

**А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р**



РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»  
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ  
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР  
ПО РАЗРАБОТКЕ НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

*Л. Я. Бляхер, А. Т. Григорьян, Б. М. Кедров, Б. Г. Кузнецов,  
В. И. Кузнецов, А. И. Купцов, Б. В. Левшин,  
С. Р. Микулинский, Д. В. Ознобишин,  
З. К. Соколовская (ученый секретарь),  
В. Н. Сокольский, Ю. И. Соловьев,  
А. С. Федоров (зам. председателя), И. А. Федосеев,  
Н. А. Фигуровский (зам. председателя),  
А. А. Чеканов, С. В. Шухардин, А. П. Юшкевич,  
А. Л. Янин (председатель), М. Г. Ярошевский.*

**М. Г. Ярошевский, С. А. Чеснокова**

**Уолтер  
КЕННОН**

**(1871—1945)**



---

**ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»**

**МОСКВА**

**1976**

Книга посвящена Уолтеру Бредфорду Кеннону (1871—1945) — выдающемуся американскому физиологу, автору классических исследований по физиологии пищеварения, кровообращения, вегетативной и эндокринной систем. Кеннон — один из создателей современного учения о механизмах эмоций и мотивации поведения. Он разработал теорию гомеостаза (как принципа саморегуляции постоянства внутренней среды организма), имеющую основополагающее значение для физиологии и медицины, ставшую одной из предпосылок кибернетики.

Михаил Григорьевич Ярошевский, Софья Александровна Чеснокова

**Уолтер Кеннон**  
**(1871—1945)**

*Утверждено к печати редколлегией  
серии научно-популярных изданий Академии наук СССР*

Редактор издательства Л. И. Приходько  
Художественный редактор В. Н. Тихонов  
Технические редакторы Э. Б. Павлюк, Т. А. Прусакова  
Корректоры Н. М. Вселюбская, В. Г. Петрова

Сдано в набор 19/І 1976 г. Подписано к печати 19/V 1976 г.  
Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага типографская № 2. Усл. печ. л. 19,74.  
Уч.-изд. л. 20,5. Тираж 14 800. Т-09033. Тип. зак. 149. Цена 1 р. 20 к.

Издательство «Наука». 103717 ГСП, Москва, К-62, Подсосенский пер., 21  
2-я тип. издательства «Наука». 121099, Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

Я  $\frac{21001-026}{054(02)-76}$  88—75НП

© Издательство «Наука», 1976 г.



## От авторов

---

В созвездии выдающихся физиологов нашего столетия Уолтер Бредфорд Кеннон является одним из самых значительных. С его деятельностью нераздельно связаны крупные успехи в исследовании не только отдельных систем организма, но и организма как целого.

Начав с работ в области физиологии пищеварения, обогащенной им благодаря внедрению новых методик и концепций, Кеннон затем реализовал обширную программу изучения механизмов эмоционального поведения, создав новый раздел физиологии. В недрах этих исследований сложилось его учение о симпатико-адреналовой системе, утвердившее принцип единства нервной и гуморальной регуляций, открывшее значение этой системы в мобилизации энергетических ресурсов организма в условиях стресса.

Кеннон разработал проблему травматического шока, обосновав токсемическую теорию его происхождения, установил закон денервации и вписал ряд других новых страниц в летопись современной физиологии. Венцом его обобщений явилось учение о гомеостазисе как о саморегуляции постоянства внутренней среды организма. Влияние этого учения не ограничилось физиологией, но распространилось далеко за ее пределы, став одной из предпосылок кибернетики и общей теории систем, новых идей в психологии и социологии.

Он был организатором крупнейшей интернациональной научной школы, из которой вышло свыше 50 физиологов, возглавивших кафедры во многих университетах.

Особое внимание он уделял подготовке кадров в развивающихся странах Латинской Америки.

Близкий друг И. П. Павлова, он высоко оценивал труды советских физиологов.

Он был прогрессивным общественным деятелем, активным участником антифашистского движения, организатором помощи республиканской Испании, неизменным другом Советской страны.

В период второй мировой войны он возглавил медицинскую Американско-советскую ассоциацию, редактировал журнал «Американское обозрение советской медицины», популяризовавший достижения советской науки, горячо ратовал за дружбу между советским и американским народами в послевоенный период, считая, что от этого зависит будущее мира. В тяжелом, военном 1942 году АН СССР избрала Кеннона своим почетным иностранным членом.

К сожалению, работы Кеннона недостаточно известны широкому кругу советских читателей. Лишь немногие из его произведений переведены на русский язык, да и имеющиеся в подлиннике, несмотря на переиздания, стали библиографической редкостью. О самом Кенноне не написано ни одной книги ни на его родине, ни в другой стране.

Приступив к изучению его биографии, авторы разделили материал таким образом, чтобы один из них, будучи психологом и науковедом, рассмотрел кенноновские работы, носящие преимущественно методологический характер и тесно связанные с проблемами теории и психологии научного творчества. На долю другого автора — физиолога по специальности — выпала работа над физиологическими трудами Кеннона. Соответственно «Введение» и главы 1, 4, 6, 9, 10 написаны М. Г. Ярошевским, а главы 2, 3, 5, 7 и 8 — С. А. Чесноковой. Авторы хорошо отдают себе отчет в неизбежных пробелах при попытке воссоздать картину творчества столь крупной и многогранной личности, как Кеннон.

Большую помощь в подборе литературы нам оказали профессор физиологии Нью-Йоркского медицинского колледжа Нортон Франк, приславший много ценных материалов, а также ученик Кеннона, известный мексиканский ученый Иоахим Искьердо.

Авторы признательны профессору Виктору Алексеевичу Фролову, заведующему кафедрой патологической физиологии Университета дружбы народов им. Патриса Лумумбы, за ценные критические замечания.

## Введение

---

Уолтер Бредфорд Кеннон признавался, что с возрастом среди его увлечений, не имевших прямого отношения к профессиональным занятиям, главным становилось чтение биографий [1, стр. 203].

Быть может, это сыграло известную роль в том, что Кеннон наряду с физиологическими работами оставил нам сведения о собственной жизни и деятельности в замечательном произведении биографического жанра «Путь исследователя».

Впрочем, возникновение этого сочинения связано и с иными обстоятельствами как личными, так и социальными. Сперва — о личных. В Гарвардском университете, где он преподавал почти полвека, профессор выходил на пенсию в 66 лет. Достигнув этого возраста, Кеннон послал соответствующее прошение президенту университета. Но отставка не была принята: его просили продолжать работать. В 70 лет Кеннон все же оставил кафедру и лабораторию, хотя, как он писал, и тяжело ему было расставаться с привычной деятельностью и студенческой аудиторией, особенно в начале учебного года. И тут его неожиданно пригласил другой университет — Нью-Йоркский — теперь уже в качестве «визитирующего профессора». Он вновь оказался перед студентами, однако без обязательства читать систематический курс лекций по определенному предмету.

Занятия сводились преимущественно к консультациям и беседам о науке с молодыми исследователями (анатомами, физиологами, хирургами).

Включив в содержание этих занятий обзор работ своей школы за 37 лет, Кеннон, по собственному свидетель-

ству, как бы вновь пережил свою научную карьеру — от первого, простейшего опыта применения в физиологии рентгеновских лучей до изучения биотоков коры головного мозга [1, стр. 222]. Старый профессор рассматривал приглашение в другой университет как своего рода педагогический эксперимент: проверить эффект введения «аутсайдера» в группу молодых, активно работающих преподавателей и студентов [1, стр. 222]. Эксперимент, по собственной оценке Кеннона, оказался удачным. Но есть и объективные свидетельства в пользу этой оценки — уже названная книга «Путь исследователя».

В чем заключался секрет успеха? В том ли, что выдающийся физиолог знакомил слушателей с основными итогами своих исследований, ставших уже классическими, вошедших во все учебники? Ведь обзорные лекции, прочитанные Кенноном в Нью-Йоркском университете, не содержали каких-либо новых идей и обобщений. Они являлись именно сводкой, «отчетом», как их называл сам Кеннон. Кстати сказать, этот «отчет» нигде не был опубликован.

Почему же в таком случае Кеннон воспринял свою деятельность в Нью-Йоркском университете как успех, если по проблемам физиологии ничего существенно нового высказано не было? Скорее всего потому, что кенновский «отчет» являлся все же в известном отношении новаторским. Смысл общения Кеннона с молодой аудиторией не сводился лишь к рассказу о предметах, о которых эта аудитория могла узнать из уже известных источников. Кеннон пишет о том, что он делился с молодежью своим опытом.

Известно, что термин «опыт» многозначен. Поскольку, повторяем, никаких свидетельств о содержании кенновских занятий и бесед не сохранилось, о нем остается судить лишь приближенно. Но основания для суждения имеются. Обратим внимание на подзаголовок книги «Путь исследователя». Он гласит: «Опыт ученого в медицинских исследованиях». Достаточно перечислить тематику глав указанной книги: готовность к занятиям наукой, благоприятные и неблагоприятные обстоятельства (для этих занятий), роль догадок и неожиданных находок, связь исследования и преподавания, проблемы научного общения, причины расхождений между учеными и др., чтобы заметить, что жизнь ученого Кеннон рассматривал во всей

ее сложности с точки зрения психологии и социологии творчества.

Об этой стороне науки мало что говорит предметное содержание трудов. Где же почерпнуть сведения о ней? Как узнать, что происходит «за кулисами»? Вполне возможно, что своих нью-йоркских слушателей старый профессор повел именно туда. «За время моей длительной лабораторной работы я имел возможность подмечать условия, влияющие на исследовательский дух, характеристики продуктивных ученых и способы их работы, ошибки новичков и экспертов, вред и ценность споров и другие элементы деятельности исследователя. Я поведу читателя за сцену и расскажу, что там происходит» [1, стр. 203].

Освещая успехи физиологии и медицины, касающиеся нейрогуморальной регуляции функций, биотоков мозга и т. п., Кеннон в то же время показывал, что тот, кто их исследует, сталкивается с совершенно особыми проблемами и трудностями. Естественно, продемонстрировать это можно было только на конкретных примерах, на материале физиологических работ. Вопросы, касающиеся условий научного труда, его мотивации, роли догадки и случайности, гипотезы и факта, споров между учеными, — словом, широкий круг тем, волнующих современную науковедческую мысль, Кеннон разбирает, идя по следам собственных исследований.

Но теперь эти исследования выступали в ракурсе, неведомом тем, кто, будучи знаком с одними лишь плодами науки, не знает, как они добываются. «Отчет», с которым старый профессор выступал перед вдохновлявшей его студенческой аудиторией, был не только об изучавшихся в его прославленной лаборатории функциях симпатической системы, химических механизмах передачи нервного импульса и др., но и о себе как личности, о своих радостях и просчетах, контактах и конфликтах, разочарованиях и находках — особом социально-психологическом мире людей науки.

Итак, эксперимент с приглашением вышедшего на пенсию Кеннона на роль «визитирующего профессора» оказался удачным не только в смысле эффективного приложения им своих специальных физиологических познаний к вопросам, над которыми работали молодые медики. Старый профессор учил не новым биологическим концепциям, а новому видению самой науки.

Ситуация, в которой он оказался, побудила его рассмотреть свой жизненный путь и тем самым свои конкретно-научные достижения с иной позиции, чем та, которая характерна для повседневной лабораторной работы исследователя.

Размышления об этой работе, ее условиях, факторах, организации, динамике вылились в такой «самоотчет» перед слушателями, который стал средством их приобщения к науке как деятельности, а не только готовому, застывшему в текстах знанию.

Приглашение в Нью-Йоркский университет было деталью биографии Кеннона. Но, как мы видели, оно оказалось немаловажным личным обстоятельством, стимулировавшим кенноновский анализ условий и процессов научного творчества. Личное же в данном случае отражало социальное, к рассмотрению которого мы и обратимся.

В анналах истории сохранилось немало сведений ученых о самих себе. Именно о себе, а не об открытых ими феноменах или законах. На эти сведения мы наталкиваемся в воспоминаниях современников, интересовавшихся образом жизни и мышления знаменитых ученых своей эпохи, в эпистолярном наследии этих ученых и даже в научных сочинениях как таковых. Естествоиспытатели задумывались не только над природой вещей, но и над особенностями собственного труда, над причинами своих успехов и неудач на пути проникновения в эту природу.

В отдельных случаях они брались за перо с целью специально написать о себе, проанализировать прошлое, охарактеризовать свои «дела и дни», свойства характера и привычки. Так появились в ряду автобиографий книги Дарвина, Сеченова, Спенсера и др. — ценный источник сведений о личности ученого прошлого века. Книга «Путь исследователя» Кеннона, на первый взгляд, является продолжением этого ряда. В действительности, однако, на ней лежит печать новой эпохи — эпохи великой научной революции, воздействовавшей на современный мир. Начавшись с глубинных сдвигов в исследовании неорганической природы, революционные преобразования захватили общий строй человеческого мышления.

Кеннон работал в области биологии, а не физики. Но одна из главных особенностей нового этапа в развитии научного познания состояла именно в том, что размышля-

лись до основания казавшиеся прежде вечными границы между классическими дисциплинами. И мы увидим далее, как в кенноновских исследованиях зарождались принципы системного мышления, присущие методологической ориентации современного ученого, какую бы область он ни разрабатывал.

Коренные сдвиги, происходившие в интеллектуальной структуре науки, обусловили ее резко усилившееся воздействие на технику и производство. Это в свою очередь (по принципу «обратной связи») вызвало взрывное развитие исследований и разработок и соответственно стремительный экспоненциальный рост науки по всем параметрам: экономическим, кадровым, информационным и т. д. Складываются новые формы организации исследований. В науку устремляется невиданное прежде количество работников. Все эти изменения происходили на глазах Кеннона, который сам являлся одним из крупнейших организаторов науки новой эпохи, активным общественным деятелем. Преобразования, которые испытывал мир науки, отражались как в сознании ее людей, так и в общественном сознании. Объективное преломлялось в субъективном. Социальные запросы воздействовали на индивидуальное самосознание. Они заставляли под новым углом зрения осмыслить жизнь науки.

Автобиография Кеннона явилась одним из откликов на эти запросы. Жизнеописание, составленные учеными XIX в. — периода «малой науки», отличались сосредоточенностью их авторов на индивидуально-неповторимом, на описании отдельных «значимых персон» и событий, на анализе собственного пути и собственных характерологических особенностей.

Кенноновская автобиография имела иную направленность. Конечно, она не была бы автобиографией, если бы не строилась на личном опыте, на непосредственно пережитом. Однако личное в человеке изначально исторично, так же как и те рефлексивные схемы, посредством которых оно предстает перед умственным взором индивида и воспроизводится в самоотчете.

Ученый эпохи научной революции начинает осознавать себя по-иному, чем его предшественники, по-иному пытается осмыслить запас своих познаний, свою жизнь в науке. И в его рефлексии все личное, все непосредственно пережитое (обусловленное изменившимися усло-

виями деятельности) отбирается, просматривается именно под этим новым углом зрения. В этом плане кенноновский «Путь исследователя» — знаменательный документ, запечатлевший особенности самосознания человека науки XX в., когда коренным образом изменились взаимоотношения между обществом и «людьми лаборатории», когда занятия наукой превратились в массовую профессию. Хотя книга «Путь исследователя» и насыщена автобиографической информацией, Кеннон предпринял попытку написать не столько автопортрет, сколько обобщенный портрет научного работника, нарисовать определенный социальный тип.

В предисловии к книге Кеннон напоминает об известной концепции своего учителя по Гарварду В. Джемса о социальном Я. Это Я складывается на основе представлений индивида о том, как он выглядит в глазах тех групп людей, мнение которых для него небезразлично. Поскольку подобных групп (в дальнейшем их стали называть референтными) может быть несколько, то по их числу у каждого человека складывается несколько социальных Я. Эта мысль побудила Кеннона говорить о «научном Я» как особом социально-психологическом образовании, которое формируется у индивида, когда он вступает в мир науки, привыкает смотреть на себя его глазами, ориентироваться на его ценности. «Путь исследователя», и есть прежде всего книга об этом социально-научном, а не индивидуально-неповторимом Я.

«Объем моей исследовательской деятельности в различных областях и многообразие моих связей с коллегами позволяют мне подробно рассказать не только о моих собственных поисках, но также о поисках всех тех, кто занят научным трудом» [1, стр. 9].

К кому же обращался Кеннон с рассказом о своем «научно-социальном Я» как психологической инфраструктуре коллективного творчества в науке? Прежде всего ко всем тем, кто «мало осведомлен о мыслях и действиях людей, проводящих жизнь в лабораториях» [1, стр. 9].

Изменение отношений между наукой и обществом вырождалось, как сказано выше, в резко усилившемся воздействии научной мысли на производство, технику, социальную практику в целом. Это — с одной стороны. С другой — невиданно возросла зависимость самого на-



учного прогресса от социально-экономических факторов, от поддержки общества и государства. В этих условиях среди ученых становится популярной идея о том, что они призваны разъяснить широкой внеаудиторной аудитории, в чем состоит своеобразие их деятельности, чем занимаются работники, «проводящие жизнь в лабораториях», что именно общество вправе от них ожидать и почему не следует скупиться на их поддержку.

