 Reiss, D., and L. Marino, "Mirror Self-recognition in the Bottlenose Dolphin: A Case of Cognitive Convergence," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 98 (2001): 5937–5942; Rendell, L., and H. Whitehead, "Culture in Whales and Dolphins," *Behavioral and Brain Sciences* 24 (2001): 309–324; discussion 324–382.
- 92 Gallup, G.G., "Self-awareness and the Emergence of Mind in Primates," *American Journal of Primatology* (1982): 237–248; Povinelli, D.J., "Failure to Find Self-recognition in Asian Elephants (*Elephas maximus*) in Contrast to Their Use of Mirror Cues to Discover Hidden Food," *Journal of Comparative Psychology* 103 (1989): 122–131; Plotnick, J.M., F.B.M. de Waal, and D. Reiss, "Self-Recognition in an Asian Elephant," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 103 (2006): 17053–17057.
- 93 Amsterdam, B., "Mirror Self-image Reactions Before Age Two," *Developmental Psychobiology* 5 (1972): 297–305.
- 94 Sperry, R.W., E. Zaidel, and D. Zaidel, "Self-recognition and Social Awareness in the Deconnected Minor Hemisphere," *Neuropsychologia* 17 (1979): 153–166.

ПРИМЕЧАНИЯ

- 95 Uddin, L.Q., J. Rayman, and E. Zaidel, "Split-brain Reveals Separate but Equal Self-recognition in the Two Cerebral Hemispheres," *Consciousness and Cognition* 14 (2005): 633–640.
- 96 Kourtzi, J., and N. Kanwisher, "Activation in Human MT/MST by Static Images with Implied Motion," *Journal of Cognitive Neuroscience* 12 (2000): 48–55; Urgesi, C., V. Moro, M. Candidi, et al., "Mapping Implied Body Actions in the Human Motor System," *Journal of Neuroscience* 26 (2006): 7942–7949.
- 97 Uddin, L.Q., J.T. Kaplan, I. Molnar-Szakacs, et al., "Self-face Recognition Activates a Frontoparietal 'Mirror' Network in the Right Hemisphere: An Event-related fMRI Study," *Neuroimage* 25 (2005): 926–935.
- 98 Feinberg, T., and R. Shapiro, "Misidentification-Reduplication and the Right Hemisphere," *Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Behavioral Neurology* 2 (1989): 39–48; Spangenberg, K., M. Wagner, and D. Bachman, "Neuropsychological Analysis of a Case of Abrupt Onset Following a Hypotensive Crisis in a Patient with Vascular Dementia," *NeuroCase* 4 (1998): 149–154; Breen, N., D. Caine, and M. Coltheart, "Mirrored-Self Misidentification: Two Cases of Focal Onset Dementia," *NeuroCase* 7 (2001): 239–254.
- 99 Этот способ стимуляции мозга, безусловно, совершенно безопасен для испытуемых.
- 100 Uddin, L., I. Molnar-Szakacs, E. Zaidel, et al., "rTMS to the Right Inferior Parietal Area Disrupts Self-Other Discrimination," *Social Cognitive and Affective Neuroscience* 1 (2006): 65–71.
- 101 Feinberg, T.E., L.D. Haber, and N.E. Leeds, "Verbal Asomatognosia," *Neurology* 40 (1990): 1391–1394.
- 102 Trevarthen, C., "Communication and Cooperation in Early Infancy: A Description of Primary Intersubjectivity," in

M. Bullowa, ed., *Before Speech* (New York: Cambridge University Press, 1979).

Б. Разбитые зеркала

- 103 Shimada, S., and K. Hiraki, "Infant's Brain Responses to Live and Televised Action," *Neuroimage* 32 (2006): 930–939.
- 104 Flanagan, J.R., and R.S. Johansson, "Action Plans Used in Action Observation," *Nature* 424 (2003): 769–771.
- 105 Falck-Ytter, T., G. Gredeback, and C. von Hofsten, "Infants Predict Other People's Action Goals," *Nature Neuroscience* 9 (2006): 878–879.
- 106 Hari, R., N. Forss, S. Avikainen, et al., "Activation of Human Primary Motor Cortex During Action Observation: A Neuro-magnetic Study," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 95 (1998): 15061–15065.
- 107 Davis, M.H., "Measuring Individual Differences in Empathy: Evidence for a Multidimensional Approach," *Journal of Personality & Social Psychology* 44 (1983): 113–126; Cairns, R.B., M.-C. Leung, S.D. Gest, et al., "A Brief Method for Assessing Social Development: Structure, Reliability, Stability, and Developmental Validity of the Interpersonal Competence Scale," *Behaviour Research and Therapy* 33 (1995): 725–736.
- 108 Pfeifer, J., M. Iacoboni, J.C. Mazziotta, and M. Dapretto, "Mirroring Others' Emotions Relates to Empathy and Interpersonal Competence in Children," *Neuroimage* (2008), in press.
- 109 Ritvo, S., and S. Provence, "From Perception and Imitation in Some Autistic Children: Diagnostic Findings and Their Contextual Interpretation," *The Psychoanalytic Study of the Child*, Volume VIII (New York: International Universities Press, 1953), 155–161.

ПРИМЕЧАНИЯ

- 110 Gopnik, A., A.N. Meltzoff, and P.K. Kuhl, *The Scientist in the Crib* (New York: Perennial, 2001). Мельццофф, один из авторов этой книги, не так давно несколько изменил свою позицию. Его гипотеза о социальном познании, которую он назвал «ты похож на меня» («like me»), напоминает теорию «симуляции». См. его недавние работы: Meltzoff, A.N., “Imitation and Other Minds: the ‘Like Me’ Hypothesis,” in Hurley and Chater, *Perspectives on Imitation*, Volume 2, 55–77; Meltzoff, A.N., “‘Like Me’: A Foundation for Social Cognition,” *Developmental Science* 10: 126–134; Meltzoff, A.N., “‘Like Me’ Framework for Recognizing and Becoming an Intentional Agent,” *Acta Psychologica* 124 (2007): 26–43.
- 111 Rogers, S.J., and B.F. Pennington, “A Theoretical Approach to the Deficits of Infantile Autism,” *Development & Psychopathology* 3 (1991): 137–162.
- 112 Hobson, P., *The Cradle of Thought* (London: Pan Macmillan, 2002); Weeks, S.J., and R.P. Hobson, “The Salience of Facial Expression for Autistic Children,” *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 28 (1987): 137–152.
- 113 Hobson, *The Cradle of Thought*.
- 114 Ibid.; Hobson, R.P., and A. Lee, “Imitation and Identification in Autism,” *Journal of Child Psychology and Psychiatry* 40 (1999): 649–659.
- 115 Williams, J.H., A. Whiten, T. Suddendorf, and D.I. Perrett, “Imitation, Mirror Neurons and Autism,” *Neuroscience and Biobehavioral Review* 25 (2001): 287–295.
- 116 Altschuler, E.L., A. Vankov, E.M. Hubbard, et al., “Mu Wave Blocking by Observation of Movement and Its Possible Use to Study the Theory of Other Minds,” *Society for Neuroscience* (2000). Abstracts 68.1.