Имелся еще один существенный момент. Рост престижности науки и огромная нужда в людях, способных ей служить, сделали ее привлекательной для молодежи, незнакомой с искусством исследователя, профессиональными требованиями к нему. И, реконструируя «Путь исследователя», Кеннон руководствовался также мотивами, связанными с педагогикой творчества, — разъяснить цели и способы научного поиска, показать сложный комплекс личностных и межличностных проблем, с которыми должен уметь справиться экспериментатор.

Рисуя социальный профиль ученого, Кеннон специальное внимание уделяет тому, что он назвал «персональной фазой» исследовательского труда, т. е. его психологическим — интеллектуальным и мотивационным — компонентам. Обращаясь к этой «персональной фазе», Кеннон опирается на лично им испытанное в различные периоды творчества, на память о пережитом. Поэтому его «Путь исследователя» мы вправе с указанными оговорками отнести к произведениям автобиографического жанра. Как всякая автобиография, оно содержит сведения об авторе, притом зачастую такие, которые из другого источника извлечь невозможно. Биограф, например, никогда не узнал бы о том духовном кризисе, который пережил в юности воспитанный в строго протестантском духе будущий физиолог, если бы он сам об этом не рассказал. Биограф не узнал бы ни о любимых книгах своего героя, ни о его интересах и увлечениях, ни о мотивах, побудивших его «быть гражданином» (так называется одна из глав книги «Путь исследователя»), ни о чувствах, испытанных, например, Кенноном при посещении Парка культуры и отдыха им. Горького в Москве, ни о многом другом, выражающем отношение ученого к окружающему миру и к самому себе.

Этот автобиографический материал исключительно важен для биографа, в особенности когда ему приходится

отображать личностно-психологические стороны деятельности ученого. Но оценки, даваемые автором событиям, свидетелем которых он был, соображения, приводимые им при характеристике своего отношения к ним, при интерпретации мотивов собственного поведения и т. п., — все это в свою очередь требует анализа и оценки со стороны биографа.

Автору автобиографий нельзя слепо верить не только потому, что его «самоотчет» составляется не по свежим следам только что происшедших событий, а, как правило, много лет спустя. Здесь действует и возрастной фактор — «ослабление сил стареющего героя» (Оствальд) и установка на «рационализацию» — неосознанное стремление распределить на автопортрете «свет и тени» в таком соотношении, при котором палилось бы авторское Я. Но, повторяем, не только в силу этих личностно-психологических причин автобиографическая информация требует исторической критики.

Каким бы драгоценным не был бы личный опыт познания и переживания ученым своеобразия науки как формы человеческой деятельности, этот опыт служит лишь исходным материалом для его анализа посредством особых методов, для его обобщения в системе специальных понятий.

Сообщая о собственном вкладе, исследователь делится личными соображениями, и только. Но чтобы получить объективное и причинное знание, следует перевести рассказ ученого о самом себе на другой язык, включить автобиографические данные в историко-научный контекст, лежащий за пределами видения исследователя какой-либо предметной области (физики, физиологии и т. д.), каким бы дальновидным он не был.

Хотя Кеннон и назвал свою автобиографию «Путь исследователя», его путь как физиолога и исследователя научных проблем в этой книге по существу не прослеживается. О сделанном им в физиологии говорится лишь попутно, в связи с обсуждением вопросов, которые мы сегодня называем науковедческими, а именно в ходе размышлений о психологической готовности человека к занятиям наукой, о соотношении индивидуального и коллективного в исследовательском труде, о типологии ученых и др.

Сам он относит себя к тем научным работникам, для которых характерен последовательный — шаг за шагом —

переход от одной проблемы к другой под влиянием, как он пишет, «фактов, подсказываемых наблюдениями» [1, стр. 92].

Эта категория ученых противопоставляется другому типу исследователей, интересы которых смещаются на новые объекты под впечатлением открытий в других областях, что может вытекать, как он полагает, из моды в науке [1, стр. 91].

Свои главные достижения Кеннон представил в следующей сводке: «Ранние наблюдения над моторной деятельностью пищеварительного тракта обнаружили его заметную чувствительность к эмоциональному возбуждению. Приостановка этой деятельности при возбуждении привела к изучению других телесных изменений, связанных с сильными эмоциями и вызываемых нервными импульсами со стороны симпатической системы. Продолжение телесных изменений в течение некоторого времени после прекращения эмоционального расстройства пробудило интерес к контролю со стороны надпочечников. Они выделяют адреналин — вещество, которое может производить эффект, идентичный вызываемому посредством симпатических импульсов. Хирургическое удаление симпатической системы показало, что лишенные ее животные не способны сохранить обычно свойственное им сопротивление нарушению стабильности внутренних условий тела. Из этих результатов вышло понятие о том, что симпатическая система поддерживает устойчивое состояние жизни организма, стремясь сохранить гомеостазис. Когда система удаляется, химические вещества, выделяемые окончанием симпатических нервов, исчезают. Этот результат открыл другое поле для исследований, относящееся к химическим посредникам между нервами и иннервируемыми ими органами. Единственным вторжением в эту серию исследований явилось изучение проблемы раневого шока, в разработке которой возникла настоящая потребность в годы первой мировой войны» [1, стр. 91].

Разделяя свой «Путь исследователя» на возрастные периоды, Кеннон указывает, что с 26 до 40 лет он занимался физиологией пищеварения, с 40 до 46 — физиологией эмоций, затем — проблемой шока. До 59 лет его главная тема — механизмы, посредством которых поддерживается стабильное состояние внутренней среды орга-

низма (учение о гомеостазисе), с 59 до 68 лет — медиаторы — химические агенты, посредники между нервами и иннервируемыми органами, и, наконец, в развитие этих исследований проводилась новая серия экспериментов. Их цель состояла в том, чтобы выяснить, какова чувствительность к медиаторам у изолированных тканевых элементов, лишенных нервного контроля. На 71-м году жизни Кеннон обратился к совершенно новой области — электрофизиологии коры головного мозга. Однако эту линию исследований ему продолжить не удалось.

Чем была обусловлена последовательность перехода от одной темы к другой? Какие обстоятельства изменяли содержание работ Кеннона и его лаборатории? Ответ самого Кеннона мы уже знаем. Он был убежден, что движущей силой являлись «факты, подсказываемые наблюдениями». В действительности же, поворотные пункты творчества определяются сменой проблем. Ведь наблюдение приобретает смысл научного лишь тогда, когда отвечает на вопрос, задаваемый естествоиспытателем природе.

Эволюция же проблем уводит нас в область, имеющую собственные закономерности, — область логики развития науки, ее различных направлений, в разработку которых включался Кеннон.

Бряд ли кто-либо отважится утверждать, что, не будь Кеннона, физиология никогда не узнала бы об «эмергентной» функции надпочечников или о механизмах гомеостатических регуляций. В кенноновском творчестве отчетливо различается несколько периодов. Кеннон переходил от одного направления к другому: от изучения пищеварения к вегетативной системе, от нее — к эндокринной, затем — к кровообращению, медиаторам, функциям головного мозга и т. д. Каждое из направлений имеет свои традиции и динамику развития, которые могут быть описаны безотносительно к характеристикам деятельности и личности конкретных исследователей, занимавшихся этими проблемами. Здесь выступает один из аспектов науки — предметно-логический, где самое важное — ценность идей и открытий в их отношении к реальности, к ее объективным свойствам и законам. Достижения в познании этой реальности кристаллизуются в научных понятиях и категориях, становятся всеобщим достоянием. Приступая к работе в любой области, ученый подчиняется проблемной ситуации, сложившейся в науке.

Кеннон предполагал, что его путь определялся диктатами эмпирии: он будто бы переходил от одной темы к другой по велению фактов. Однако его же собственные разъяснения показывают, что сами факты и экспериментальные модели, с помощью которых они добывались, зависели от сложного соотношения сил в научном сообществе.

Своим важнейшим открытием он считал установление того, что при эмоциональном возбуждении активируется деятельность надпочечников. Между тем вскоре после сообщения об этом физиологи из другой лаборатории отвергли кенноновский вывод. Разгорелась длительная дискуссия. Кеннону рекомендовали прекратить ее, пока он не сможет найти более веские экспериментальные доказательства [2, стр. 39]. В поисках их он изобрел денервированное сердце — модель, благодаря которой не только подтвердил прежний результат, но и вскоре перешел в новую область физиологии.

В качестве другого примера можно привести переключение его интересов на эксперименты над головным мозгом, обусловленное потребностью в критике гипотезы Джемса—Ланге об эмоциях, сторонником которой его считали другие физиологи.

Но не только непрерывное взаимодействие с другими людьми науки являлось социальной детерминантой его творчества. Мир науки изначально зависит от общественно-исторического процесса в целом.

На примере творчества Кеннона можно убедиться в том, что такие кажущиеся совершенно внешними по отношению к логике физиологического познания события, как первая мировая война или экономический кризис, потрясший капиталистический мир в начале 30-х годов (а не лабораторные «факты, подсказываемые наблюдениями»), привели к смене одной программы его исследований другой.

Так, работы по шоку, представлявшиеся Кеннону отклонением, оказались важным звеном в цепи его трудов, приведших к главной вершине — учению о гомеостазисе. Ибо именно при исследовании проблемы шока на передний план выступила идея о крови как внутренней среде, для сохранения постоянства которой необходимы специальные механизмы.

Итак, перед нами выступили две детерминанты истинного ученого: предметно-логическая и социально-научная,

анализ которых показывает, что мнение Кеннона, будто своеобразие его пути исследователя определили «факты, подсказываемые наблюдением», является иллюзорным. В действительности, его творческие искания (как и любого исследователя) направляли запросы логики развития науки.

Что же в таком случае, вправе спросить читатель, остается на долю личности как таковой, на долю главного героя биографии ученого? Ведь логика развития науки не зависит от индивидуального своеобразия ее отдельных агентов. Можно, скажем, написать историю любого из направлений, в разработке которого участвовал Кеннон, не интересуясь, как он жил и работал, кто его окружал, какие общественные функции выполнял, каков был смысл его занятий за пределами этого направления и т. д.

Существует не только логика развития науки, но также логика развития личности — самобытной и неповторимой. Лишь в их взаимодействии возникают «вспышки гения». Личностный, субъективный фактор является столь же неотъемлемой переменной прогресса научного познания, как и факторы логического и социального порядка. Биография призвана удовлетворить потребность в особом знании, не восполнимом никаким другим.

Кеннон писал: «Биография представляет специальный интерес, так как раскрывает влияния, от которых зависит жизнь людей, рассказывает, как они справлялись со своими проблемами» [1, стр. 203].

## Глава первая

---

### Вехи жизни

Предки Кеннона по материнской линии жили в Канаде, они были французами, а по отцовской — ирландцами. В свое время они прошли за дорожными возами большую часть страны, борясь со всеми трудностями «дикого Запада». Семейство деда Кеннона носило фамилию Карнахан (Carnahan). Впоследствии фамилия приобрела упрощенное звучание — Кеннон и стала соответственно писаться Cannon. Потомок этого рода — отец будущего физиолога — Кольберт Ханчетт Кеннон обосновался в маленьком городке Запада Прери дю Шьен (штат Висконсин) в верховьях Миссисипи. Здесь он встретил молодую учительницу Сару Денио. Они поженились. Их первым ребенком был Уолтер Бредфорд. Он родился 19 октября 1871 г.

Отец Кеннона устроился на железной дороге. Это был угрюмый человек, испытывавший неудовлетворенность из-за материальных затруднений, помешавших ему стать фермером или врачом. Интерес к сельскому хозяйству и медицине побуждал его выписывать книги и журналы по этим вопросам. Сам факт упоминания об этом Кенноном говорит, что указанная литература не прошла мимо внимания мальчика. Незаурядность отца сказалась и в том, что он, как и его брат-инженер, занимался изобретательством, конструировал небольшие приборы и технические приспособления. Иногда он работал в присутствии маленького Уолтера, для которого самым светлым воспоминанием детства остались минуты, когда отец учил его с помощью столярных инструментов мастерить различные игрушки. Готовые игрушки мальчику не покупались. Изготавливать их он должен был сам. И хотя Кеннон прос-

лавился впоследствии не техническими, а научными достижениями, выработанное в детстве умение делать все собственными руками оказалось очень полезным. В лабораторной работе необходимы изобретательность и техническая сноровка, «умелые руки», благодаря которым Кеннон стал мастером физиологического эксперимента. Отсутствие готовых игрушек и потребность в том, чтобы самому их конструировать, пробудили у ребенка первые творческие переживания.

Описывая особое состояние «инсайта» — догадки, неожиданного «озарения» и отмечая, что подобное состояние, характерное для творческого решения, может возникнуть во сне, Кеннон на склоне лет вспоминал, что уже в детстве, пытаясь наладить сложную игрушку [1, стр. 56], он нередко во сне догадывался, как это сделать.

Если отец был суровым человеком, впадавшим порой в глубокую депрессию, то мать отличалась мягкостью характера и нежностью. Когда Уолтеру было 10 лет, она скончалась от пневмонии, напутствуя его словами: «Будь добрым для мира».

Этот завет матери, подчеркивал Кеннон, стал для него на всю жизнь священным.

Уолтер Мик — автор лучшего биографического очерка о Кенноне — по этому поводу пишет: «Я убежден, что влиянием матери объясняются многие социальные и философские установки Кеннона, проявившиеся у него в последующие годы» [2, стр. 26]. Высказывая это мнение, Мик следует так называемому биографическому методу, который ищет в деталях индивидуально-неповторимой биографии творческой личности ключ к ее идейно-научным установкам и достижениям.

Между тем философская направленность мышления Кеннона, его убеждения определялись своеобразием его эпохи, запросами логики развития науки, конкретно-исторической ситуацией. Завет «быть добрым для мира, для других людей» является слишком общим и неопределенным, чтобы выводить из него особенности мировоззрения Кеннона, хотя, возможно, некоторые черты его характера и начали складываться в детском возрасте под влиянием матери.

Уолтер обучался в начальной школе. Отец, полагая, что мальчик занимается недостаточно прилежно, забрал



его из школы и отправил работать в контору на железной дороге.

Два года службы имели, по мнению Кеннона, для него положительное значение в том отношении, что приучили ценить и экономно расходовать время. В 1888 г. юноша поступил в среднюю школу в Сан-Пауло, закончив четырехгодичный курс за три года.

Об этих годах Кеннона сохранилось мало сведений. Юность Уолтера проходила не только в классах. Он занимался многими видами спорта, которыми увлекалась молодежь: теннисом, бейсболом, туристскими походами. Зимой — коньки, лыжи, хоккей. Плавание на каноэ, восхождение на горы, путешествия стали любимыми видами отдыха Кеннона на многие годы. Из-за перерыва в учении он был старше своих товарищей и в интеллектуальном плане более зрелым, чем они. Объясняется это не только тем, что до поступления в школу он совмещал службу с самообразованием (воспользовавшись библиотекой отца, прочитал множество книг по различным теологическим и философским вопросам), но и пережитым им в этот период духовным кризисом.

Отец строго придерживался религиозных убеждений, требуя этого же от семьи. Как и его предки, он был кальвинистом. Кеннон усердно читал труды кальвинистских авторов. Изучение теологической литературы зародило в юноше сомнения, которыми он поделился с пастором, надеясь получить от него объяснение. Но тот грубо его оборвал, сказав, что молодой человек не имеет права критиковать больших ученых, поддерживающих церковь. Уолтер был потрясен. Вспоминая об этом эпизоде через много лет, он писал, что именно ответ пастора пробудил в нем ощущение права на собственное, независимое суждение [1, стр. 16]. Если бы, говорил Кеннон, это ощущение не захватило его столь глубоко, он проявил бы безразличие к реакции пастора и все трудности сгладились бы сами собой. Но такая реакция ввергла Уолтера в тяжелый внутренний конфликт и способствовала его разрыву с религией.

На этой почве осложнились отношения молодого Кеннона с отцом, который долго не мог смириться с происшедшим и лишь впоследствии терпимее относился к тому, что Уолтер стал убежденным атеистом. Новая личностная позиция Кеннона имела значение для его становления

как исследователя. Протестантская религия, под знаком которой его предки осваивали новый континент, поощряла опору на собственные силы, самостоятельность, предприимчивость, изобретательность во всем, что касалось торговых и промышленных дел, прибыли и накопления. Но она не могла допустить свободу и независимость индивида по отношению к ней самой, к ее догматам. Между тем критическое отношение к любому убеждению, любой идее — необходимая предпосылка научного мышления, ничего не приемлющего без доказательств и проверки.

Эта рационально-критическая установка зародилась, как видно, у Кеннона в противовес религиозным запретам задолго до занятий наукой. Забросив теологические сочинения, он зачитывается Томасом Гексли — несравненным полемистом, противником идеалистического понимания живой природы и места человека в ней.