- 117 Nishitani, N., S. Avikainen, and R. Hari, “Abnormal Imitation-Related Cortical Activation Sequences in Asperger’s Syndrome,” *Annals of Neurology* 55 (2004): 558–562.
- 118 Статья Хари (Nishitani, et al., “Abnormal Imitation-Related Cortical Activation Sequences in Asperger’s Syndrome”) была опубликована в 2004 году. К тому времени Рамачандран и его сотрудники уже завершили исследование подавления мю-ритма (о предварительных его результатах они рассказали на крупном форуме нейроспециалистов в 2000 году). Эта работа также убедительно говорит о том, что лица, страдающие аутизмом, испытывают трудности из-за недостаточной активности зеркальных нейронов (Oberman, L.M., E.M. Hubbard, J.P. McCleery, et. al., “EEG Evidence for Mirror Neuron Dysfunction in Autism Spectrum Disorders”, *Brain Research: Cognitive Brain Research* 24 (2005): 190–198). Шотландская группа, возглавляемая Джастином Уильямсом, недавно завершила свое исследование аутичных подростков с помощью ФМРТ. Когда эти подростки имитировали чужие действия, активность в зеркально-нейронных областях их мозга была ниже, чем у типично развивающихся подростков. Это было первое свидетельство, полученное методами нейровизуализации, в пользу гипотезы о том, что нарушения имитации, наблюдаемые у аутистов, действительно связаны с недостаточным функционированием зеркальных нейронов (Williams, J.H., G.D. Waiter, A. Gilchrist, et al., “Neural Mechanisms of Imitation and ‘Mirror Neuron’ Functioning in Autistic Spectrum Disorder,” *Neuropsychologia* 44 (2006): 610–621). Кроме того, группа Юго Теоре в Монреале недавно использовала ТМС для исследования зеркально-нейронного

ПРИМЕЧАНИЯ

- дефицита у аутистов. Измерялась возбудимость моторной системы при наблюдении за чужими действиями. Как говорилось выше, в этой возбудимости проявляется механизм «моторного резонанса», который считается одним из показателей функционирования зеркальных нейронов, и неудивительно, что Теоре и его сотрудники зафиксировали у аутистов гораздо меньший резонанс, чем у здоровых добровольцев (Théoret, H., E. Halligan, M. Kobayashi, et al., “Impaired Motor Facilitation During Action Observation in Individuals with Autism Spectrum Disorder”, *Current Biology* 15 (2005): R84–R85).
- 119 Dapretto, M., M.S. Davies, J.H. Pfeifer, et al., “Understanding Emotions in Others: Mirror Neuron Dysfunction in Children with Autism Spectrum Disorders,” *Nature Neuroscience* 9 (2006): 28–30.
- 120 Klin, A., W. Jones, R. Schultz, et al., “Visual Fixation Patterns During Viewing of Naturalistic Social Situations as Predictors of Social Competence in Individuals with Autism,” *Archives of General Psychiatry* 59 (2002): 809–816; Klin, A., W. Jones, R. Schultz, et al., “The Enactive Mind, or From Actions to Cognition: Lessons from Autism,” *Philosophical Transactions of the Royal Society of London: B Biological Series* 358 (2003): 345–360.
- 121 Field, T., C. Sanders, and J. Nadel, “Children with Autism Display More Social Behaviors After Repeated Imitation Sessions,” *Autism* 5 (2001): 317–323; Escalona, A., T. Field, J. Nadel, et al., “Brief Report: Imitation Effects on Children with Autism,” *Journal of Autism and Developmental Disorders* 32 (2002): 141–144.
- 122 Ingersoll, B., E. Lewis, and E. Kroman, “Teaching the

Imitation and Spontaneous Use of Descriptive Gestures in Young Children with Autism Using a Naturalistic Behavioral Intervention,” *Journal of Autism and Developmental Disorders* 37 (2007): 1446–1456; Ingersoll, B., and L. Schreibman, “Teaching Reciprocal Imitation Skills to Young Children with Autism Using a Naturalistic Behavioral Approach: Effects on Language, Pretend Play, and Joint Attention,” *Journal of Autism and Developmental Disorders* 36 (2006): 487–505; Ingersoll, B., and S. Gergans, “The Effect of a Parent-Implemented Imitation Intervention on Spontaneous Imitation Skills in Young Children with Autism,” *Research and Developmental Disability* 28 (2007): 163–175.

7. Суперзеркала и «подключенный» мозг

- 123 Хороший пример – совместная работа лабораторий Джакомо Ридзолатти и Ги Орбана, в ходе которой мозговая активность обезьян при наблюдении за действиями измерялась не на клеточном уровне с помощью электродов, а посредством ФМРТ: Nelissen, K., G. Luppino, W. Vanduffel, et al., “Observing Others: Multiple Action Representation in the Frontal Lobe,” *Science* 310 (2005): 332–336.
- 124 Leao, A.A.P., “Spreading Depression of Activity in the Cerebral Cortex,” *Journal of Neurophysiology* 7 (1944): 359–390; Leao, A.A.P., and R.S. Morrison, “Propagation of Spreading Cortical Depression,” *Journal of Neurophysiology* 8 (1945): 33–45.
- 125 Woods, R.P., M. Iacoboni, and J.C. Mazziotta, “Brief Report: Bilateral Spreading Cerebral Hypoperfusion During Spontaneous Migraine Headache,” *New England Journal of Medicine* 331 (1994): 1689–1692.

ПРИМЕЧАНИЯ

- 126 Mukamel, R., H. Gelbard, A. Arieli, et al., “Coupling Between Neuronal Firing, Field Potential, and fMRI in Human Auditory Cortex,” *Science* 309 (2005): 951–954.
- 127 Gross, C.G., “Genealogy of the Grandmother Cell,” *Neuroscientist* 8 (2002): 512–518.
- 128 Gallese, V., L. Fadiga, L. Fogassi, et al., “Action Recognition in the Premotor Cortex,” 119 (Pt 2) (1996): 593–609.
- 129 Quiroga, R.Q., L. Reddy, G. Kreiman, et al., “Invariant Visual Representation by Single Neurons in the Human Brain,” *Nature* 435 (2005): 1102–1107.
- 130 Одно из возможных объяснений состоит в том, что «клетка Дженнифер Энистон» кодирует не актрису Дженнифер Энистон, а Рэйчел, которую она играет в сериале «Друзья». Может быть, именно поэтому клетка не отреагировала на фотографию Энистон с Брэдом Питтом. Спасибо Келси Лэрд за это соображение.
- 131 Ekstrom, A.D., M.J. Kahana, J.B. Caplan, et al., “Cellular Networks Underlying Human Spatial Navigation,” *Nature* 425 (2003): 184–188; Kreiman, G., C. Koch, and I. Fried, “Imagery Neurons in the Human Brain,” *Nature* 408 (2000): 357–361.
- 132 Dijksterhuis, A., “Why We Are Social Animals: The High Road to Imitation as Social Glue,” in Hurley and Chafer, *Perspectives on Imitation*, Volume 2, 207–220.
- 133 Mukamel, R., A.D. Ekstrom, J. Kaplan, et al., “Mirror Neurons of Single Cells in Human Medial Frontal Cortex,” Program No. 127.4 2007 Abstract Viewer, CD-ROM, Society for Neuroscience meeting, San Diego, CA.

8. Плохой, злой: насилие и наркомания

- 134 Первые два раздела этой главы основаны на моем ответе

- на «всемирный вопрос» сетевого журнала Edge (www.edge.org) в 2006 году. Ответ был напечатан в книге J. Brockman, *What Is Your Dangerous Idea?: Today's Leading Thinkers on the Unthinkable* (London: Simon & Schuster, 2006), 71–74.
- 135 Brison, S., “Imitating Violence,” in Hurley and Chater, *Perspectives on Imitation, Volume 2*, 202–204; Eldridge, J., “What Effects Does the Treatment of Violence in the Mass Media Have on People’s Conduct? A Controversy Reconsidered,” in Hurley and Chater, *Perspectives on Imitation, Volume 2*, 243–255.
- 136 Bandura, A., *Social Learning Theory* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1977); Geen, R., and S. Thomas, “The Immediate Effects of Media Violence on Behaviour,” *Journal of Social Issues* 42 (1986): 7–28; Paik, H., and G. Comstock, “The Effects of Television Violence on Antisocial Behavior: A Meta-analysis,” *Communication Research* 21 (1994): 516–546; Bushman, B., and L. Huesmann, “Effects of Television Violence on Aggression,” in D. Singer and J. Singer, eds., *Handbook of Children and the Media* (Thousand Oaks, CA: Sage, 2001), 223–254.
- 137 Kostinsky, S., E.O. Bixler, and P.A. Kettl, “Threats of School Violence in Pennsylvania After Media Coverage of the Columbine High School Massacre: Examining the Role of Imitation,” *Archives of Pediatric and Adolescent Medicine* 155 (2001): 994–1001; Huesmann, L. and L. Eron, “Television and the Aggressive Child: A Cross-national Comparison,” (Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1986); Milavsky, J., R. Kessler, H. Stipp, et al., *Television and Aggression: A Panel Study* (New York: Academic Press, 1982).
- 138 Huesmann, L.R., “Imitation and the Effects of Observing Media Violence on Behavior,” in Hurley and Chater, *Perspectives on*

ПРИМЕЧАНИЯ

- Imitation, Volume 2, 257–266.
- 139 Comstock, G., “Media Violence and Aggression, Properly Considered,” in Hurley and Chater, *Perspectives on Imitation, Volume 2*, 371–380.
- 140 Hurley, S., “Imitation, Media Violence, and Freedom of Speech,” *Philosophical Studies* 117 (2004): 165–218; Brison, S., “Imitating Violence,” in Hurley and Chater, *Perspectives on Imitation, Volume 2*, 202–204.
- 141 Marcus, S., *Neuroethics: Mapping the Field* (New York: Dana Press, 2002); Gazzaniga, M.S., *The Ethical Brain* (New York: Dana Press, 2005).
- 142 Maisto, S.A., and G.J. Connors, “Relapse in the Addictive Behaviors: Integration and Future Directions,” *Clinical Psychology Review* 26 (2006): 229–231; Gordon, S.M., R. Sterling, C. Siatkowski, et al., “Inpatient Desire to Drink as a Predictor of Relapse to Alcohol Use Following Treatment,” *American Journal of Addiction* 15 (2006): 242–245; Shiftman, S., J.A. Paty, M. Gnys, et al., “First Lapses to Smoking: Within-Subjects Analysis of Real-time Reports,” *Journal of Consulting in Clinical Psychology* 64 (1996): 366–379; Harakeh, Z., R.C. Engels, R.B. Van Baaren, et al., “Imitation of Cigarette Smoking: An Experimental Study on Smoking in a Naturalistic Setting,” *Drug and Alcohol Dependence* 86 (2007): 199–206.
- 143 Calvo-Merino, B., D.E. Glaser, J. Grezes, et al., “Action Observation and Acquired Motor Skills: An fMRI Study with Expert Dancers,” *Cerebral Cortex* 15 (2005): 1243–1249; Calvo-Merino, B., J. Grezes, D.E. Glaser et al., “Seeing or Doing? Influence of Visual and-Motor Familiarity in Action Observation,” *Current Biology* 16 (2006): 1905–1210; Shiraishi, T., H. Saito, H. Ito, et

al., "Observation and Imitation of Nursing Actions: A NIRS Study with Experts and Novices," *Student Health and Technology Information* 122 (2006): 820–821.