Кеннон увлекался и другими авторами — популяризаторами естественнонаучных идей. Он знакомится с принципами причинного объяснения мироздания, приобщается к эволюционному учению Дарвина, ставшему в дальнейшем основой его физиологического мышления. У него нарастает интерес к науке и желание учиться дальше — идти в колледж.

Наряду с книгами на выбор Кеннона, как он вспоминал, повлияли уроки преподавательницы английской литературы мисс Нельсон, которая прививала своим питомцам критическое отношение к окружающему, самостоятельность мысли [1, стр. 16]. Случайная встреча с одним из выпускников Гарварда склонила Кеннона поступить именно в это учебное заведение. Студент становится исследователем.

Гарвардский университет — старейший в Соединенных Штатах Америки был основан в 1636 г. Среди хлынувшего в ту эпоху в Новый Свет потока эмигрантов было много англичан, знавших Оксфорд и Кембридж и убежденных, что их дети также должны учиться в университете.

При организации колледжа в штате Массачусетс было решено построить его в новом городе близ Бостона и назвать Кембриджем. Проучившись независимо от будущей специальности 3—4 года, студенты получали степень магистра, а еще через 3 года — доктора.

В 1780 г. создается Гарвардская медицинская школа при госпитале континентальной армии в Бостоне. С этой школой оказалась впоследствии связанной вся научная карьера Кеннона.

В XIX в. университет перестраивается по образцу немецких. Особенно большие преобразования произошли после избрания в 1869 г. президентом университета Чарлза Эллиота. Он придал ему четкую структуру, реорганизовал медицинскую школу, оставшуюся на базе госпиталя в Бостоне. Должность профессора физиологии была введена в Гарварде в 1871 г. Ее занял ученик знаменитого Карла Людвиг — Генри Боудич, преемником которого впоследствии стал Уолтер Кеннон.

В 90-х годах студенты могли изучать в колледже столько курсов, сколько хотели. За 4 года Кеннон прослушал 22 курса — еще одно свидетельство разносторонности его интересов.

В 1896 г. он окончил колледж и получил степень магистра искусств. Затем поступил в Гарвардскую медицинскую школу, которую окончил в 1900 г. со степенью доктора наук.

Получив от отца минимальную материальную помощь (Кеннон пришел в Гарвард со 180 долларами), он, хотя и привык жить очень скромно, все же был столь стеснен в средствах, что ему приходилось подрабатывать. Деловитость, умение ценить время и сосредоточиться на самом существенном — эти качества, развитие которых стимулировала его прежняя служба на железной дороге, позволили совмещать учебную деятельность с трудовой и даже улучшать минуты для занятий любимыми видами спорта. Со студенческих лет удивительная организованность, целеустремленность и в особенности бережливость в отношении ничем не восполнимого времени определили стиль работы, образ жизни Кеннона. Концентрированность на наиболее важном в сочетании с широтой интересов отличала характер его исследований на протяжении всего творческого пути. Но и до того, как Кеннон вышел на этот путь в качестве физиолога, в его характере и поведении уже сложились некоторые личностно-психологические установки, обусловившие продуктивность его собственно научных занятий. Эти установки заслуживают специального внимания, поскольку в формировании ученого им принадлежит не менее важная роль, чем обога-

щению ума познаниями, приобщению к достижениям данной дисциплины и т. п.

Касаясь семейных традиций и обстоятельств жизни своих предков, Кеннон подчеркивал, что готовность идти на риск, предприимчивость и решительность, инициативность необходимы людям науки в не меньшей степени, чем тем, кто отважился обживать Новый Свет. Настоящее пионерство — в лабораториях.

Здесь зона возможностей для нового опыта неизмеримо шире, чем когда бы то ни было в истории изучения Земли и океана [1, стр. 30].

Он сам, как мы увидим, был во всем пионером — мужественным и изобретательным, находчивым и упорным в достижении серьезных целей. Рассказ о собственном происхождении и семейных традициях послужил для Кеннона поводом отвергнуть представление, сводящее развитие исследователя к его интеллектуальным успехам. За каждой вновь добытой научной истиной стоит самоотверженная и мужественная личность.

Наибольшее влияние на Кеннона оказали в период обучения в Гарвардской медицинской школе анатом и генетик Чарлз Давенпорт, зоолог Джордж Паркер и знаменитый Уильям Джемс. Некогда Джемс был преподавателем физиологии, затем он занялся психологией, став в Соединенных Штатах Америки лидером этого нового направления исследований. В 1890 г. вышел приобретенный огромную популярность первый том его «Основ психологии».

Джемс выступил против господствовавшего в Западной Европе структурализма в психологии, главой которого был Вундт, создавший в Лейпциге лабораторию, а затем Институт экспериментальной психологии. Вундт и его последователи считали, что задача новой науки состоит в том, чтобы с помощью эксперимента самонаблюдения (интроспекции) выделить исходные психические элементы и способы их сочетания (структурирования) в сознании субъекта. Джемс считал эту позицию искусственной, игнорирующей реальные функции сознания, которые, согласно его учению, состоят в том, чтобы обеспечить приспособление организма к среде.

Функциональный подход и принцип адаптации целостного организма к условиям существования переносился тем самым из биологии, развивавшейся под знаком эво-

люционного учения, в психологию. Этот общий подход, как мы увидим, несомненно, оказал влияние на Кеннона, когда он перешел к изучению таких интегральных приспособительных реакций живых существ, как эмоции<sup>1</sup>.

В годы, когда Кеннон стал студентом в Гарварде, Джемс со все меньшим энтузиазмом относился к психологии, увлекшись философскими проблемами. Влияние блестящих лекций Джемса на молодого Кеннона было столь значительным, что студент решил посвятить себя философии. Он вспоминал, как однажды, сопровождая возвращавшегося домой Джемса, советовался с ним по этому поводу.

Однако профессор порекомендовал ему «наполнить свои паруса другим ветром». Кеннон последовал этому совету и отправился к профессору физиологии Генри Боудичу.

Генри Пиккеринг Боудич (1840—1911), к которому пришел студент первого курса Кеннон, заложил основы экспериментальной физиологии в Соединенных Штатах Америки. Сам выпускник Гарвардской медицинской школы, Боудич после нескольких лет работы в главном физиологическом центре Европы, каковым в конце 60-х годов стал Институт физиологии в Лейпциге, руководимый Карлом Людвигом, по возвращении на родину организовал в Гарварде в 1876 г. кафедру физиологии с лабораторией, где успешно разрабатывались такие экспериментальные темы, как свойства сердечных нервов, изменение под влиянием различных факторов кровяного давления и др.

Через много лет, будучи руководителем этой лаборатории, Кеннон назвал себя сыном Боудича, а поскольку Боудич прошел школу экспериментальной физиологии у Людвиг — внуком последнего. По этому поводу сотрудница Кеннона Ц. Дринкер заметила: «Мы привыкли искать влияния, которые дают начало научной карьере человека, достигшего больших результатов. Обычно усилия приводят к крайне искусственному синтезу, не соответст-

---

<sup>1</sup> Вместе с тем впоследствии, в 20-х годах, Кеннон выступил с критикой теории эмоций Джемса именно потому, что она игнорировала адаптивный смысл этих психических проявлений.

вующему тому, что представляет человек, о котором идет речь» [2, стр. 31]. Дринкер хотела подчеркнуть, что карьеру Кеннона определил не Боудич, а он сам.

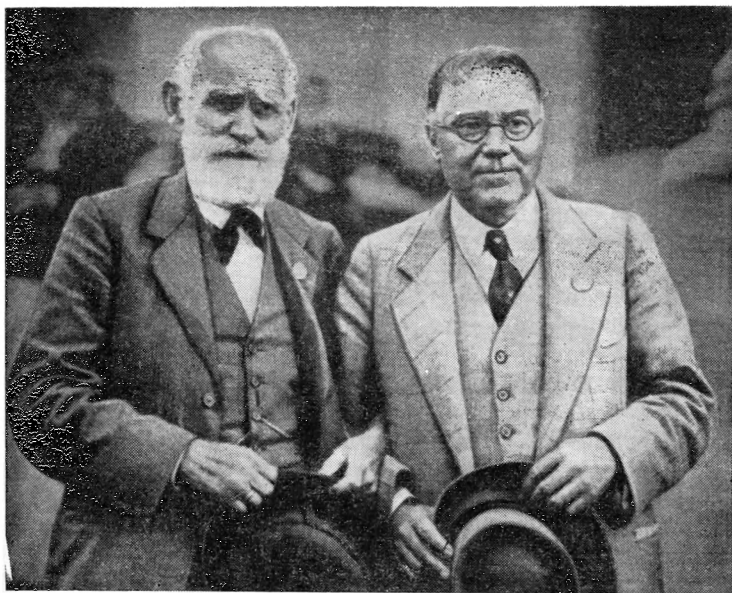
Оригинальность склада мышления Кеннона несомненна. Он не следовал за Боудичем ни в проблематике, ни в способах ее исследования и интерпретации. Однако неправильно было бы игнорировать роль традиции в развитии исследователя, который является инициатором нового научного направления. Именно благодаря приобщению к этой традиции становится возможным ее преодоление и преобразование устоявшихся методов и концепций соответственно требованиям новой фазы в развитии научного познания.

Без преемственности нет революционных сдвигов в науке. Не овладев достижениями экспериментальной физиологии предшествующего периода, Кеннон не вышел бы на новые пути. Почва для него была подготовлена. Ему не приходилось вырабатывать представления, с проверки которых начался его собственный поиск. Когда студент Кеннон пришел к Боудичу за темой, тот предложил ему проверить теорию Кронекера—Мельцера о механизме глотательных движений. Очевидно, что это задание само по себе сразу же вводило начинающего исследователя в русло традиции, в сферу накопленных к тому времени представлений о физиологических процессах, связанных с пищеварением.

В тот период (90-е годы) широкую известность приобрели работы И. П. Павлова по пищеварению. Они были посвящены в основном секреторным функциям органов пищеварения. Кеннону же Боудич предложил заняться двигательными функциями, притом Кеннон, по совету Боудича, начинал не с новой гипотезы, а с нового метода.

В дальнейшем, касаясь вопросов формирования личности ученого, Кеннон указывал на важность культивирования творческих способностей в студенческий период.

Он называл имена биологов, сделавших крупные открытия в этот период. К этим именам он по праву мог бы присоединить и собственное. Он упорно и тщательно работал, испытывая материальные трудности, на которые он никогда не жаловался. Сохранились в музее Бомона в Прери дю Шьен длинные листы бумаги, с тщательной



*И. П. Павлов и У. Б. Кеннон в 1923 г.*

записью контуров желудков подопытных животных, проглотивших специальный висмутовый завтрак<sup>1</sup>. Эти записи крайне стесненный в средствах Кеннон сделал на плохой бумаге.

В 1898 г. появилась публикация о выполненной работе в «Американском журнале физиологии»<sup>2</sup>. Исследования шли полным ходом на протяжении ряда лет и завершились монографией «Механические факторы пищеварения» (1911), поставившей Кеннона в ряд классических исследователей в этой области физиологии. Книга была посвящена Боудичу, с которым Кеннон продолжал работать и после получения степени доктора медицины.

<sup>1</sup> Пионером применения этого метода считают немецкого ученого Ридера (Rieder), но он использовал его лишь через 7 лет после Кеннона.

<sup>2</sup> Первая научная статья Кеннона появилась за год до того (в соавторстве с проф. Давенпортом). Она называлась «Детерминация направления и скорости движения организма посредством света».

Сперва Кеннон занимал должность профессора-ассистента, а с уходом Боудича в отставку (1906) Кеннон становится профессором и руководителем лаборатории. За несколько лет до того Кеннон женился на Корнелии Джеймс, с которой познакомился еще в годы обучения в средней школе в Сан-Пауло. Брак был очень счастливым. Корнелия стала ближайшим другом Кеннона, матерью прекрасно воспитываемых пятерых детей. Она приобрела также известность как талантливая писательница и автор интересных работ по педагогике.

С большой теплотой Кеннон описывает свои путешествия с женой на каноэ по Миссисипи, а также совместные альпинистские походы, один из которых, сопряженный с большим риском, завершился восхождением на вершину, нанесенную впоследствии на карту под именем «гора Кеннон».

Оптимизм и общительность Кеннона, его доброта в сочетании с большой требовательностью, прежде всего к самому себе, импонировали окружающим, постоянно привлекали к нему научную молодежь, притом не только из среды физиологов. Его самым близким другом стал философ Рольф Перри. Он тесно сошелся также с известным биологом и психологом Робертом Иерксом, психиатром Эрнстом Сотардом и др. Они входили в группу молодых преподавателей, образовавших частный клуб, члены которого собирались в бостонском отеле на собеседования, где кто-либо из них выступал с докладом о достижениях в той области знания, которой он занимался.

Так как молодые исследователи работали в различных науках, то благодаря дружескому общению они находились в курсе движения широкого фронта научного знания. Сложившиеся тогда узы дружбы и впоследствии сохранили прочность.

В первые же годы профессорства вокруг Кеннона группируются ученики, преимущественно его студенты. Затем в лаборатории стали появляться практиканты из других стран. Всего за свою профессорскую деятельность Кеннон подготовил свыше 50 физиологов из 17 стран мира. Ему принадлежат большие заслуги в реформе университетского преподавания физиологии: как практических занятий, так и лекционных курсов. В конце 90-х годов студенты обучались преимущественно лекционным



методом. Бóльшая часть занятий уходила на слушание лекций о человеческой природе, болезнях, диагнозе и т. д.

Основной формой работы являлось записывание и выучивание конспектов. Кеннон радикально изменил способ обучения. Наблюдая, с каким рвением и интересом его друзья, готовые стать юристами, обсуждают отдельные эпизоды из судебной практики, насколько это их захватывает, он пришел к мысли применить аналогичный «метод случаев» и в занятиях по физиологии. В качестве основного материала были использованы уже опубликованные в печати сообщения из клинической практики. Кеннон разбирал их на занятиях, организуя дискуссию между студентами о возможных причинах заболеваний, методах лечения и т. д.

Преимущество такой системы он видел не столько в том, что она интереснее, чем усвоение лекционного материала, сколько прежде всего в том, что она учит не фактам и идеям самим по себе, а тактике поведения в конкретных случаях. Она, писал Кеннон, учит мудрости, ибо мудрость и есть не что иное, как адекватный конкретной ситуации способ действия. [1, стр. 88]. «Метод случаев», предложенный Кенноном, в дальнейшем получил широкое распространение в американских колледжах. Ряд методических новшеств Кеннона нашел отражение в подготовленном им практикуме по физиологии, неоднократно переиздававшемся. В этом практикуме идея «метода случаев» сказалась в том, что в качестве материала для усвоения основных физиологических закономерностей были отобраны классические опыты из истории науки.

Курс лабораторных занятий, проводимых Кенноном, включал множество демонстраций и самостоятельных студенческих работ. Это резко отличало физиологический практикум, введенный Кенноном, от той программы преподавания физиологии, которая была в Гарвардской медицинской школе при его предшественнике — Боудиче.

В предисловии Кеннон подчеркивал, что назначение практических занятий по физиологии не только в наглядных доказательствах того или иного физиологического закона, но также и в том, чтобы овладеть методиками, необходимыми для становления научного работника. Эксперименты, рекомендуемые в практикуме, рассчитаны на

то, чтобы студенты могли дать ответ на основные вопросы:

1. Какой вид активности присущ данному органу или ткани?

2. Как определенные факторы изменяют эту активность?

Кеннон рекомендовал следующую методику проведения лабораторных занятий: весь курс первоначально работал 3 недели над экспериментами, касающимися первых двух, указанных выше разделов физиологии. После этого курс делился на 4 группы и каждая последовательно занималась четырьмя разделами лабораторных работ: 1) нервная система и рецепция; 2) гемопиркуляция; 3) жидкие среды тела; 4) метаболизм и дыхание. Группы выполняли эксперименты каждого раздела поочередно. Этому сопутствовали обсуждения и конференции.

Первый раздел практикума приобщает студентов к методикам исследований (виды раздражения тканей, их реакции, регистрация мышечных сокращений). Второй раздел посвящен изучению мышечных сокращений (используются лягушки, иногда черепахи, например, для демонстрации закона Боудича «все или ничего» на мышце сердца).

В третий раздел включено несколько работ, касающихся проведения возбуждения по нерву, и значительное количество заданий, рекомендуемых для исследования центральной нервной системы. Для демонстрации предложен опыт Шеррингтона с реципрокной иннервацией, проводимый на кошке, выявляющий децеребрационную ригидность. Кроме того, студенты выполняют опыты на лягушках, наблюдая кровообращение в сосудах брыжейки и применяя разнообразные воздействия: перерезку спинного мозга, раздражения нервов и т. д. Большое значение придается изучению дермографизма у людей.

В разделе «Секреция» исследуются пищеварительные соки, раздражение нервов слюнных желез с целью наблюдения секреции. Интересно отметить, что приводится работа Шеповальникова (из лаборатории И. П. Павлова), в которой сравниваются переваривающие действия панкреатического сока на фибрин в присутствии экстракта из слизистой двенадцатиперстной кишки и в его отсутствие. Цель опыта — доказать наличие энтерокиназы и ее активирующее влияние на трипсиноген.

В раздел «Пищеварение» включены только острые опыты, позволяющие наблюдать моторику желудка и кишечника при вскрытой брюшной полости у анестезированного животного, раздражая при этом блуждающий и симпатические нервы и проводя химический анализ пищеварительных соков.

Проходя раздел «Жидкие среды и тела и их регуляция», студенты исследуют газы крови, применяя газовый насос и аппарат Ван-Слайка. Широко используются методы биофизического анализа насыщения крови  $O_2$  и  $CO_2$  при их различном парциальном давлении.

Раздел «Метаболизм» требует определить основной обмен с помощью методики Холдейна, после чего проводятся вычисления различных показателей метаболизма.

Следующий раздел «Внутренняя секреция и регуляция температуры». Рекомендуются наблюдения над панкреатомированной кошкой (объем вышиваемой воды и выделяемой мочи). С целью исследования функции надпочечника практиканты наблюдают результаты адреналэктомии у крыс, измеряя в основном температуру тела и чувствительность к инсулину. Рекомендуется оригинальная работа с раздражением симпатических нервов надпочечника кошки и регистрацией сокращения ее мигательной перепонки.

Оценивая практикум Кеннона, следует подчеркнуть, что он позволяет широко и всесторонне изучить различные функции организма. В нем содержится свыше 500 задач для студентов, среди которых есть объемные и очень сложные демонстрации — острые опыты и множество мелких работ-наблюдений, несложных кратковременных опытов.

Большинство этих небольших и доступных для студентов экспериментов отсутствует в известных нам практикумах, вышедших в эти годы и позже в СССР и европейских странах. Некоторые методики, у нас не распространенные или забытые, целесообразно было бы использовать для обучения студентов в наши дни.

Наряду с исследовательской и преподавательской работой Кеннон выполнял общественные поручения, являясь членом и казначеем Американского физиологического общества, а в 1914—1916 гг. избирался президентом этого общества. Тогда же он был избран членом Национальной академии США. Из социально важных начина-

ний, в которых он активно участвовал, следует особо выделить его борьбу с антививисекционистами.

В 1917 г., когда Америка вступила в первую мировую войну, Кеннон стал председателем комитета по физиологии шока и вскоре отправился в Европу, где работал совместно со многими выдающимися европейскими физиологами непосредственно в полевых условиях. Он изучал шок и методы борьбы с ним.

Входя в состав медицинской службы Американского военного корпуса в Европе, он получил военное звание, а в 1919 г. был награжден медалью.

Возвратившись на родину, Кеннон продолжал профессорствовать в Гарварде. Обобщая исследования и практический опыт работы в Европе в годы войны, Кеннон подготавливает книгу «Травматический шок» (1923). Но уроки войны повлияли на него и в другом плане. Он становится последовательным интернационалистом и приходит к убеждению, что именно наука способна сближать народы, предотвращать их конфронтацию, противодействовать решению социальных проблем путем истребления людей и создаваемых ими ценностей. Он не понимал, что истинные причины войны скрыты в природе эксплуататорского строя. Но его интернационалистские убеждения имели прогрессивную направленность и в дальнейшем привели его в ряды активных противников фашизма.

Эти убеждения повлияли и на характер работы его Гарвардской лаборатории в том плане, что она превращается в интернациональную школу физиологов, причем с особенной энергией Кеннон поддерживал приезжавшую к нему молодежь из стран, где господствовали реакционные режимы: из Испании, Аргентины, Чили, Бразилии, Венгрии. Общение с этой молодежью позволяло Кеннону знакомиться с социально-политической ситуацией в этих странах. Как человек дела, он не только интересовался происходившими в мире событиями, но стремился личным участием поддержать борьбу за свободу и прогресс.

В 1935 г. Кеннон вновь отправился за границу. Сперва он побывал в Китае. Он оказывал этой стране, ставшей жертвой японской агрессии, помощь путем сбора средств, отправки медицинского оборудования и теперь был рад непосредственно повидаться со своими китайскими друзьями, среди которых имелись и его ученики. Через Сибирь он отправился в Москву на Международный

физиологический конгресс. В Свердловске его ждал прибывший туда по просьбе И. П. Павлова доктор Андреев, сопровождавший Кеннона с супругой до Москвы, где их встретил И. П. Павлов. У Кеннона имелось множество друзей в различных странах мира, но И. П. Павлов среди них занимал особое место. Их сближение произошло при необычных обстоятельствах.

В 1923 г. Павлов приехал в Америку вместе с сыном Владимиром. После пребывания в Нью-Йорке отец и сын должны были осмотреть лаборатории Нью-Хейвена, а также Бостона, где работал Кеннон. В пустом вагоне поезда, уехавшего из Нью-Йорка, отца и сына ограбили. Оскорбленный и обескураженный, И. П. Павлов решил немедленно вернуться домой. С помощью Кеннона этот неприятный инцидент был сглажен, и И. П. Павлов смог выполнить первоначально намеченную программу своего путешествия по Америке. Будучи гостем Кеннона, он подробно ознакомился с его лабораторией и долгие часы провел в беседах с ним.

Вторично ученые встретились в 1929 г., когда Павлов, по приглашению Кеннона, приехал на Международный физиологический конгресс. Кеннон вспоминает, что И. П. Павлов был в центре внимания участников конгресса. Эти дни совпали с днем рождения И. П. Павлова, торжественно отмеченным в доме Кеннона. Вспоминая об этом дне, Корнелия Кеннон писала: «Павлова тепло приветствовали все члены нашей семьи. Пятеро детей, две сестры Уолтера и мой отец. Имя Павлова было им всем хорошо знакомо, и они были счастливы слушать его чарующие рассказы, ответить на его вопросы... Для детей он остался славой России, для взрослых же — великим ученым. Милого и учтвого старца долго будут помнить на этих солнечных холмах, которые он любезно почтил своим присутствием».

Кеннон, конечно, превосходно знал павловские работы по пищеварению. Ведь он много лет работал именно в этой области, где достижения Павлова давно уже были признаны классическими. И хотя Кеннон исследовал не секреторные, как Павлов, а двигательные механизмы пищеварения, он опирался на павловские идеи, использовал их, развивая собственную исследовательскую программу<sup>1</sup>.

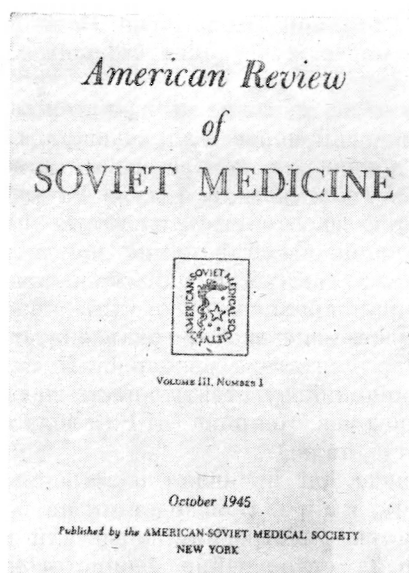
<sup>1</sup> Так, по аналогии с павловской «психической секрецией» он выдвинул тезис о «психическом тонусе» (см. ниже).

Но не только проблематикой исследований Павлов был близок Кеннону. Их объединяло стремление утвердить синтетический системный подход в физиологии, распространить объективный метод исследования на все функции, включая самые высшие. Оба неуклонно продвигались в этом направлении. Как мы дальше увидим, под влиянием павловских работ Кеннон внес существенные коррективы в свою первоначальную трактовку эмоций. Он выступил с критикой периферической гипотезы Джемса — Ланге и провел серию экспериментов над головным мозгом, выдвинув во втором издании своей книги «Телесные изменения при боли, голоде, страхе и ярости» (1929) положение о том, что субстратом эмоционального поведения служат кортикально-субкортикальные отношения. При этом в трактовке функций коры больших полушарий он полностью опирался на учение И. П. Павлова об условных рефлексах.

Когда был подготовлен к печати английский перевод «Двадцатилетнего опыта» (в английском варианте книга была названа «Лекции об условных рефлексах»), введение к книге написал Кеннон. Представляя Павлова западному читателю, он в сентябре 1928 г. писал: «Это полностью его заслуга — анализ с помощью научного метода законов поведения... Профессор Павлов скромнее в своих притязаниях. Он сознает, что новая, открытая им область науки необъятна. Она богата интересными возможностями. Она трудна для исследования. Для ее освоения потребуется многолетняя работа множества ученых.

Чудесный пример труда и преданности науке, который первооткрыватель показал в течение своей длинной жизни, может быть вдохновляющим для всех, кто будет следовать за ним и проникать дальше в неизвестное» [3, стр. 34].

Задолго до XV Международного физиологического конгресса И. П. Павлов, размышляя о том, кому предоставить право произнести вступительную речь, без колебаний остановил выбор на Кенноне. В день торжественного открытия конгресса на трибуну поднялся Кеннон. Его речь на первых порах была далека от физиологии. Он говорил о надвигающейся опасности фашизма, об общественных потрясениях, угрожавших цивилизации, о высоком предназначении ученых, и в частности о роли, которую призваны играть физиологи в борьбе за благополучие и



*Титульный лист журнала «Американское обозрение советской медицины», одним из редакторов которого являлся У. Кеннон*

счастье человечества. «Одни слушали его с энтузиазмом,— вспоминал Уолтер Мик,— другие — скептически, однако все понимали, что говорит великий научный идеалист»<sup>1</sup> [2, стр. 29]. В адрес Павлова Кеннон сказал: «Мы приносим нашему председателю дань восхищения и преданности не только физиологов, но и психологов — социологов и других исследователей науки о поведении, чьи труды стали плодотворными благодаря тем мыслям, методам и наблюдениям, которые дает нам так обильно «высшая нервная деятельность» профессора Павлова» [4, стр. 3].

В те дни чета Кеннонов гостила у Павловых в Колтушах под Ленинградом. После чудесных часов, проведенных на солнечной веранде, наступила пора разлуки. Корнелия Кеннон вспоминает: «Печальным было расстава-

---

<sup>1</sup> Имются в виду не философские взгляды Кеннона, а его борьба за высокие человеческие идеалы.

ние Уолтера. Когда он смотрел на Павлова, то не мог уже надеяться на то, что увидит его когда-нибудь вновь, и эта мысль причиняла ему боль».

Физиологические исследования, которые Кеннон вел в те годы, приобрели новую направленность. Это отразил его научный доклад на конгрессе, а также вышедшая вскоре книга (в соавторстве с Артуро Розенблютом) «Автономные нейроэффektorные системы» (1937). Теперь предметом изучения стало влияние на ткани и органы медиаторов симпатической и парасимпатической систем. Эта проблематика зародилась уже в предшествующий период его творчества, но в 30-х годах она становится для него как экспериментатора основной. К ней примыкало и изучение изменений чувствительности денервированных структур, приведшее Кеннона и Розенблюта к «закону денервации» (см. ниже).

Как и прежде, он проявлял обостренный интерес к происходившему в мире. Впоследствии он вспоминал, что его «антифашистские настроения нарастали по мере того, как он наблюдал становление фашистской диктатуры» («Дейли уоркер», март 1944 г.). Поглощенность научными занятиями не притупила его чувствительности к опасности, нависшей над цивилизацией, а поездки в Европу в начале 30-х годов укрепили убежденность в том, что американцам нельзя оставаться безразличными к событиям на этом континенте. Как свидетельствует один из близких к Кеннону людей, вернувшись в Соединенные Штаты Америки, «он предупредил нас об опасности фашизма». Это было еще в 1935 г.

К ситуации в своей собственной стране он относился критически. Он видел пороки капиталистического общества с его экономическими кризисами, массовой безработицей, бесправием трудящихся. Когда бежавший от нацистов австрийский фармаколог О. Леви стал превозносить Соединенные Штаты как образец демократии, Кеннон сдержанно встретил эти восторги. Слова Леви звучали резким диссонансом тому, что сам Кеннон несколько лет тому назад говорил и писал по поводу коренных изъянов капиталистического строя, где «бум сменяется депрессией, голод — изобилием, сверхурочная работа — вынужденным бездельем» [5, стр. 35], где «люди не имеют права на труд и на то, чтобы заработать свой хлеб» [5, стр. 46]. С началом фашистской агрессии против Со-



ветского Союза его симпатии целиком и безраздельно на стороне нашего народа.

Выйдя на пенсию, Кеннон, как мы отмечали, оставил Гарвард и принял приглашение в Нью-Йоркский университет на должность профессора-консультанта. Затем он на некоторое время выехал в Институт кардиологии в Мексику, где совместно со своим любимым учеником Артуро Розенблютом приступил к серии исследований по электрофизиологии головного мозга. Он предвидел большую перспективность этого нового направления, но разрабатывать его оставил другим. Возвратившись из Мексики домой, Кеннон по совету друзей взялся за книгу «Путь исследователя». Однако силы его покидали, и он скончался во Франклине (Нью-Хемпшир) от лейкемии, осложненной пневмонией, 1 октября 1945 г.

## Глава вторая

---

### Изучение У. Кенноном двигательной функции пищеварительного тракта

Под патиском ученых-экспериментаторов организм на протяжении предшествующих веков постепенно раскрывал свои тайны. Физиология обогащалась представлениями о механизмах деятельности разных систем. Разумеется, фронт исследований не был ровным: в исследованиях одних систем физиологии преуспевали больше, других — меньше<sup>1</sup>.

Более 200 лет назад исследователи стали понимать, как работает сердце, как и какими путями осуществляется движение крови по сосудам. Большую роль в открытии закономерностей деятельности сердечно-сосудистой системы сыграли работы Уильяма Гарвея. Небольшая книжечка «*Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus*», вышедшая в 1628 г., вызвала переворот в представлениях о строении и роли сердца, о движении крови в организме. Общая картина кровообращения была дополнена открытием капилляров (Мальпиги), измерением кровяного давления (Хеллс) и др.

Физиология дыхания оказалась не менее удачливым разделом науки. В XVII в. Роберт Бойль, Р. Лоуер, а столетие спустя Дж. Пристли, Альбрехт фон Галлер и др. в основном правильно поняли механизм дыхательных движений, сущность дыхания как процесса, в котором сочетаются присоединение и отдача кровью вещества, необходимого для жизнедеятельности тканей. Естественно, что, когда Г. Сталь предложил гипотезу флогистирования и дефлогистирования, она нашла благоприятную поч-

---

<sup>1</sup> Читатели, интересующиеся вопросами истории физиологии, могут почерпнуть сведения из ряда источников [1—3].

ву в умах ученых, подготовленных к принципиальному существованию некоего подобного вещества. Гипотеза флогистона была опрокинута Лавуазье, и вскоре были сформулированы правильные понятия о физических и химических основах переноса кислорода из альвеолярного воздуха ткани и углекислого газа в обратном направлении.

Одновременно в начале XIX в. Легаллуа и Флюранс в своих экспериментах «нащупали» локализацию дыхательного центра в продолговатом мозгу. Таким образом, физиология дыхания оказалась разделом, исследование которого проводилось эффективно и довольно рано способствовало формированию правильного представления о функции в целом.

Несколько иначе обстояло дело с исследованием процессов пищеварения. Пищеварение не могло быть понято без знания химических превращений пищи под действием пищеварительных соков. Уровень развития химии на протяжении XVIII столетия не позволял осуществить всесторонний и полноценный качественный и количественный анализ пищеварительных соков и состава пищевых веществ. Кроме того, закономерности в деятельности пищеварительного тракта плохо поддавались изучению в условиях острого опыта. В остром опыте, когда животное находится под наркозом, а тот или иной отдел пищеварительного тракта вскрыт и слизистая оболочка обнажена, нарушается и выделение пищеварительных соков и двигательная функция травмированного отдела. Для того чтобы сделать закономерности пищеварения достоянием физиологов, понадобился гений И. П. Павлова. Павлов, разработав фистульный метод исследования органов пищеварения, не только описал основные закономерности деятельности разных отделов пищеварительного тракта, но также открыл путь к их изучению другим ученым. Это произошло на рубеже XIX и XX столетий. До конца же XIX в. физиология пищеварения в основном довольствовалась отдельными открытиями. Эти открытия были порой выдающимися.