9. Зеркала желаний и предпочтений

- 144 Хороший обзор этих исследований содержится в статье: Schooler, J.W., "Re-representing Consciousness: Dissociations Between Experience and Meta-consciousness," *Trends in Cognitive Sciences* 6 (2002): 339–344.
- 145 Johansson, P., L. Hall, S. Sikstrom, et al., "Failure to Detect Mismatches Between Intention and Outcome in a Simple Decision Task," *Science* 310 (2005): 116–119.
- 146 Schultz, W., P. Dayan, and P.R. Montague, "A Neural Substrate of Prediction and Reward," *Science* 275 (1997): 1593–1599; Montague, P.R., B. King-Casas, and J.D. Cohen, "Imaging Valuation Models in Human Choice," *Annual Review of Neuroscience* 29 (2006): 417–448.
- 147 McClure, S.M., J. Li, D. Tomlin, et al., "Neural Correlates of Behavioral Preference for Culturally Familiar Drinks," *Neuron* 44 (2004): 379–387.

10. Нейрополитика

- 148 Converse, P., "The Nature of Belief Systems in Mass Publics," in D. Apter, ed., *Ideology and Discontent* (New York: Free Press, 1964), 206–261; Achen, C., "Mass Political Attitudes and the Survey Response," *American Political Science Review* 69 (1975): 1218–1231; Zaller, J.R., and S. Feldman, "A Simple Theory of the Survey Response: Answering Questions versus Revealing Preferences," *American Journal of Political Science* 36 (1992): 579–616.

ПРИМЕЧАНИЯ

- 149 Raichle, M.E., J.A. Fiez, T.O. Videen, et al., "Practice-Related Changes in Human Brain Functional Anatomy During Nonmotor Learning," *Cerebral Cortex* 4 (1994): 8–26.
- 150 Carr, L., M. Iacoboni, M.C. Dubeau, et al., "Neural Mechanisms of Empathy in Humans: A Relay from Neural Systems for Imitation to Limbic Areas," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 100 (2003): 5497–5502.
- 151 Schreiber, D., and M. Iacoboni, "Monkey See, Monkey Do: Mirror Neurons, Functional Brain Imaging, and Looking at Political Faces," paper presented at the American Political Science Association Meeting, 2005, Washington, D.C.
- 152 Gusnard, D.A., and M.E. Raichle, "Searching for a Baseline: Functional Imaging and the Resting Human Brain," *Nature Reviews Neuroscience* 1 (2001): 685–694; Raichle, M.E., A.M. MacLeod, A.Z. Snyder, et al., "A Default Mode of Brain Function," *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 98 (2001): 676–682.
- 153 Schreiber, D., and M. Iacoboni, "Thinking About Politics: Results from Three Experiments Studying Sophistication," paper presented at the 61st Annual National Conference of the Midwest Political Science Association, 2003.
- 154 Iacoboni, M., M.D. Lieberman, B.J. Knowlton, et al., "Watching Social Interactions Produces Dorsomedial Prefrontal and Medial Parietal BOLD fMRI Signal Increases Compared to a Resting Baseline," *Neuroimage* 21 (2004): 1167–1173.
- 155 Fiske, A.P., *Structures of Special Life: The Four Elementary Forms of Human Relations* (New York: Free Press, 1991).
- 156 Iacoboni, M., "Failure to Deactivate in Autism: The Co-constitution of Self and Other," *Trends in Cognitive Science* 10 (2006): 431–433; Uddin, L.Q., M. Iacoboni, C. Lange,

and J.P. Keenan, "The Self and Social Cognition: The Role of Cortical Midline Structures and Mirror Neurons," *Trends in Cognitive Science* 11 (2007): 153–157; Lieberman, M.D., "Social Cognitive Neuroscience: A Review of Core Processes," *Annual Review of Psychology* 58 (2007): 259–289.

11. Экзистенциальная нейронаука и общество

- 157 Однажды я рассказал эту историю Джакомо Ридзолатти. Он заметил в ответ, что читал нечто похожее в газетном интервью Питера Брука, всемирно известного театрального режиссера. Не является ли эта история очередным мемом с высокой репликабельностью?
- 158 Wittgenstein, L., *Remarks on the Philosophy of Psychology, Volume 2* (Oxford, UK: Blackwell, 1980); Merleau-Ponty, M., *The Primacy of Perception* (Evanston, IL: Northwestern University Press, 1964).
- 159 Benner, P., "The Quest for Control and the Possibilities of Care," in M. Wrathall and J. Malpas, eds., *Heidegger, Goping, and Cognitive Science: Essays in Honor of Hubert L. Dreyfus, Volume 2* (Cambridge, MA: MIT Press, 2000), 293–309.
- 160 Heidegger, M., *Being and Time* (New York: Harper & Row, 1962); Sartre, J-P., *Being and Nothingness: A Phenomenological Essay on Ontology* (New York: Citadel Press, 1956).
- 161 Философ Хьюберт Дрейфус в своем председателском выступлении перед Тихоокеанским отделением Американской философской ассоциации подчеркнул недостатки дихотомии между аналитической и континентальной философией и убедительно объяснил, почему важны обе «стороны» философии.

ПРИМЕЧАНИЯ

- 162 Этот последний раздел книги отчасти основан на моем ответе на «всемирный вопрос» сетевого журнала Edge (www.edge.org) в 2007 году: «По какому поводу вы испытываете оптимизм? Почему?»
- 163 Heidegger, M., *Being and Time*; Zahavi, D., “Beyond Empathy,” *Journal of Consciousness Studies* 8 (2001): 151–167.
- 164 Olson, G., “Hard-wired for Moral Politics: Neuroscience and Empathy,” *ZNet* (www.zmag.org), May 20, 2007; Amin, A., “From Ethnicity to Empathy: A New Idea of Europe,” *openDemocracy* (www.opendemocracy.net), July 23, 2003; Olson, G., “Neuroscience and moral politics: Chomsky’s intellectual progeny,” *Identitytheory.com* (www.identitytheory.com/social/olson_neuro.php), October 16, 2007.

Благодарности

Эта книга не могла бы появиться без помощи, ободрения и поддержки многих моих друзей и коллег. И первый из них, кого я хотел бы поблагодарить, – Джон Брокман, неустанно побуждавший меня ее написать. Я благодарю также Катинку Матсон, Майка Брайана и моего редактора Эрика Чински за формирование текста во многих важных его аспектах.