В истории науки известны примеры, когда научное открытие или оригинальный опыт являлись как бы «выхваченными из грядущих веков», опережая свое время. К таким опытам можно отнести операцию фистулы поджелудочной железы, которую еще в 1664 г. проделал Рене Грааф — французский анатом и физиолог. Без нар-

коза и прочих, необходимых для современного эксперимента условий он вскрыл у собаки брюшную полость, отпрепарировал протоки поджелудочной железы в месте их впадения в двенадцатиперстную кишку и вывел трубку, введенную в главный проток, в кожную рану. Пользуясь этой фистулой, Грааф исследовал выделяемый железой сок. Разумеется, в тот период не было достаточного арсенала химических реактивов, позволяющих выявить природу его компонентов. Но сам факт такого эксперимента весьма замечателен. Спустя несколько десятилетий А. де Реомюр попытался составить представление о процессах, протекающих в желудке, весьма своеобразным способом, проводя наблюдение на птицах. Он заставил птиц заглатывать кусочки губки, привязанные к нитке. По прошествии некоторого времени, в течение которого губка находилась в желудке птицы, Реомюр извлекал ее и, отжимая содержимое, подвергал его химическому исследованию доступными для него методами.

Почти в те же годы Л. Спалланцани проделал опыты на себе самом. Они заключались в том, что ученый проглатывал маленькие мешочки из холста, предварительно заполненные разными пищевыми веществами: мясом, зерном, овощами. Мешочки перемещались по пищеварительному тракту, и пропитывающие их пищеварительные соки в разной степени переваривали находящиеся в мешочках вещества. Затем ученый находил мешочки в экскрементах, отмывал их содержимое и по оставшемуся веществу судил о процессах, которым данное вещество подвергалось в ходе своего перемещения по пищеварительному тракту.

Продолжая вспоминать уникальные эксперименты проделанные на заре развития физиологии пищеварения, нельзя не упомянуть о знаменитых опытах скромного армейского врача Уильяма Бомона над своим слугой, бывшим стрелком Алексисом Сен-Мартеном. Бомон родился в 1785 г. В 1812 г. он получил лицензию врача, и вскоре судьба закинула его в форт Кроуфорд на Верхней Миссисипи, в отдаленном и пустынном месте в штате Висконсин, которого в ту пору не коснулась цивилизация. «Жизнь была сравнима с жизнью Европы в фазе позднего каменного века» [4, стр. 11]. Населенные пункты строились в виде укреплений, так как часто подвергались набегам индейцев.

В июле 1822 г. Бомон был вызван посмотреть больного — жертву перестрелки. Пуля пробила брюшную полость и вошла в желудок. Бомон извлек ее и сделал все, чтобы спасти жизнь больного. Он ухаживал за ним, как сиделка. Разумеется, в те годы, когда не было ни пужных медикаментов, ни антисептических средств, выходить такого больного было нелегко. Однако рана в области брюшной полости не зажила: из отверстия тек желудочный сок и вываливалась пища. Говоря современным языком, у больного образовался незаживающий свищ. Бомон решил, что случай послал в его руки замечательный экспериментальный объект, и принял Алексиса в свой дом, где он охотно остался в качестве слуги. Бомон с удивительным энтузиазмом, огромной научной интуицией и скрупулезностью, которая сделала бы честь современным экспериментаторам, приступил к опытам. Эти опыты длились много лет и заключались в наблюдении за пищеварением в желудке Алексиса. Бомон организовал целую химическую лабораторию. Остается удивляться, каким образом в труднейших условиях, при отсутствии книг, оборудования, реактивов, консультаций пытливого исследователя удалось проделать огромную по значению работу. Впервые была приподнята завеса над тайнами деятельности желудка. Бомон получил ценнейший материал, которым до него никто не располагал, проявил массу изобретательности и природной смекалки, чтобы систематизировать добытые факты и сделать из них вполне научные выводы.

Наконец, в 1833 г. вышла тоненькая книжка, принадлежавшая перу Бомона и содержавшая данные его многолетних исследований. Она пазывалась «Эксперименты и наблюдения над желудочным соком и физиологией пищеварения» [5]. Книга вышла небольшим тиражом, без какой бы то ни было рекламы. Но тем не менее не прошло и года, как в Лейпциге появился перевод этой книжки. Четырьмя годами позже ее переиздали в Англии, в 1843 г. увидел свет французский перевод книги, а вскоре и русский. Бомон описал свои наблюдения, разбив их на семь глав. Вот их содержание: 1) О пище; 2) О голоде и жажде; 3) Об удовлетворении и насыщении; 4) О жевании, слюноотделении и глотании; 5) О переваривании пищи с помощью желудочного сока; 6) О продвижении пищи; 7) О состоянии слизистой оболочки.

В ходе изложения опытов автор сделал 51 утвержде-

ние и, по словам Харриса, автора большой статьи о Бомоне, «ни одно из этих утверждений не оказалось впоследствии опровергнутым».

Знаменательно, что в 1876 г. Клод Бернар оценил книгу Бомона как открытие новой эры в физиологии пищеварения. После Бомона за истекшее столетие было написано множество книг по физиологии пищеварения. По-видимому, большая часть из них «вышла из циркуляции» и пылится на библиотечных полках. Но книга Бомона все еще вызывает интерес.

Дальнейшая судьба врача Бомона и его пациента Алексиса Сен-Мартена складывалась следующим образом. Бомон умер в 1853 г., а Алексис, будучи приучен своим спасителем к гигиенической обработке раны и обладая вполне удовлетворительным здоровьем, женился, имел детей. Он поселился с семьей в Монреале. Здесь им заинтересовались врачи, в частности известный терапевт Уильям Ослер. Но Алексис больше никому не разрешал ставить опыты на своем желудке. Когда Алексис умер, Ослер просил его семью разрешить ему взять желудок покойного для микроскопических исследований, но ему было отказано в этой просьбе. Больше того, семья «перехоронила» Алексиса, сделав для него могилу на 8 футов глубже обычных. Так закончилась эта история о пациенте, послужившем для науки, и о враче, которому удалось провести столь важные для физиологии пищеварения исследования.

Конец XIX столетия явился по существу эрой научно-го становления физиологии пищеварения. К этому времени пищеварение стали изучать Клод Бернар во Франции, Карл Людвиг с его многочисленными учениками в Германии, Рудольф Гейденгайн, основавший в Бреслау одну из наиболее мощных лабораторий физиологии пищеварения. Апофеозом исследований пищеварительного тракта оказались работы И. П. Павлова, начатые в 70-х годах. В 1884—1886 гг. Павлов ставил эксперименты по физиологии кровообращения в лабораториях К. Людвиг в Лейпциге и знакомился с кафедрой физиологии, возглавляемой Р. Гейденгайном в Бреслау, в ходе своей командировки в Германию. Эти годы оживили его интерес к физиологии пищеварения. И. П. Павлов писал: «... тут же, главным образом по возвращении из-за границы, я начал работы по пищеварению, давшие мне впоследствии поря-

дочную известность за границей» [6, стр. 2]. Действительно, широкий фронт исследований на фистульных или иными путями прооперированных животных составил новый раздел физиологии пищеварения.

К 1900 г. И. П. Павлов уже осуществил и опубликовал многочисленные опыты о механизмах секреции слюнной железы, желудка, поджелудочной железы и т. д.

Как известно, уже в 1904 г. Павлов получил Нобелевскую премию за работы по пищеварению. Полученный Павловым диплом гласил: «Каролинский медико-хирургический институт, который, согласно духовного завещания, составленного 15—27 ноября 1895 года Альфредом Нобелем, имеет право присуждать Нобелевскую премию за важнейшие открытия, которыми обогатилась в последнее время физиология и медицина, постановил сего числа присудить премию 1904 года Ивану Петровичу Павлову в знак признания его работ по физиологии пищеварения, каковыми работами он в существенных частях пересоздал и расширил сведения в этой области. Стокгольм, 10/20 октября 1904 г. Профессорский совет Каролинского медико-хирургического института».

Вопросы, которые в большей мере разрабатывались школой Павлова, сводились к секреции пищеварительных желез, ее приспособительной изменчивости, а также к регуляторным процессам в пищеварительном тракте.

В то время как работы Павлова по физиологии пищеварения проводились уже вполне планомерно<sup>1</sup>, студент Медицинской школы Гарвардского университета У. Кеннон только еще пришел к своему руководителю по физиологии Генри Пиккерингу Боудичу просить научную тему для самостоятельной работы. Это было в 1896 г. Незадолго до этого немецкий ученый Конрад Рентген изобрел аппарат, в котором использовал X-лучи для просвечивания тканей живого организма. Боудич посоветовал молодому Уолтеру и его сокурснику изучить с помощью такого аппарата прохождение какого-либо твердого тела по пищеводу животных. Предстояло выяснить вопрос о том, перемещается ли пища по пищеводу активными движения-

---

<sup>1</sup> Работы по физиологии пищеварения, выполненные в 1877—1896 гг., вошли в первую книгу второго тома Полного собрания сочинений И. П. Павлова, изданного в 1951 г.

ми последнего или она попадает в желудок в силу тяжести.

С этой студенческой работы, выполненной Кенноном, проводившим первоначально наблюдения на гусе, началась научная карьера молодого исследователя и одновременно новая эпоха в клинической гастроэнтерологии.

Кеннон с одним из своих товарищей работали вечерами в помещении кафедры. Молодые люди ставили опыты с большим увлечением, кустарный рентгеновский аппарат открывал перед ними невиданные ранее возможности. О защите от рентгеновских лучей не думали. Впоследствии это тяжело отразилось на здоровье Кеннона.

Засиживаясь до поздней ночи, Кеннон и его товарищ выводили из себя сторожа — служителя лаборатории. Куда спокойнее было бы для него спать на диванчике в коридоре, чем следить за неугомонными студентами: не оставят ли газ, свет, не сломают ли приборы... Однажды, потеряв терпение, сторож отказался пускать Кеннона в лабораторию. Пришлось молодому человеку прибегнуть к вмешательству самого профессора Боудича. Мог ли знать в те годы служитель, что менее чем через десятилетие беспокойный студент займет место хозяина кафедры...

Первоначальным объектом наблюдений, как говорилось выше, был гусь. Птица фиксировалась в деревянном станке под лучами аппарата. На экране появлялись контуры длинной шеи. Затем гусю давали заглатывать разные мелкие плотные предметы. Начали с перламутровой пуговицы. Движение пуговицы хорошо прослеживалось от глотки до входа в желудок. За гусем последовали другие животные: кошка, собака. Но вот беда, животные категорически отказывались глотать твердые несъедобные предметы, тень которых была бы хорошо видна на экране. Тут Кеннону пришла в голову мысль: почему бы не дать животным привычную для них пищу, смешав ее с чем-либо непроницаемым для лучей рентгена? Эта идея послужила истоком клинической гастроэнтерорентгенологии. Кеннон взял для своих целей соли тяжелых металлов и остановился на азотнокислом висмуте, как на наиболее нейтральном. Будучи смешана с пищей, соль позволяла видеть на рентгеновском экране пищевой комок. Боудичу так понравились полученные Кенноном результаты, говорящие о наличии специальных механизмов перемещения пищи по пищеводу, что он предложил своему ученику выступить с



докладом на заседании Физиологического общества. Кроме того, Кеннон должен был опубликовать статью. Доклад, сделанный студентом перед крупными учеными, был прослушан с большим интересом. Ученые сразу поняли перспективность применения солей тяжелых металлов при рентгеноскопии пищеварительного тракта. Статья вышла в 1898 г. [7].

Так Кеннон, 26-летний молодой человек, сделал свой первый шаг в науке. Отметим попутно, что мало у кого из ученых научная биография начинается так удачно — с настоящего научного открытия!

Пищевод недолго привлекал внимание Кеннона. Он обратился к желудку — важнейшему органу пищеварительной системы. Закончив Медицинскую школу Гарварда, Кеннон обосновался на кафедре Боудича и продолжал начатые ранее работы по физиологии пищеварения.

От первой публикации Кеннона по физиологии пищеварения [7] (1898) до последней в 1936 г. прошло 40 лет. За это время Кеннон, его ученики и сотрудники досконально исследовали пищеварительный тракт в аспекте его двигательной функции. Результаты изложены в многочисленных статьях и двух монографиях: «Механические факторы в пищеварении» (1911) [8]<sup>1</sup> и «Пищеварение и здоровье» [9]<sup>1</sup>.

В своих опытах с рентгеноскопией органов пищеварительной системы Кеннон чаще всего одновременно изучал с помощью контрастной массы двигательную функцию пищевода, желудка и кишечника. Затем материал по этим вопросам, предварительно опубликованный в разных статьях, им перерабатывался. Была приведена и скрупулезно проанализирована литература по каждому разделу.

При этом, в отличие от очень многих зарубежных ученых из разных стран, Кеннон тщательно следил и за работами русских физиологов. Напомним, что работы по пищеварению Кеннон проводил еще до поездки в Россию и до знакомства с И. П. Павловым. Однако он хорошо знал труды Павлова, опубликованные на английском языке [10].

Наконец, в 1911 г. материалы по двигательной функции пищеварительного тракта были опубликованы в виде

---

<sup>1</sup> Работы Кеннона по физиологии пищеварения не переводились на русский язык.

монографии. Это была первая книга молодого ученого, принесшая ему известность не только в Америке, но и в Европе. В книге на основании экспериментов, проведенных под контролем рентгеноскопии, описана моторика всех отделов пищеварительного тракта, начиная с полости рта и до прямой кишки включительно.

### **Жевание, глотание, перемещение пищи по пищеводу**

Пережевывание пищи приводит к ее механическому размельчению, а смачивание слюной увлажняет пищевой комок. При жевании коренные зубы могут оказывать на пищу давление, измеряемое, по данным Кеннона, 250—270 фунтами. После продвижения пережеванной пищи к корню языка наступает глотание как непроизвольный двигательный акт. При глотании небная занавеска закрывает вход в хоаны, а надгортанник — в гортань.

Описание глотания содержалось в работах ученых еще до Кеннона. Заслугой Кеннона явилось то, что он обратил внимание на длительный рефрактерный период, присущий мышцам, которые участвуют в глотании. От длительной рефрактерности — невозбудимости — зависит тот факт, что человек не может глотать с большой частотой (от одного глотания до следующего должен пройти отрезок времени, необходимый для того, чтобы сократившиеся мышцы расслабились, возбудимость их вернулась в исходное положение, позволяющее возникнуть новой волне возбуждения). Перемещение пищи по пищеводу всегда вызывало спор среди ученых. Одни считали, что пища перемещается в силу тяжести, другие утверждали, что пищевод перистальтически сокращается и при этом пища проталкивается к желудку.

Кеннон в опытах на птицах, собаках, телятках, людях доказал, что пища перемещается в результате первоначального толчка, созданного движением в полости рта, и последующих перистальтических сокращений. Чтобы выяснить механизм этих сокращений, он ставил опыты на ваготомированных животных — животных с двусторонней перерезкой блуждающих нервов (nn. vagi). После перерезки этих нервов пища на протяжении суток не перемещалась по пищеводу. По прошествии этого срока

самостоятельная моторика пищевода восстанавливалась.

Механизм перехода из пищевода в желудок в условиях рентгеноскопии оказался сложнее, чем предполагалось. Кардиальная часть желудка, как показали лучи Рентгена, обычно разобщена с пищеводом и замкнута сокращенными мышцами. Кеннон назвал мышечные слои, граничащие с пищеводом, кардиальным сфинктером. (В настоящее время не принято считать мускулатуру этой части сфинктером, так как мышцы не имеют правильного циркулярного расположения. Однако в функциональном отношении область входа в желудок ведет себя, как сфинктер.)

Размыканию входа в желудок, по наблюдению Кеннона, предшествует несколько глотательных движений. Первые порции пищи, перемещаясь по пищеводу, как бы толкаются в замкнутую кардию (вход в желудок), создавая в этой области определенное нарастающее давление. Импульсы, в норме идущие по блуждающему нерву, вызывают одновременно расслабление сфинктера и понижение тонуса мышцы самого желудка, с последующим повышением этого тонуса. Это явление Кеннон проверил двумя способами: 1) в опыте с контрастной массой под лучами Рентгена и 2) на собаке с перерезанным пищеводом (эзофаготомия). В последнем случае через желудочный конец пищевода собаке вводился баллон, соединенный с манометром и капсулой Маррея (для записи на кимографе уровня давления в желудке). В опыте с «мнимым кормлением», т. е. когда собака ела, а пища вываливалась из отверстия пищевода наружу, всякий раз запись на кимографе свидетельствовала о понижении давления в желудке. Так Кеннон доказал, что при жевании объем желудка увеличивается.

Наблюдения, проведенные в острых опытах до Кеннона Кронекером и Клодом Бернаром, привели их в свое время к тому же выводу о роли блуждающего нерва в расслаблении мышц кардии и подготовке мышц желудка к принятию пищи [11]. При ваготомии в опытах этих авторов пища, оставаясь в нижней части пищевода, не попадала в желудок из-за спазма кардии. В опытах Кеннона наблюдалась та же картина, но пища в конце концов и после ваготомии попадала в желудок, только предварительно ее давление в пищеводе должно было достигнуть определенной величины. В результате растяжения

стенок пищевода пищей рефлексорно раскрывался и вход в желудок.

Таким образом, было выяснено, что расслабление желудка при жевании — акт рефлексорный, эффлекторным путем является блуждающий нерв. Большим преимуществом работ Кеннона, посвященных связи жевания и глотания с изменением тонуса желудка, по сравнению с работами его предшественников, в том числе Кронекера и Клода Бернара, явились доказательства наблюдаемых явлений с помощью рентгеноскопии и рентгенографии. Напомним, что к тому времени, когда Кеннон стал особенно интенсивно заниматься исследованием моторной функции желудочно-кишечного тракта, Павлов уже установил роль блуждающего нерва в секреторной деятельности желудка, а также показал, что в условиях мнимого кормления ваготомия прекращает выделение желудочного сока [6].

Кеннон обратил внимание на то обстоятельство, что соляная кислота (HCl) действует на кардинальную область со стороны желудка, способствуя его отделению от пищевода — замыканию кардии [12].

Кеннон проводил наблюдения над перемещением пищи из пищевода в желудок на кошках и собаках, у которых были предварительно перерезаны блуждающие и симпатические нервы, идущие к желудку.

В результате денервации рефлекс открытия кардинальной части желудка временно нарушался, но затем ритмическая смена открытия и закрытия кардии восстанавливалась, что позволило Кеннону сделать вывод, что этот акт представляет собой местный рефлекс.

До работ Кеннона оставался не вполне ясным механизм «отрыжки», понимание которого весьма важно для клиницистов. Кеннон описал механизм отрыжки следующим образом: «При патологии желудка газы скапливаются в верхней его части, не дают соляной кислоте действовать изнутри на кардинальный затвор, и кардия зияет, а газ порциями выделяется вверх по пищеводу, в этом заключается акт отрыгивания».

### Движение желудка

До работ Кеннона выходили многочисленные труды анатомов, в которых авторы описывали строение желудка на основании вскрытий. Но Кеннон был первым, кто уви-

цел контуры желудка *in situ*, т. е. прямо в организме, при выполнении желудком его нормальной функции. Кеннон представил изображения контуров желудка в разные фазы переваривания пищи. Он обратил особое внимание на то, что желудок при поступлении пищи приобретает форму изогнутой трубки, так как дно его опускается, а пилорическая часть приподнимается. При этом он рассматривал желудок как левую (область тела и кардия) и правую (вестибулум и пилорус) половины.

Вопреки имевшему тогда место представлению, что движения кардиальной и пилорической частей различны по характеру, Кеннон увидел единую трубку с последовательным распространением сократительной перистальтической волны. Такая волна обычно начинается в кардиальной части, где проявляется слабо, затем распространяется к пилорической, охватывая последовательно весь желудок. При этом нигде Кеннон не видел области сужения, разграничивающей части желудка, как это описывалось другими учеными. В этом отношении его данные подтвердили и другие исследователи. Известно, что тонус гладкомышечных органов тем больше, чем больше они растянуты находящейся в них массой, но, если содержимого слишком много и мышцы перерастянуты, тонус ослаблен. Если содержимого мало и мышцы недорастянуты, тонус также слаб. Тонус нормален при состоянии среднего наполнения, а следовательно растяжения, мышц желудка. Для оптимального тонуса давление в желудке, по Кеннону, должно быть 6—16 мм вод. ст. В работах, проводившихся в 1906 г. Кенноном и его сотрудниками, была поставлена цель изучить соотношение тонуса и активных сокращений. Кеннон подчеркивал, что тонус составляет необходимый фон для деятельности гладких мышц и для реакций сосудистых стенок. Обмен веществ в клетках и тканях также, по представлению Кеннона, имеет исходное состояние — «тонус». Таким «тонусом» является основной обмен (минимальный расход энергии при условиях, включающих всякую активность, т. е. покой, натошак, лежащее положение, при температуре окружающей среды 18—20°). Таким образом, как подчеркивал Кеннон, любой жизненный процесс протекает на фоне, отличающемся от состояния покоя, — на фоне исходного тонуса.

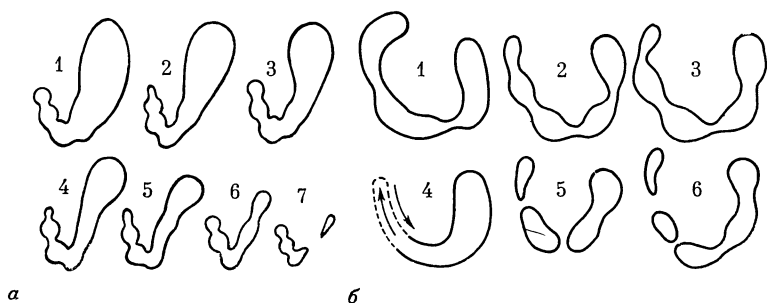
Кеннон специально останавливался на вопросе о распределении тонуса в мускулатуре разных отделов желуд-

ка, а также о соотношении тонуса и активной сократительной деятельности [12]. По его представлению, перистальтика в верхней части желудка относительно слаба, так как в этой области слишком большое давление. Сила перистальтической волны нарастает по мере ее распространения от кардиальной части желудка к пилорической. Доходя до замкнутого пилоруса, гонимая перистальтической волной пищевая масса отталкивается от него и снова смешивается с массой дна желудка, подвергается действию кислого желудочного сока (напомним, что в пилорической части желудка не выделяется или почти не выделяется соляная кислота). Будучи уже основательно пропитана кислотой, пищевая масса вновь достигает пилорического сфинктера. Такие перемещения пищи происходят многократно. Кеннон заметил, что волна сокращения каждый раз возникает в месте формирования «кольца» из циркулярных мышц, которые сильно тонизированы, «пульсируют» и являются временным «водителем ритма» — генератором волны возбуждения, наподобие того как это бывает в синусном узле сердца с последующим распространением генерированного биотока по мускулатуре предсердий.

Чтобы выявить роль нервных стволов в моторике желудка и учитывая, что гладкая мускулатура желудка получает парасимпатическую и симпатическую иннервацию, Кеннон перерезал и те и другие нервные стволы. Оказалось, что после такой денервации перистальтика желудка полностью прекратилась и лишь изредка можно было наблюдать лишенные закономерной периодики отдельные волнообразные сокращения около пилорической части желудка. Еще больше страдал от денервации тонус желудка. Он был потерян, и пища лежала в растянутом желудке, не перемещаясь. Роль блуждающих и симпатических нервов при исследовании моторики желудка оказалась в опытах Кеннона весьма четкой. При десимпатизации пища перемещалась из желудка в двенадцатиперстную кишку много быстрее, а при ваготомии — много медленнее, чем это происходило в интактном желудке у контрольного животного.

Слоистое расположение пищевой массы, описанное другими учеными, также было подтверждено Кенноном. После того как достаточно пропитанная соляной кислотой пища приходит в соприкосновение с пилорической частью, начинается открытие пилорического сфинктера.

Переход пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку и механизм этого перехода с давних пор интересовал физиологов. Тормозом для разрешения этого вопроса долго служило то обстоятельство, что ученые, занимавшиеся вопросами секреции, как правило, не уделяли особого внимания моторике, а физиологи, изучавшие моторику, обычно оставляли вне поля своей деятельности изучение секреции.



*Изображение Кенноном контуров желудка (а) и петли тонкого кишечника (б) по этапам в процессе переваривания пищи (рисунок сделан с экрана рентгеновского аппарата)*

Ключом к детальной разработке вопроса о механизмах опорожнения желудка послужили работы, в которых принимались во внимание связь и взаимодействие химических процессов, происходящих в желудке, и механических процессов в виде сокращения и расслабления мышц пилорического сфинктера.

Догодка о том, что опорожнение осуществляется порциями, ритмически следующими одна за другой, принадлежала Хиршу еще в 1893 г. [8]. Он предположил, что в этой ритмике играет роль соляная кислота. Затем Сердюков в лаборатории Павлова показал на опыте с фистулой желудка и двенадцатиперстной кишки, что сфинктер открывается при введении в полость кишки слабой кислоты и остается закрытым, когда в кишке щелочная среда [13].

Обладая преимуществом перед другими исследователями — возможностью видеть опорожнение желудка с помощью лучей Рентгена, Кеннон занялся проверкой этих данных [14]. Он увидел у кошки, как пищевая кашица,

смешанная с висмутом, проходит из желудка ритмическими порциями через 10—80 секунд. Кеннон пришел к выводу, что решающую роль играет действие HCl на сфинктер со стороны желудка. Пропитанная соляной кислотой пища открывает сфинктер, а действуя на сфинктер со стороны двенадцатиперстной кишки, закрывает его. При этом разный состав перевариваемой пищи также играет определенную роль. Быстро выходит вода. Она не обеспечивает тонуса, так как быстро проглатывается, а именно жевание и медленное перемещение по пищеводу обеспечивает рефлексорный тонус сфинктеров желудка и подготавливают его мускулатуру к перистальтической деятельности. Углеводистая пища так же быстро проходит желудок. Кеннон объяснял это тем, что она не взаимодействует с соляной кислотой и последняя, не будучи связанной, скорее открывает изнутри пилорический сфинктер. Кеннон пишет, что он первый обнаружил и описал факт продолжающегося переваривания углеводов в желудке под действием ферментов слюны, которая пропитала пищу.

В опытах Кеннона в желудке кошки перемещались смоченные слюной крекеры. Кошки забивались в разные фазы переваривания. Кардиальная и вестибулярная часть желудка изолировалась лигатурой, и химический анализ пищи в той и другой части желудка позволил выснить факт переваривания углеводов под действием слюны [15].

Жир, как показал Кеннон, переходит равномерными ритмическими порциями. На опорожнение желудка от жирной пищи влияет количество жира в кишке, оно поддерживается на постоянном уровне. Протеины — белки — проходят медленно, ибо, по мнению Кеннона, взаимодействующая с ними соляная кислота не может так активно открывать сфинктер. Опыты с пищей различной температуры не показали заметного различия в скорости опорожнения желудка.

Заметим, что опыты, в которых выявлялось влияние химического состава содержимого желудка на скорость эвакуации пищи, до Кеннона проводились широко в лабораториях И. П. Павлова. В частности, нельзя не отметить выдающуюся диссертацию С. И. Линтварева, посвященную этому вопросу [16]. Рефлексорная природа ритмического замыкания и размыкания сфинктера и значение рецепторов, заложенных в слизистой двенадцатиперстной кишки, были доказаны Кенноном путем иссечения двенад-



двенадцатиперстной кишки и подшивания к желудку другого отдела тонкого кишечника. У животных, прооперированных таким образом, сфинктер плохо замыкался, белок и жир выводились сразу, и всякая периодика в опорожнении желудка нарушалась.

Анализируя полученные данные, Кеннон подчеркивает значение «закона», говорящего о том, что соляная кислота способствует сокращению мускулатуры вышележащего отдела и расслаблению мускулатуры нижележащего отдела. Этот закон оказался верным в отношении и кардиального, и пилорического сфинктеров [17].

В настоящее время роль соляной кислоты желудочного сока при переходе пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку хотя и не отрицается полностью, но считается лишь одним из факторов, обуславливающих переход пищи. Наряду с соляной кислотой придается большое значение местным рефлекторным влияниям нижележащих отделов пищеварительного тракта на опорожнение вышележащих отделов. Несомненная координирующая роль в перемещении перевариваемой пищи принадлежит также многочисленным гормонам пищеварительного тракта.

Особенно интересовала Кеннона деятельность пустого желудка. Естественно, что пища, попадающая в пищеварительный тракт, вызывает и активизирует сокращение гладких мышц желудка и кишечника. Но сокращается ли гладкая мускулатура в том случае, когда животное не получает пищи и желудок «пустой»?

Кеннон поставил несколько серий специальных опытов, используя собак с фистулой желудка. Он вводил в фистулу баллон, соединенный трубками с манометром, который в свою очередь соединялся с капсулой Маррея. Благодаря таким опытам Кеннон получил классические кривые — запись на кимографе периодически возникающей сократительной деятельности пустого желудка.

Подобного рода наблюдения проводились в те годы и другими учеными, например коллегой Кеннона — профессором Карлсоном из Чикаго, большим специалистом по вопросам пищеварения. Работы его в общем неизвестны русскому читателю. В его распоряжении был также больной, имевший свищ в желудке. Именно Карлсон в своих наблюдениях показал цикличность спастических сокращений пустого желудка, закономерную смену отдельных фаз

спазмов и расслабления. Карлсон записал у своего спящего пациента сокращения желудка, а также их изменения при разных видах патологии пищеварительного тракта. Так, например, Карлсоном впервые было показано в его лаборатории, что, когда человек начинает жевать, спастические сокращения пустого желудка тормозятся.

В те же годы периодика в деятельности пищеварительного тракта являлась предметом исследований русского физиолога В. Н. Болдырева.

9 мая 1902 г. И. П. Павлов выступил в прениях по докладу В. Н. Болдырева на заседании Общества русских врачей. Доклад назывался «Периодические волнообразные явления в деятельности нижнего отдела пищеварительного канала»<sup>1</sup>. Павлов сказал: «Разработка этого вопроса, собственно говоря, только что началась, но и в настоящее время доклад имеет немалое значение. Ясно, что ход пищеварения будет яснее и понятнее, если мы уже к существующему прибавим новый элемент в виде учений о многообразных явлениях, демонстрированных Обществу».

Кривые «голодных сокращений» желудка, полученные Кенноном и Болдыревым, соперничают друг с другом по красоте и четкости и полностью соответствуют друг другу, несмотря на некоторую разницу в методике, применяемой для их записи. Однако в дальнейшем объяснении связи чувства голода и периодических сокращений желудка Кеннон и Болдырев резко разошлись в мнениях, о чем будет сказано ниже.

Б. П. Бабкин в своей книге [19, стр. 65] писал о последовательности работ различных ученых о периодической деятельности органов пищеварения. «В 1904 году этот феномен изучил Болдырев. Он показал, что периодичность есть и в движении тонкого кишечника и в выделении панкреатического и кишечного сока и желчи... Американский ученый-физиолог У. Кеннон и особенно А. Карлсон продолжали изучение периодических сокращений у животных и человека и называли их «голодными сокращениями».

Как уже говорилось, Кеннону в разрешении вопросов о моторике желудка помогал рентген. Он мог видеть про-

<sup>1</sup> Работа Болдырева [18] была опубликована в иностранном журнале, поэтому Кеннону она была известна и он цитирует ее в своей книге.

цессы, о которых другие авторы судили по косвенным показателям. Рентгеноскопия помогла Кеннону также выявить, что курение, алкоголь, а также сильная мышечная работа снижают тонус желудка и его перистальтические сокращения ослабевают. Так же действует сдавление брюшной стенки извне [20]. (Не это ли является основанием для «затягивания пояса», несколько смягчающего чувство голода у человека? — спрашивал Кеннон.)

В целом исследования Кенноном моторной функции желудка были многообразны, проведены на огромном экспериментальном материале. Они внесли много нового в понимание функции пищеварительного тракта.

### **Движение кишечника**

К началу XX столетия моторика кишечника была достаточно изучена и без помощи рентгена. Всем физиологам хорошо известно, что достаточно вскрыть брюшную полость и предотвратить высыхание кишечника, смачивая его соответствующим раствором, чтобы в подобных опытах можно было наблюдать сокращение кишечника. Более того, любой участок тонкого кишечника, будучи изолирован и помещен в подогретый раствор Рингера—Локка (содержащий все солевые компоненты плазмы в соответствующей ей концентрации), начинает самостоятельные сокращения. Способность моторной деятельности вне организма свидетельствует об автоматии кишечника.

Нотнагелем еще в 1898 г. было установлено, что по форме движения кишечника можно поделить на «маятникообразные» и перистальтические [21]. Движения первого типа осуществляют перемешивание пищевой массы — химуса, имеют колебательный характер. Движения второго типа перемещают пищу по направлению от желудка к толстому кишечнику.

Несмотря на обилие экспериментальных данных, Кеннон вновь оказался пионером исследований в этой области. Ему первому с помощью рентгена удалось увидеть моторику, происходящую в организме не вскрытого животного. Кеннон выделил два типа движений, назвав один из них ритмической сегментацией. В последующие годы все учебники физиологии, вплоть до самых новейших, неизменно содержат рисунок Кеннона, впервые опубликован-

ный им в его монографии [8, стр. 131]. Кеннон писал, что он не находит сходства этой формы движения с колебаниями маятника, и подробно охарактеризовал механизм, назвав его ритмической сегментацией. Этот вид моторики охватывает 20—30-сантиметровый отрезок кишки и заключается в сокращении циркулярных мышц на некотором расстоянии друг от друга, что и придает кишке вид нитки бус. В промежутках между сокращенными циркулярными слоями мышц сокращены продольно расположенные волокна, отчего эти участки расширены. Спустя несколько секунд участки сокращения циркулярных и продольных мышц меняются местами. Комочки химуса, сформировавшиеся в результате сегментации, вновь делятся и смешиваются с соседними. Рисунок, приводимый Кенноном, наглядно показывает, как перемещается химус в результате ритмической сегментации, оставаясь в то же время в пределах данного отрезка кишечного канала. Второй тип моторики, по Кеннону, — сокращение, придающее пище поступательное движение. Кеннон различал: а) медленные, короткодистантные сокращения и б) быстрые перистальтические волны, распространяющиеся на значительные расстояния. Кеннон обнаружил характерную особенность моторики кишечника. Если плотный комок попадает в полость кишки, то вышележащий сегмент сокращается, нижележащий — расслабляется. В любом отрезке тонкой кишки проявляется эта закономерность.