Несколько человек читали отдельные главы из различных черновых версий книги. Я благодарен Джорджу Лакоффу, Сэму Харрису, Аннаке Харрис, Фрэнку Винченци, Салли Роджерс, Келси Лэрд, Эми Коплан, Лизе Азиз-заде, Элизабет Рейнолдс, Джулиану Кинану, Алану Фиску, Джону Мадзиотте, Джакомо Ридзолатти и Витторио Галлезе за комментарии, предложения и вопросы.

Главная нить книги – исследования, которые велись в моей лаборатории последние десять лет. Эти исследования стали возможны благодаря самоотдаче и энтузи-

БЛАГОДАРНОСТИ

азму моих коллег и учеников. Прежде всего я в долгу перед Джакомо Ридзолатти и Витторио Галлезе, замечательными друзьями и коллегами, которые участвовали в плодотворных экспериментах, выполненных в моей лаборатории. Джон Мадзиотта, Роджер Вудс, Харольд Беккеринг, Марсель Брасс, Андреас Вольшлегер, Эран Зайдель, Джанлуиджи Ленци, Патрисия Гринфилд и Ицхак Фрид также принимали участие в ключевых экспериментах, связанных с зеркально-нейронной системой человека. Мирелла Дапретто, моя жена и коллега, в своей собственной лаборатории провела новаторское исследование зеркально-нейронной дисфункции при аутизме, и я был счастлив сотрудничать с ней в этой работе.

Я хотел бы воздать хвалу своим ученикам, обогатившим мою жизнь во многих отношениях. Руководить их работой и выполнять вместе с ними эксперименты было для меня и поучительно, и радостно. Лиза Азиззаде, Лори Карр, Чой Деблик, Мари-Шарлотт Дюбо, Марк Хайзер, Джонас Каплан, Лиза Коски, Инго Майстер, Иштван Мольнар-Сакач, Рой Мукамель, Даррен Шрайбер, Люсина Аддин, Стивен Уилсон и Аллан Ву участвовали в экспериментах и в бесконечных дискуссиях о том, как зеркальные нейроны формируют наше социальное поведение.

Благодаря своим лидерским качествам и прозорливости Джон Мадзиотта сумел создать великолепное исследовательское учреждение – Центр мозговой картографии Ахмансона–Лавлейса, в котором находится моя лаборатория. Воздавая хвалу Джону и центру, я чув-

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

ствую, как мне повезло, что я могу проводить исследования в научном учреждении столь высокого класса. Я благодарю Семеловский институт нейронауки и человеческого поведения при Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе и Центр культуры, мозга и развития при том же университете и Фонде психокультурных исследований за создание чрезвычайно стимулирующей научной среды, где я часто обсуждал роль зеркальных нейронов в человеческом поведении.

В последние десять лет я проводил семинары по зеркальным нейронам по всему миру. Я многим обязан тем людям, что приходили послушать меня, задать мне вопросы, высказать замечания. Все они помогли мне сформулировать мысли, вошедшие в эту книгу. Я глубоко им признателен.

Алфавитный указатель

- Brain (журнал) 232
Brain Camp («Мозговой лагерь») 173
Club dei 27 26
Discover 115
Edge – The Third Culture 276
FKF Applied Research 274
Homo sapiens 17
Los Angeles Times 278
Macaca nemestrina (макака) 15–17, 20, 25, 31–33, 36, 50–51, 54–57, 59, 68–69, 71–73, 77–78, 83, 103, 146, 186, 219
New York Times 87, 287
Pepsi Challenge 270
pre-SMA 153–154, 239–241
Proceedings of the National Academy of Sciences 145
Аддин, Люсина 169, 170–171, 173, 176–181
Азиз-заде, Лиза 114, 123
аксоны 31, 234
Алибали, Марта 101
Альоти, Сальваторе 148–149
Арбиб, Майкл 48
асоматогнозия 179
Аспергера синдром 206
аутизм 14, 187–213; А. у детей 187, 195, 199–209; имитационное поведение и А. 187, 199–204; зеркально-нейронная гипотеза А. 204–207; подавление мю-ритма и А. 205; зрительная фиксация и А. 210–211
афазия 48
Бабкина рефлекс 104
бабушкина клетка 231–233
балет 45, 257–258
Барг, Джон 135–137
безрамочная стереотаксия 110–111
Беккеринг, Харольд 73–74, 79–83

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

- Берри, Хэлли 234
 «Битлз» 233
 Блэкмор, Сюзан 61
 Боген, Джо 168–169
 боль: эмпатический ответ на
 Б. 145–149
 бонобо 32
 борозды 77, 193
 брак, имитационное
 поведение в Б. 138
 Брасс, Марсель 73–74
 бренда эффект 270
 Брентано, Франц 25
 Британская академия 102
 Брока, Поль 48
 Брока: поле Б. 48, 78, 84, 103,
 106, 108–111; афазия Б. 48
 Брокман, Джон 276
 Буш, Джордж Г. У. 285–286
 Буш, Джордж У. 285
 Бэйлор, Медицинский
 колледж 268
- Вейцмана институт (Израиль)
 229
 вербальное затенение 263
 Верди, Джузеппе 26
 видеоигры 243–244, 253
 видеоуправляемая ТМС 110
 Висконсин, Университет В.
 113
 височная доля 230–231, 301
 височная кора 223
 височная область мозга 174,
 230–230, 301
 Витгенштейн, Людвиг 313
 внимание, премоторная
 теория В. 30
 Волан–де–Морт (персонаж)
 89
 Вольшлегер, Андреас 83
 временная диссоциация 263
- Вудс, Роджер 223–225
 выборы в США 285 (1964 г.),
 285 (1988 г.), 297 (2000 г.),
 286–291 (2004 г.)
 «Вылечим аутизм сейчас» 213
 выражение лица: аутизм и В.л.
 202; у обезьян 71; эмпатия
 и В.л. 134–135, 141–144,
 147, 151–152, 154, 197, 313
 вычислительная нейронаука
 71
- Галезе, Витторио 17–19,
 25–27, 30, 44, 66, 70–71, 91,
 96, 114, 131, 175, 217, 232,
 354–355
 Гарвардский университет 170
 «Гарри Поттер и Орден
 Феникса» 89
 Гленберг, Арт 113
 Голдман, Элвин 16, 44
 Голдуотер, Барри 285
 гоминиды 72
 Гор, Эл 299
 гориллы 32
 Гринфилд, Патрисия 106–107
 Гуссерль, Эдмунд 25, 317
 Гэллап, Гордон 162–164, 167
- Дамасио, Антонио 339 (сн. 81)
 Дапретто, Мирелла 195, 208,
 355
 Дарвин, Чарльз 55, 144; Д. и
 тест с зеркалом 162–163,
 165
 Дартмут–колледж 173
 дезоксигемоглобин 75
 действия: иерархическая
 структура Д. 106–107;
 идеомоторная модель Д.
 73–74; мю-ритм и Д.
 192–194, 205–206

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Декарт, Рене 313
 дельфины 165–167
 Деннетт, Дэниел 65
 депрессия 145, 225–226
 дети: аутизм у Д. 200–213;
 эмпатия у Д. 151–
 152, 194–199, 208;
 имитационное поведение
 у Д. 61–63, 73, 79–85, 87,
 120–121; Д. и зеркальный
 тест 167; зрительная
 фиксация у Д. 210–211
 Джеймс, Уильям 73, 144
 Дженнифер Энистон клетка
 231–232
 Джонсон, Линдон 285
 Джордан, Майкл 233
 Дийкстерхейс, Ап 237–238
 Димберг, Ульф 133
 ДНК
 (дезоксирибонуклеиновая
 кислота) 15
 Дойл, Артур Конан 138
 Докинз, Ричард 64–65
 Доминго, Пласидо 27
 дорсолатеральная
 префронтальная кора 271,
 301
 дорсомедиальная
 префронтальная кора 302
 Дрейфус, Хьюберт 352 (сн.
 161)
 «Друзья», телесериал 234, 347
 (сн. 130)
 Дукакис, Майкл 285
 жесты: ритмический тип Ж.
 100–102; иконический тип
 Ж. 100–102, 105
 зависимость 255–256; тяга
 и рецидив в З. 255–256
 Зайдель, Даля 168–170
 Зайдель, Эран 168–171
 Заллер, Джон 295–296
 Зантоп, Сюзан 243
 Зантоп, Хальф 243
 зеркальные нейроны:
 приобретение новых
 свойств З.н. 54; действия
 и З.н. см. Действия;
 активация З.н. 22, 41, 56,
 77; вредные привычки
 и З.н. 256, 259–260;
 аутизм и З.н. 14, 187, 204–
 213; дети и З.н. 190–192;
 эмпатия и З.н. 139–144;
 опыт и З.н. 191; открытие
 З.н. 14–18; образование
 З.н. 159–161; свобода воли
 и З.н. 249–254; лобные
 доли и З.н. 173, 207,
 230, 236; иерархические
 структуры и З.н. 106–107;
 самоузнавание и З.н.
 160–164; З.н. и
 имитационное поведе-
 ние см. Имитационное
 поведение; интерсубъек-
 тивность и З.н. 180–181,
 240; лимбическая система
 и З.н. 135, 139–143,
 195, 197; язык и З.н.
 120–121; материнская
 эмпатия и З.н. 152–154;
 политические убеждения
 и З.н. 295–306; насилие
 и З.н. 242–254
 зеркальный тест 160, 162–168;
 З.т. и животные 162–167;
 З.т. и дети 167–168
 Зидан, Зинедин 129–130
 злоупотребление алкоголем,
 рецидив 255

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

- зрительная кора 220
 зрительная фиксация 210–211
 зрительного восприятия поле 24
- идеомоторная модель человеческих действий 73–74
- извилины 77, 177
- имитационное поведение 54–57, 61; аутизм и И.п. 63, 215; И.п. у детей 62–63, 82–83, 161; И.п. у дельфинов 166; у обезьян 50–51, 55; И.п. и насилие 14, 244–247, 250–254, 322–323
- имплицитное понимание 58, 62
- Ингерсолл, Брук 212, 215–216
- Институт психологических исследований Макса Планка 73, 79, 220
- Интернет 277, 296
- интерсубъективность 85, 180–181, 240, 314
- ипсилатеральные движения 79, 83
- использование орудий 49–50, 52–54, 257
- Йельский университет 124, 209
- Калифорнийский технологический институт 169
- Калифорнийский университет, Лос–Анджелес 15, 71–72, 106, 113, 169, 171, 194, 208, 212, 256, 292, 298; Ректорский фонд для исследований без академических границ 297; опыт с кредитными картами в К.у. 281–282; исследования Фрида на клеточном уровне в К.у. 226, 228–229, 233–234, 239; эксперимент с негативной рекламой 285–286; исследование политических предпочтений 292–296; исследование социальных отношений 304–308; эксперимент с Супер Боул 274–277, 281–282
- канонические нейроны 22, 34–35
- Каплан, Джонас 181
- капоэйра 257–258
- «Катрина», ураган 149
- Качиоппо, Джон 132
- Кегль, Джуди 120
- Кейзерс, Кристиан 46, 49, 123
- Керри, Джон 286
- Кинан, Джулиан 167, 179
- Киркегор, Сёрен 320
- «Клетки, умеющие читать мысли» (Блейкли) 87–88
- Клин, Ами 209
- Клинтон, Билл 233
- Колер, Эвелин 46, 49
- Колорадо университет, Центр медицинских наук 200
- Колумбайн, школа, массовое убийство в (1999) 245
- «Колыбель мысли» (Хобсон) 202
- контроль за оборотом оружия 252
- конфедераты 136–137
- кора головного мозга: поясная