Подобное явление и раньше описывалось некоторыми авторами. В свое время Бейлисс и Старлинг сформулировали даже «закон кишечника», читаемый так: «Нанесение любого раздражения на кишечную стенку вызывает спазм вышележащего отдела и расслабление нижележащего отдела» [8, стр. 181]. Теперь Кеннон проверил эти опыты и убедился в их правильности. Действие кокаина и никотина устраняло эту типичную для кишки реакцию. Следовательно, как считал Кеннон, она осуществляется с участием нервных кишечных сплетений (например, ауэрбаховского), чувствительных к названным ядам.

Таким образом, видно, что перистальтическая деятельность кишечника является координированной и имеет свои внутренние закономерности. Координация проявляется и в том, что разные виды пищи перемешиваются и всасываются с различной скоростью. Подобно Павлову, Кеннон всегда подчеркивал, что механические процессы,

совершающиеся в пищеварительной системе, строго сочетаются с секреторными, ферментативными процессами.

Поскольку моторика кишечника и ее восстановление после различных оперативных вмешательств представляет собой серьезную проблему для практической хирургии, Кеннон и его коллеги пытались путем постановки специальных экспериментов ответить на некоторые вопросы клиницистов [22—26].

Кеннон и Мерфи резецировали (удаляли) в процессе операции небольшие отделы тонкой кишки, а концы сшивали в разных случаях по-разному: 1) «конец в конец», 2) «конец в бок», 3) «бок в бок»<sup>1</sup>. После того как такая операция была выполнена и животные поправились, Кеннон проводил рентгеноскопические опыты, давая предварительно животным заглатывать пищу с висмутом. Он наблюдал, как проходит пища через сшитый участок кишечного канала во всех трех случаях. Работа показала, что два последних варианта дают наиболее серьезные нарушения двигательной функции кишечника. В частности, после операции долго держится паралич моторики [23]. Пища застаивается в верхнем отрезке кишечника.

Рассматривая поражение моторики при том или ином типе сшивания кишки, Кеннон писал: «Все это убедило нас, что, чем больше перерезано циркулярных мышц, тем больше нарушена моторика и, что важно, не столько широкое соустье, сколько ненарушенная функция подвижности» [23, стр. 140].

Не беремся судить о том, как повлияла работа Кеннона на выбор варианта операции хирургами. По види-

---

<sup>1</sup> Этими терминами хирурги обозначают вполне определенные операции. В первом случае сшиваются концы кишечника и восстанавливается кишечный канал. Во втором случае нижний конец зашивается наглухо, сбоку в кишке прорезается отверстие, к нему подшивается верхний конец кишки. По кишечному каналу пища сверху проходит в более широкое устье нижележащей кишки, поступает перпендикулярно к ее собственной полости. В третьем варианте оба конца кишки зашиваются наглухо, затем в стенке той и другой, поблизости от конца («культи») проделывается отверстие и в области отверстий стенка верхней кишки сшивается со стенкой нижней, так что получается достаточно широкое соустье между верхним и нижним отделами кишечного канала. Два последних приема хирургии предпочитают, поскольку в этих случаях широкое соустье не препятствует прохождению пищи.

тому, хирурги выбирают «из двух зол меньшее», имея альтернативу — быстрое восстановление моторики при сшивании «конец в конец», но суженное соустье или плохое, замедленное восстановление моторики при сшивании «конец в бок» или «бок в бок» при сравнительно широком соустье.

### **Движение толстого кишечника**

Кеннон наблюдал перистальтику и антиперистальтику в толстом кишечнике при введении контрастной смеси (per rectum) через прямую кишку. Он выявил, что переход массы в прямую кишку осуществляется лишь при определенном растяжении ободочной и сигмовидной кишок и при сглаживании углов между ними. Сглаживание угла между ободочной и сигмовидной кишками приводит к рефлекторной мобилизации соответствующей гладкой и скелетной мускулатуры для выполнения акта дефекации. Акт дефекации начинается с раздражения рецепторов прямой кишки давлением определенной степени. Барорецепторы прямой кишки относятся к адаптирующимся. Если наполнение прямой кишки имеет место, а условий для дефекации нет, давление перестает восприниматься рецепторами и рефлекс дефекации тормозится.

Таким образом, перед глазами Кеннона и его коллег прошла картина моторики всех отделов пищеварительного канала, наблюдаемая с помощью введения контрастной массы под лучами Рентгена.

### **Аускультация как метод исследования функции пищеварительного тракта**

Звуки, сопровождающие деятельность разных систем организма, давно поставлены на службу медицине. Врачи выслушивают сердце, и опытный терапевт может получить обширную информацию о состоянии клапанного аппарата и о других характеристиках деятельности сердца с помощью одного лишь фонендоскопа. Выслушивание легких позволяет составить представление о состоянии легочной ткани, плевры и т. д.

В разных полостях пищеварительного тракта в процессе его деятельности также возникают звуки. Они раз-

нообразны и, кажется, не закономерны, поэтому ни один врач не использует их систематически в диагностических целях. А может быть, все-таки они не так бессистемны, как кажется? И Кеннон в 1902 г. начинает заниматься выслушиванием, сравнением и систематизацией звуковых явлений, возникающих в пищеварительном тракте на разных этапах его деятельности. Для того чтобы унифицировать условия опыта, Кеннон кормит всех животных одинаковой пищей. Но пища с примесью висмутовой кашицы слишком плотна и не вызывает газообразования, необходимого для формирования звуковых явлений. Тогда Кеннон прибегает к новому приему: делает смесь из муки, воды, взбитого яичного белка вместе с висмутом. Эта смесь имеет вид густой пены. Если в пищеварительный тракт животного поступает такая смесь, она обязательно вызывает целую гамму звуковых явлений в разных его отделах. И вот Кеннон ведет эксперимент по-новому. Фиксированная кошка, накормленная смесью, находится под тубусом рентгеновского аппарата. Кроме того, по поверхности ее бритого живота «блуждает» фонендоскоп: Кеннон выслушивает звуки и сравнивает их с рентгеноскопической картиной [27, 28]. Понадобилось огромное количество опытов, чтобы сделать какие-нибудь определенные выводы. Но выслушивать — значит применять субъективный прием, а регистрирующей звуки техники в те годы еще не знали. В связи с этим Кеннон для регистрации звуковых явлений прибегает к своеобразному, оригинальному приему. Он использовал методику, описанную Хиртлем, модифицировав ее в своих целях. Представим себе телефонный микрофон, приложенный к эпигастральной области живота кошки. Микрофон соединен с первичной индукционной катушкой и слабым источником тока (5-вольтовая батарея). Вторичная катушка с помощью электродов соединена с икроножной мышцей лягушки, фиксированной в миографе. Рычажок миографа приложен к барабану кимографа. Звуки в брюшной полости трансформируются микрофоном в электрические колебания, в связи с чем в первичной, а следовательно, и во вторичной, катушке возникают токи. Токи заставляют сокращаться мышцу. Амплитуда и частота сокращений мышцы в записи на кимографе дают возможность объективно измерять и сопоставлять звуковые явления в пищеварительном тракте.

Кеннон показал, что при введении пищи в желудок и при перистальтическом ее перемещении звуки регистрировались каждые 20 секунд и были связаны с отталкиванием пищевой массы от закрытого пилорического сфинктера. Не ограничиваясь опытами на животных, Кеннон с самоотверженностью, очень характерной для всей его деятельности, ставил опыты и на себе самом, а также на нескольких энтузиастах — своих сотрудниках. Оказалось, что для каждого человека в данных стандартных условиях приема пищи с контрастной массой есть своя типичная звуковая картина.

Метод диагностической аускультации брюшной полости так и остался недоработанным, однако сам факт поисков новых методов исследований пищеварительной системы можно поставить в заслугу Кеннону.

В настоящее время моторика исследуется на основании показателя более доступного и стабильного. Такой показатель — биотоки желудка. Биотоки регистрируются с помощью специального прибора — электрогастрографа. Электрогастрограмма позволяет судить о состоянии двигательной функции желудка.

### **Автоматика кишечника после хирургических вмешательств**

Каждому хирургу знакомо это грозное явление: больной, прооперированный накануне, жалуется на чувство «распирания живота». Проходит день, два, а картина не изменяется к лучшему. Когда больного начинают кормить, непереваренная пища остается в желудке. Все это грозит гибелью, если не восстановить нормальную моторику пищеварительной системы, если не привести в действие остановившийся механизм. Но, может быть, можно избежать послеоперационного паралича моторики? Для этого в первую очередь надо знать, от чего зависит паралич.

Кеннон в своих физиологических работах считал необходимым учитывать нужды практической медицины и всегда, если только позволяли обстоятельства, старался поставить физиологический эксперимент на службу лечебной практике.



И вот для того чтобы понять, чем вызываются послеоперационные параличи моторики органов пищеварения, Кеннон и его сотрудники ставят несколько серий экспериментов.

Первая серия сводилась к проверке влияния на моторику длительного наркоза. Животные находились под наркозом несколько часов, а наблюдения велись обычным способом: под лучами Рентгена исследовалось прохождение через пищеварительный тракт пищевой массы с контрастной смесью. Оказалось, что порции пищи достигали толстого кишечника в условиях наркоза не через 2 часа, как у бодрствующего животного, а через 4—6 часов. Но все-таки пищевые массы перемещались, и не было оснований говорить о параличе перистальтики.

Вторая серия опытов ставилась на животных, у которых под наркозом вскрывали брюшную полость (производили лапоротомию). Вскрытие брюшной полости не повлияло заметным образом на результат: паралича в моторике не наблюдалось.

Третья серия опытов — охлаждение кишечника — проводилась таким образом, что вскрытая брюшная полость орошалась охлажденным рингер-локковским раствором. Результаты показали, что и охлаждение не вызывает паралича моторики [28].

Наконец, Кеннон и Мерфи [23] решили выяснить роль механических раздражений кишечника руками хирурга. Для этого была предпринята еще одна серия экспериментов, в которых у животных со вскрытой под наркозом брюшной полостью экспериментаторы перебирали руками кишечные ткани (для обозначения таких манипуляций существует очень меткое английское слово «handling», которому нет точного русского эквивалента). После такой процедуры, когда животные с зашитой брюшной стенкой «отходили» от действия наркоза, оказалось почти во всех случаях, что пища не перемещалась по пищеварительному тракту, залеживалась часами и сутками в желудке. Одним словом, наблюдался настоящий, грозный послеоперационный паралич моторики.

Итак, опыты Кеннона показали, что из всех факторов, которые в процессе хирургического вмешательства могут вызвать паралич двигательной функции, самым вредным оказывается механическое воздействие на брюшину и кишечные петли в процессе операции. Другие же факторы,

которым многие хирурги придавали решающее значение (наркоз, охлаждение, экспозиция на воздухе), не имеют такого значения [26, 28].

Перерезка симпатических стволов, предпринятая Кенноном для выяснения роли нервной системы в развитии послеоперационного паралича, не изменила картины, т. е. механические воздействия на кишечник и в условиях десимпатизации приводили к последующему параличу моторики. Следовательно, механизм этих воздействий скорее прямой, чем рефлекторный, т. е. осуществляемый непосредственным воздействием на кишечную стенку, а не через нервные пути.

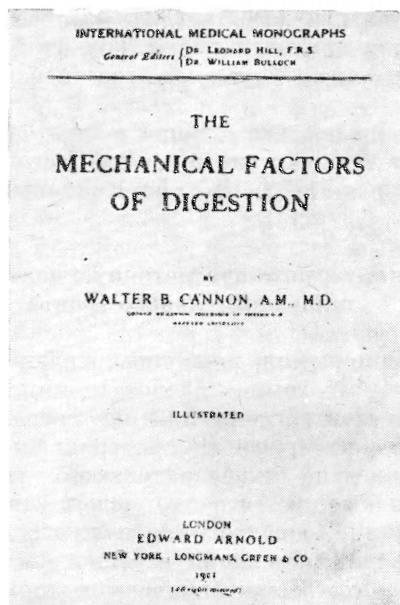
### **Влияния, стимулирующие двигательную функцию пищеварительного тракта**

Задолго до Кеннона ученые установили, что раздражение блуждающего нерва приводит к усилению моторики желудка и кишечника.

Кеннон проверил этот факт на здоровом животном, наблюдая моторику с помощью лучей Рентгена. Раздражение блуждающего нерва, действительно, заметно усиливало сокращение желудка и тонкого кишечника. Наоборот, двусторонняя перерезка блуждающего нерва приводила к снижению подвижности и длительному пребыванию пищи в желудке [29, 30].

«Много лет назад,— писал Кеннон,— Павлов сообщил, что в добавление к хорошо известной «психической секреции» слюны имеется секреция на приятную пищу и желудочного сока. Желудочный сок выделяется при удовлетворении аппетита. Позже было обнаружено, что и панкреатическая секреция может быть тоже «психической». Освобождение соков из пищеварительных желез зависит от иннервации этих органов блуждающим нервом» [10, стр. 112]. В 1911 г. Кеннон предположил, что хорошо приготовленная пища вызывает не только секрецию желудочного сока, но и двигательную реакцию желудка. Этот факт был доказан на опытах, проводимых как на животных, так и на людях.

Подобного рода наблюдения провел и Альварес [31]. Он имел в своем распоряжении больного с грыжей белой линии живота. Под кожным покровом постоянно находил-



*Титульный лист книги У. Кеннона «Механические факторы пищеварения»*

ся небольшой отдел тонкого кишечника и были отчетливо заметны движения этой кишечной петли. Альварес увидел, что движения усиливались или даже появлялись на фоне предшествующего покоя в тот момент, когда сестра приносила больному вкусную еду.

Таким образом, психические факторы, в том числе и положительные эмоции, имеют связь не только с секреторной деятельностью, но и с моторикой<sup>1</sup>. Кеннон писал, что желудок и кишечник не воспеваются поэтами и писателями так, как, например, сердце или кровь. Эти органы не несут в своей деятельности ничего романтического. Но без их активности не могут функционировать никакие другие органы. В то же время, как сказал Эллиот в книге

---

<sup>1</sup> Исчерпывающие данные о связи моторной и секреторной деятельности пищеварительного тракта можно найти в книге В. Н. Болдырева.

«Счастливая жизнь» (1896) [32]: «Питье и еда — большая радость для здоровых людей. Тот, кто не радуется еде, редко обладает способностью к радости и полноте чувств вообще».

Свифт утверждал, что лучший в мире доктор — доктор Диета, доктор Спокойствие и доктор Веселье (Свифт Дж. Веселый разговор. 1738. Цит. по Кеннону) [9, стр. 118].

### **Влияния, тормозящие моторную деятельность пищеварительного тракта**

Эффект торможения моторики желудочно-кишечного тракта получен многими исследователями при раздражении симпатической системы или при устранении влияний парасимпатических нервов. Рассматривая состояние пониженной активности пищеварительного тракта, Кеннон пришел к заключению, что оно может зависеть от трех основных причин: 1) ослабления импульсов, стимулирующих моторику; 2) изменений в общем состоянии человека или животного; 3) специфического тормозящего влияния нервов на моторику.

К первому виду поражения моторики можно отнести все случаи нарушений, полученные Кенноном при перерезке блуждающих нервов (ваготомии) или перерезке парасимпатических тазовых нервов (nn. pelvici).

Перерезка всех парасимпатических нервов (блуждающего и тазового) приводила к значительному расстройству моторики. Как уже говорилось выше, пища после такой операции подолгу лежала в разных отделах пищеварительного тракта, мышечные стенки желудка и кишечника были атоничны, полости этих органов растянуты, отчего, как указывал Кеннон, страдала и секреция. Естественно, что секреция страдала не только от растяжения стенок пищеварительных полостей, но также и оттого, что перерезаны парасимпатические секреторные нервы. Животные с такими параличами тонуса пищеварительной трубки отказываются от еды.

Аналогичную картину наблюдал Альварес, вскрыв труп человека, погибшего от ботулизма, в результате отравления. Пища лежала у него в желудке несколько суток, так как еще при жизни вся мускулатура желудочно-кишечного тракта была полностью атоничной.

Атонию гладкой мускулатуры стенок желудка можно наблюдать у людей при некоторых условиях, не связанных с патологией. В этих условиях изменение общего состояния организма зависит от длительного тяжелого труда. У резко утомленного в результате физического труда человека снижается тонус пищеварительной системы, а также и секреция. Однако, если такое состояние человека многократно повторяется, то можно заметить, что тонус и моторика органов пищеварительного тракта восстанавливается: наступает адаптация, а также устанавливается тренированность организма к физической нагрузке.