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- К.г.м. 145–147, 150;
 передняя поясная К.г.м.
 239; орбитофронтальная
 К.г.м. 239, 259, 269, 271,
 289–291; слуховая К.г.м.
 230; зрительная К.г.м. 220,
 230; неокортекс 16
- Коул, Джонатан 138
- «Кто боится Вирджинии
 Вулф?» 210
- «Крик», фильм 242
- Кудроу, Лиза 234
- курение 248, 255–257, 259
- Лакофф, Джордж 114
- Лафранс, Марианна 86
- Леоне, Серджио 229
- Лепаж, Жан–Франсуа 194
- Ли, Тони 201, 203
- Либерман, Джо 299
- Либерман, Элвин 48
- лимбическая система мозга
 135, 139–143, 195, 197
- Липис, Теодор 131
- лицевой обратной связи
 гипотеза 144
- «Лицо в зеркале» (Кинан,
 Гэллап и Фок) 167
- лобная доля 77–78, 84, 173,
 207, 230, 236, 239, 268
- Логофетис, Никос 220, 230
- ложные представления, тест
 на понимание Л.п. 199–200
- «Ломбардцы в Первом
 крестовом походе»
 (Верди), опера 27
- Лондон, Эдит 256
- Лотце, Рудольф Германн 73
- магнитно–резонансная
 томография (МРТ)
 109–110, 296
- магнитоэнцефалография
 (МЭГ) 32, 71, 193, 206
- Майстер, Инго 126
- макаки–резусы 15, 55
- Макгерка эффект 124
- Макнилл, Дэвид 98
- маркетинг, нейронаука и М.
 14, 262, 265–266, 274
- Массачусетский
 технологический институт
 (МТИ) 254
- Матарич, Майя 319
- Матерацци, Марко 129–130
- материнская эмпатия 151–154
- Мебиуса синдром 138
- медиальная
 орбитофронтальная кора
 267, 269, 271, 289–291
- межличностная реактивность
 196
- «Мем–машина» (Блэкмор) 61
- мемы, меметика 64–66
- Мерло–Понти, Морис 24, 26,
 70, 96, 131, 138, 313
- метакогнитивные процессы
 287
- мигрень 222–223
- микропровода 228–229
- мимикрия, см. Имитационное
 поведение
- миндалевидное тело 142
- модель психического 205
- мозг: миндалевидное тело 142;
 спайки передняя и задняя
 169; кора головного М.:
 поясная кора 145–147,
 150; передняя поясная
 кора 239; слуховая кора
 230; дорсолатеральная
 префронтальная кора 271,
 301; дорсомедиальная
 префронтальная

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

- кора 302; медиальная орбитофронтальная кора 267, 269, 271, 289–291; зрительная кора 220, 230; моторная кора 23, 69, 74–75, 95, 109, 125, 148; неокортекс 16; извилины 77, 193; надкраевая извилина 177–180; звуковые раздражители и М. 47; телесное самосознание и М. 157; поле Брока 48, 78, 84, 103, 106, 108–111; связи между областями и функциями М. 110; мозолистое тело 168–169; сеть “по умолчанию” 302–304, 308–309; разъединение полушарий 168; области исполнительного контроля М. 271, 280; область F4 (у обезьян) 23–25; область F5 (у обезьян) 16–19, 22–25, 31, 33–34, 37, 46, 48, 52–54, 69, 77, 103, 153; область F6 (у обезьян) 153; лобная доля 77–78, 84, 173, 207, 230, 236, 239, 268; сравнение М. макаки и человека 16, 20, 68, 78; островок 141–143, 152, 195, 197, 204; левое полушарие 102, 168–170, 179, 234; лимбическая система 135, 139–143, 189, 197; мигрень и М. 222–226; мю–ритм М. 192–194; область pre-SMA 152–154, 239–241; области вознаграждения 267; правое полушарие 77, 157, 168–170, 173, 177, 179, 234; распространяющаяся депрессия и М. 225–226; височная кора 223, 230–231, 301; височная зона 174; полосатое тело 267
- мозговая сеть «по умолчанию» 302–304, 308–309
- мозговые концепты (Галезе и Лакоффа) 114
- мозолистое тело 168–169
- Мольнар–Сакач, Иштван 102, 107
- Монреальский неврологический институт 192
- Монро, Мэрилин 172
- Монтероссо, Джон 256
- моторная теория восприятия речи 124–125
- мю–ритм 192–194, 205–206
- Надель, Жаклин 63, 212, 214–215
- надкраевая извилина 177, 179
- наркотическая зависимость, снижение Н.з. 255–256
- насилие: свобода воли и Н. 322–323; СМИ и Н. 14, 242–254
- наука «быстрого приготовления» 278, 287
- «Наш мозг и мы: нейроэтика, ответственность и человеческая личность» 254
- неврология поведенческая 29
- Нейдер, Ральф 286
- нейровизуализация 29–30, 67, 71, 83, 171–172; развитие ребенка и Н. 188, 195; опыт

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- с кредитными картами и Н. 281; экспериментальное изучение Н. 71, 83–86 лингвистический опыт с Н. 114
- нейромаркетинг 14, 265
- нейрополитика 14
- нейрофизиологическая феноменология 25
- нейроэтика 254
- неокортекс 16
- Никарагуа 120–121
- никарагуанский язык знаков 120
- Нобелевская премия 169
- Общество нейронауки 205
- «Объяснение сознания» (Деннет) 65
- околоинфракрасная спектроскопия (ОИКС) 188–190
- Окс, Элеанора 113
- оксигемоглобин 75
- Оксфордский словарь английского языка 64
- опера 26
- опортунистическая наука 221, 226
- оптическая визуализация 188
- оптоды 189
- орангутаны 32, 162, 165
- орбитофронтальная кора 267
- островок 141–143, 152, 195, 197, 204
- отождествление 272
- память 230–234, 301–303; П. и трансляционная диссоциация 263
- Парижское лингвистическое общество 102
- Пармский университет 38
- пары: имитация у П. 133–134
- Пеннингтон, Брюс 200
- первичная моторная кора 69, 95
- Пиаже, Жан 61
- пиджин 120
- позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ) 67, 221–225, 303
- «Политика в мозгу» (Тирни) 287
- политическое консультирование 285–292
- положительного подкрепления система 266–267, 271, 277, | 279–280, 283–284
- полосатое тело, вентральная часть 267
- Поттер, Гарри (персонаж) 89–90
- «Похищенное письмо» (Эдгар По) 143–144
- предклинье 302
- премоторная кора 69, 145
- премоторная теория внимания 30
- преступление 242–243, 286
- привязанности теория 151
- Просвещение 103
- психология развития 57, 61–63, 90; рефлекс Бабкина и П.р. 104; поле Брока и П.р. 106; иерархические структуры и П.р. 106–107
- размер эффекта 248
- Райхль, Маркус 302–303
- рак 248
- рак легких 248
- Рамачандран, Вилаянур 205, 344 (сн. 118)

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

- Рапсон, Ричард Л. 132
 раса 245, 273
 распространяющаяся
 депрессия 225
 реклама 262, 267, 270–285;
 политические компании
 и Р. 285–286, 290–291;
 Супер Боул и Р. 274–278,
 281–284
 речь 123–127; эффект
 Макгерка и Р. 125–126;
 моторная теория
 восприятия Р. 125
 Ридзолатти, Джакомо 15–17,
 22, 25, 27, 29–31, 37–38, 46,
 48, 52, 57, 66, 91, 125, 173,
 186, 193–194, 206, 221, 327
 (сн. 2), 346 (сн. 123), 352
 (сн. 157)
 Римский университет 148
 Робертс, Джулия 233
 Роджерс, Салли 200, 212
 Романес, Джордж 55
 рука: ипсилатеральные
 и контралатеральные
 движения Р. 79, 81–83;
 моторный контроль 16–17
 самоузнавание 160–166;
 животные и С. 162–166,
 зеркальные нейроны и С.
 171–178, 180–183, 272;
 социальное окружение и
 С. 165, голос и С. 181–182
 свобода воли 65, 249, 253, 322
 свобода речи 255, 324
 сенсорно–моторная модель
 человеческих действий 73
 «Серия Западного
 побережья» 169
 «Симпсоны», мультсериал 233
 симуляции теория 26, 91
 синапсы 16
 Сингер, Таня 149–150
 Сирилло, Леонард 84
 Скулер, Джонатан 262
 «слепая» дегустация 269
 слепота выбора 264
 слоны 166–167
 Смит, Адам 128, 130
 смущение 167–168
 Снег, Северус (персонаж)
 89–90
 согласование на базе
 равенства 305
 социальная идентификация
 14
 социальное взаимодействие
 12, 119, 166, 168, 198, 293,
 305–306, 308, 318
 спайки передняя и задняя 169
 Сперри, Роджер 168–169
 средства массовой
 информации (СМИ) 287,
 288; насилие в СМИ 14;
 243–248, 250–254
 статусное ранжирование
 305–307
 «Страх и трепет» (Киркегор)
 320
 Супер Боул 272–278
 схема тела 157
 табачная промышленность
 248
 тактильного восприятия поле
 24
 теория «как будто» (as it loop)
 339 (сн. 81)
 теория теорий 89–91,
 199–200, 315
 Тирни, Джон 287
 ТМС см. транскраниальная
 магнитная стимуляция

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Томаселло, Майкл 121
 Торонто, университет Т. 146
 транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) 68, 109–111, 123, 125–126, 168, 176, 178–179, 183, 188, 193
 трансляционная диссоциация 263, 266, 282, 316
 Трезеге, Давид 130
 тяга, пристрастие к вредным привычкам 255–256
- Уайтен, Эндрю 204
 Уикс, Джейн 201–202
 Уилсон, Стивен 126
 Уильямс, Джастин 204, 344 (сн. 118)
 Умильга, Алессандра 38, 40
 Университетский колледж (Лондон) 201
 Уопнер, Сеймур 84
- Фадига, Лучано 27–28, 30, 68–69, 123, 125–126
 Федерер, Рожер 12
 Фекто, Ширли 194
 феноменология 25, 27, 70, 158, 317–319
 Феррара, Университет Ф. 28
 Феррари, Пьер Франческо 52–54, 58
 Фиск, Алан 304
 ФМРТ см. Функциональная магнитно–резонансная томография
 Фогасси, Лео 18, 27–28, 30, 40–41, 44–45, 56–57, 92
 Фок, Дин 167
 фокус–группы 261–262, 275
 Фрид, Ицхак 226–229, 233–236, 239, 312, 355
- Фридман, Джошуа 274–277
 функциональная магнитно–резонансная томография (ФМРТ) 28, 71, 74–76, 102, 126, 142, 154, 168, 171, 176–177, 188, 195, 197, 208, 218, 220–221, 229–231, 236, 257, 266, 268–270, 299, 344 (сн. 118), 346 (сн. 123)
- Хайдеггер, Мартин 25
 Хари, Риитта 193–194, 206, 344 (сн. 118)
 Хаскинса лаборатория 124
 Хатчисон, Уильям 146–147, 150
 Хобсон, Питер 201
 «Хороший, плохой, злой», сериал 229
 Хортон, Уилли 285
 Хэтфилд, Элейн 132
- цензура 252
- «Человеческие рубежи», научная программа 70
 чемпионат мира по футболу 128–129, 209
 Шартран, Таня 135–137
 Шварценеггер, Арнольд 298
 шимпанзе 49, 72, 106, 219; Ш. зеркальный тест 163–164
 Шрайбер, Даррен 292, 295–296, 305–306
- «Эгоистичный ген» (Докинз) 64
 Эйнштейн, Альберт 29, 172
 Эйчен, Крис 294
 экзистенциализм, нейронаука и Э. 319–321
 Эккерман, Кэрол 63

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ

- эксперимент с чайной чашкой 13–14
- экспериментальная психология 29
- эксплицитное понимание 58
- электроэнцефалография (ЭЭГ) 192–194
- эмблемы 98
- эмоциональное заражение, *Emotional Contagion* (Хатфильд, Качоппо и Рапсон) 330 (сн.23)
- эмпатия: Э. у пар 150–151; Э. у дельфинов 166; роль выражения лица для Э. 142–143; лицевая обратная связь и Э. 144; вклад Липса в изучение Э. 131; нейронные механизмы Э. 139–144; боль и Э. 145–151; Э. у детей и родителей 151–154, 159–161
- Энистон, Дженнифер 231, 233–234
- эпилепсия 32, 168–169; эпилептические припадки 226–227; исследования Фрида 228–230, 235, 312; мю-ритм и Э. 194
- эпилептические припадки 227–228
- эффект хамелеона 136–137, 323
- язык 98, 119–120, 125; происхождение Я. 64, 120; освоение языка 121
- язык знаков 120
- Якобони, Катерина 38, 45
- японские макаки 50, 54–56

Якобони Марко

ОТРАЖАЯСЬ В ЛЮДЯХ
Почему мы понимаем друг друга

Переводчик *Л. Мотылев*

Редактор *В. Эйделькин*

Ответственный редактор *Д. Литвинов*

Дизайн обложки *Р. Гусейнов*

Компьютерная верстка *О. Ким*

Корректор *М. Смирнова*

Подписано в печать 04.04.2011. Формат 60x90/16.
Бумага Классик финская. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 23. Тираж 3 000 экз.

ООО «Юнайтед Пресс»

127018 Москва, ул. Полковая, д. 3, стр. 1

Тел. (495) 232-1799

www.alpina.ru, alpina@imedia.ru

Отпечатано в ЗАО «ИПК Парето-Принт»

г. Тверь

Тел. (495) 663-7317

www.pareto-print.ru, sales@pareto-print.ru