Из наблюдений подобного рода, как указывал Кеннон, вытекают выводы, что человек не должен тотчас есть после очень тяжелого труда. Кроме того, будучи больным, человек не должен настоятельно стремиться есть, вопреки желанию, а тем более поглощать большие количества пищи.

Влияния недомогания и заболеваний человека на пищеварительные процессы давно и хорошо известны. Еще Бомон описал картину резкого нарушения пищеварения у своего слуги Алексиса. Когда Алексис простужался, он чувствовал вялость, разбитость и его желудок не выделял сок.

Кеннон специально ставил опыты на больных животных. Для опытов Кеннон отбирал животных со случайными заболеваниями или ослабленных в связи с разными причинами. Он тщательно изучил моторику пищеварительного тракта таких животных и убедился, что она резко нарушается. Пища находится в желудке гораздо дольше, чем следует. Движения кишечника ослаблены, периоды покоя сильно увеличены.

Кеннон выбирал собак, болеющих собачьей «чумой», с признаками катара верхних дыхательных путей, выделениями из носа. Убедившись, что такие животные имеют пониженную моторику, он производил на них операцию децентрализации — перерезал основную массу идущих к внутренним органам преганглионарных симпатических волокон. Оказалось, что моторная деятельность их пищеварительного тракта активизировалась! Опыты были проделаны в достаточном количестве, позволившем Кеннопу сделать вывод: тормозящие влияния на моторику пищеварительной системы реализуются через симпатические нервы [33]. Кеннон писал: «Преданно и незаметно,

на первый взгляд, несут свою службу желудок и печень, кишечник и поджелудочная железа. Расстройства и несогласованность в активности этих органов, однако, нередко возникают в результате факторов, действующих извне или в самом организме» [8, стр. 112]. Чаще всего причиной таких расстройств являются отрицательные эмоции.

### **Влияние эмоций на моторику пищеварительного тракта**

Лишь большая наблюдательность Кеннона позволила ему в опытах по пищеварению заложить основы двух обширных физиологических направлений дальнейших исследований. Работая с кошками, Кеннон заметил, что на разъяренных или сильно возбужденных животных бесполезно проводить наблюдения за моторикой пищеварительного тракта: движения желудка и кишечника прекращаются. Возможно, что другие исследователи, приняв это обстоятельство к сведению, просто стали бы выбирать для опытов спокойных животных. Но не таков был Кеннон. Следуя высказыванию Клода Бернара, что «в каждом неудавшемся эксперименте — залог нового открытия», Кеннон стал доискиваться причин отсутствия моторики при возбуждении животного. Это и составило поворотный пункт в его исследованиях, приведших его от изучения моторики пищеварительного тракта к изучению механизмов эмоций, с одной стороны, и механизмов деятельности симпатической системы — с другой. Влияние эмоций на вегетативные функции в те годы было изучено еще очень мало. О влиянии симпатической системы на моторику физиологи знали из острых опытов: симпатическая система тормозит деятельность кишечника.

Симпатическая система и ее роль в реализации эмоционального возбуждения — вот та новая проблема, которая зародилась в недрах опытов Кеннона по физиологии пищеварения. Обо всем этом будет сказано в следующих главах книги.

Итак, можно отметить большие заслуги ученого в разработке проблемы моторики пищеварительного тракта. Прежде всего Кеннону принадлежит идея применения контрастной массы при рентгеноскопии или рентгеногра-

фии желудка и кишечника. Приоритет Кеннона в рентгеногастроэнтерологии почти забыт.

С помощью рентгена Кеннон увидел, а затем описал движения желудка, переход пищи в кишечник, моторику тонкого и толстого кишечника. Кеннон проанализировал стимулирующие и тормозящие моторику механизмы.

Не довольствуясь описанием процессов, протекающих в физиологических условиях, Кеннон откликнулся на пужды практической медицины. Он воспроизвел в экспериментальных условиях некоторые операции на желудке и кишечнике, проанализировал причины сопровождающих эти операции поражений двигательной функции.

Установив зависимость моторики от степени наполнения кишечника, а также от эмоциональных воздействий, Кеннон дал интерпретацию полученных данных в сочетании с практическими выводами, которыми должны руководствоваться здоровые и больные люди в целях сохранения нормальной деятельности органов пищеварения.

Оригинальные попытки Кеннона использовать звуковые явления для диагностики двигательной функции пищеварительного тракта. В учебниках по физиологии вплоть до наших дней приводятся кривые из работ Кеннона по этому разделу физиологии:

Монография Кеннона «Механические факторы в пищеварении» является и по сей день наиболее исчерпывающей книгой по этой проблеме.

Кроме книги о моторике пищеварительного тракта Кеннон написал вторую книгу «Пищеварение и здоровье». Книга написана в более популярной форме, отчасти повторяет материал предшествующей монографии, но содержит и новые разделы. Заслуживает внимания также история создания этой книги.

## Глава третья

---

### Механизмы голода и жажды в трудах У. Кеннона

История создания монографии Кеннона «Пищеварение и здоровье» тесно связана с работой его предшественника Бомона [1], о котором говорилось выше.

В 1933 г. отмечалось 100-летие со дня выхода в свет книги Бомона «Эксперименты и наблюдения над желудочным соком и физиологией пищеварения» [2]. Вспоминая об этой книге, Кеннон замечал, что книги, как и люди, медленно зарождаются и развиваются. Затем они рождаются на свет. После рождения книги живут и набирают силы и, наконец, умирают. Некоторые умирают в юности, не прожив сколько-нибудь длительного времени. По прошествии нескольких месяцев, в течение которых эти книги покупают как новинку, читают или просто перелистывают, они оседают на полках библиотек, где и покоятся. У иных книг срок жизни длительный: их читают, о них говорят. Но лишь немногие остаются бессмертными.

Юбилейные даты, касающиеся жизни людей, обычно пышно отмечают. Можно ли этот обычай применить к книгам?

Оказывается, что изредка бывает и такое — юбилей той или иной книги. Так случилось в США в 1933 г.

И вот в год, когда исполнилось 100 лет со дня выхода книги Бомона, Медицинское общество Детройта пригласило прочесть «бомоновскую лекцию» физиолога, который считался выдающимся в разработке вопросов, связанных с физиологией пищеварения. Наиболее подходящей кандидатурой оказался Кеннон. Кеннон принял приглашение.

За всю жизнь Кеннону пришлось читать ряд таких лекций: памяти Лайнекра, Джексона, Хертера, Гарвея,



Бэнсона, Колдуэлла, Кобера, Нойболда, Уэлча, Джонса, Круна.

Кеннон в своей лекции, прочитанной перед переполненной аудиторией, как бы подвел итог многочисленным работам по пищеварению, предпринятым в разные годы им самим или его учениками. Лекция состояла из нескольких частей: 1) природа голода и жажды, 2) роль двигательной функции пищеварительного тракта, 3) расстройства пищеварения при боли, тревоге, волнении.

В 1936 г. Кеннон расширил и переработал лекцию и на ее основе написал книгу «Пищеварение и здоровье», сохранившую структуру лекции. Несмотря на несколько популярный характер изложения материала, книга обобщала в достаточной мере все имевшиеся к тому времени работы по пищеварению и содержала оригинальные теоретические построения.

Анализируя дальнейшие работы Кеннона по физиологии пищеварения, мы приняли за основу указанную книгу, прибегая при изложении и к отдельным статьям автора.

Итак, книга Кеннона «Пищеварение и здоровье» оказалась определенным образом связанной с книгой Бомона «Эксперименты и наблюдения над желудочным соком и физиологией пищеварения» [2]. Сам же Кеннон в этом отношении явился как бы преемником Бомона. По интересному совпадению он родился в городке Прери дю Шееп, где некогда Бомон проводил свои исследования. Итак, через отрезок времени длиной в 100 лет была протянута нить, связавшая двух американских ученых.

Эта связь проявилась еще в 1929 г. В тот год в Бостоне состоялся XIII Международный физиологический конгресс. В каждой стране, проводящей международные конгрессы, участникам вручают подарок, символизирующий достижения собственных ученых в данной науке. Так, например, в Швеции на XII Международном конгрессе каждый участник получил бронзовую медаль с изображением шведского химика Карла Вильгельма Шееле (1742—1786), описавшего кислород, и книгу с его биографией.

Американцы, готовясь к конгрессу, пришли к заключению, что хорошим подарком будет чеканная медаль с портретом первого физиолога Америки Уильяма Бомона. Разумеется, Кеннон и тут был одним из главных организаторов конгресса. Может быть, именно ему в голову

пришла идея увековечить на медали Уильяма Бомона. Но вернемся к работам Кенпона по пищеварению, нашедшим отражение в книге «Пищеварение и здоровье».

Много работая над вопросами физиологии пищеварения, Кенпон не мог обойти своим вниманием такие значительные феномены, как голод и жажда.

Следует сказать, что рассуждения о природе чувств голода и жажды можно найти в трудах ученых прошлых столетий. Интересно, что постановка вопроса о механизме возникновения голода и в те времена носила альтернативный характер. Ощущения голода зависят оттого, что в организме уменьшился запас питательных веществ, говорили одни; голод зависит от состояния пустого желудка, утверждали другие. Французский ученый-анатом Биша (1771—1802) указывал на два названных механизма, не отдавая предпочтения ни одному из них.

Бомон, наблюдая своего пациента, пришел к выводу, что чувство голода зависит оттого, что выделяемый трубчатыми железами сок задерживается в протоках желез и оказывает давление, которое и воспринимается как голод. Таким образом, он стал сторонником теории местных механизмов голода.

Д. Г. Льюис в своей книге «Физиология обыденной жизни» [3] перечислял воззрения различных ученых прошлого, также расценивавших чувство голода или в плане общего состояния организма, лишенного пищи, или в плане чувствительности к изменениям, возникающим в пустом желудке.

Прошедшее столетие донесло до нас несколько монографий и фундаментальных статей, посвященных голоду и его механизмам. Так, в 1852 г. вышла книга Биддера и Шмидта [4], работавших в Дерпте и экспериментировавших на фистульной собаке (вскоре после разработки этой методики хирургом В. А. Басовым). Ученые показали, что выделение желудочного сока наиболее интенсивно после предшествующего голодания, и придавали большое значение отсутствию секреции как причине ощущения голода.

Несколько позже немецкий физиолог Шифф [5] посвятил большую книгу физиологии пищеварения и выступил в ней с подробным обоснованием концепции, что голод зависит от общего обеднения организма питательными веществами.

Итальянский физиолог Лючиани [6] представил в своей книге наибольшее количество клинических и экспериментальных данных о голоде и его механизмах, также отдавая предпочтение влиянию изменения химического состава крови и тканей на возникновение голода, но приводя факты, не укладывающиеся в эти представления.

Несмотря на обилие литературных данных по вопросу о голоде, Кеннон считал необходимым заняться этой проблемой.

### Аппетит и голод. Механизм голода

Множество разрозненных и противоречивых данных, вытекающих из работ разных ученых, не были систематизированы и требовали уточнения и обобщения. Начав заниматься проблемой голода, Кеннон остановил свое внимание прежде всего на различии в понятиях «аппетит» и «голод». Аппетит, голод — что это? Различные степени одного и того же состояния или качественно разные явления?

В трудах физиологов, чья деятельность предшествовала деятельности Кеннона, не было четкого определения понятий «аппетит» и «голод». Не было такого определения и в трудах современников.

В работах И. П. Павлова и сотрудников его лаборатории также подчеркивалась разница в понятиях «голод» и «аппетит». Аппетит, например, характеризовался как «страстное желание еды у голодного животного». В трудах Павлова доказывалась зависимость ощущения голода от состояния секреции в желудке. И. П. Павлов писал: «Постоянно оказывается, что, как только уничтожается возможность выработки желудочного сока, аппетит или падает или совсем исчезает, не хватает воды — аппетит пропадает, недостает хлора — аппетит пропадает также. Возьмем какой-нибудь день голодания: сока мало, аппетит падает, затем собаку нельзя уже заставить есть. Положим, что это произошло от недостатка хлора, вливаем собаке обычную порцию воды с добавлением  $\text{HCl}$  — сразу же через 2—3 часа появляется аппетит, при этом вкус играть роль не может, так как воду с  $\text{HCl}$  мы вливаем прямо в желудок...» И далее: «Из этих примеров видно, что аппетит есть верное отражение пищеварительного капаля и

что в нашей власти есть прямые средства к тому, чтоб вернуть аппетит» [7, стр. 229—230].

С другой стороны, в своей так называемой Нобелевской речи, произнесенной в Стокгольме в 1904 г., Павлов утверждал, что «аппетит — это жадное стремление к пище — оказался постоянным и мощным возбудителем желудочных желез.

Мы должны допустить, что при акте еды жадное стремление к еде — аппетит — стало быть, психическое явление — служит сильным и постоянным возбудителем» [7, стр. 360].

Цитируя далее высказывания Павлова об аппетите, мы встречаем и такое определение: «...аппетит как основа наслаждения пищей есть реальный возбудитель секреторных нервов желудка, и следовательно, горькие (вызывающие аппетит.— *Авт.*) вещества суть также возбудители, и притом лучше многих из тех, которые при крайне искусственных лабораторных условиях дадут какое-нибудь отделение» [8, стр. 268].

Итак, по-видимому, Павлов не ставил своей задачей дать четкую формулировку аппетита и голода, увидеть разницу в этих понятиях. Кроме того, из приведенных цитат следует, что в одних случаях нарушения сокоотделения в пищеварительной системе Павлов считал причиной потерю аппетита, в других — потеря аппетита, по его мнению, служила причиной нарушения отделения пищеварительных соков. Разумеется, приводя эти противоречивые цитаты Павлова, следует оговориться, что вопрос об аппетите и голоде затрагивался Павловым лишь косвенно и не являлся предметом его специальных исследований.

Кенноп специально обратил внимание на дифференциацию понятий «аппетит» и «голод». Он считал, что правомерно различать эти два чувства.

Аппетит, по его представлению, может возникать на фоне сытости и отсутствия желания есть. Он проявляется избирательно, по отношению к какому-либо определенному блюду. Например, при виде хорошо приготовленного бифштекса, яблочного пирога и т. д. Таким образом, можно иметь аппетит и не испытывать чувства голода. Аппетит как бы приглашает человека за стол.

Голод, в представлении Кеннопа, примитивная эмоция, присущая всем животным и людям при длительном

отсутствии возможности поесть. «Голод не приглашает человека поесть — он настоятельно толкает его это сделать» [1, стр. 21]. Голодному человеку важнее количество пищи, чем качество. Недаром на многих языках существует пословица: «Голод — лучший повар». Голодный человек ощущает нудное, неприятное чувство в подложечной области, нередко головную боль и разбитость. При таком состоянии никакое дело не идет на ум, и в конце концов ощущение может достичь такой силы, что человек теряет контроль над своими действиями.

Чем же вызывается подобное состояние человека или животного, длительное время лишенного пищи?

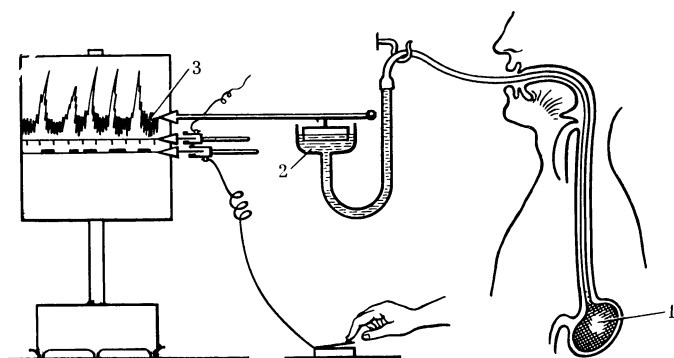
### **Голод — «общее чувство», связанное с обеднением крови питательными веществами**

Как уже говорилось, большинство ученых до Кеннона считали голод «общим чувством», исходя из того, что при длительном отсутствии пищи кровь содержит мало питательных веществ. Такая кровь омывает мозговые центры и вызывает субъективное чувство голода. Отсюда вторично возникает специфическое поведение голодного человека или животного, сводящееся к поискам пищи.

Следует указать, что представление о «голодной крови» родилось из экспериментов многих ученых из разных стран. Так, например, И. П. Разенков [9] переливал кровь накормленной собаки голодному животному и убеждался в том, что у последнего из фистулы начинает выделяться желудочный сок.

И. П. Чукичев [10], изучая механизм голода, также ставил опыты на собаках, регистрируя при этом движения желудка. Он вливал голодной собаке кровь накормленной собаки и убеждался в том, что голодная периодическая деятельность желудка у первой собаки при этом исчезала. Если собаке накормленной влить кровь голодной собаки, то у сытой собаки могут возникнуть сокращения желудка, весьма напоминающие голодную периодику.

Из этих работ и им подобных вытекало, что состав крови сытого и голодного животных различно действует на моторику желудка. В крови голодного животного появляются раздражители, которые способны вызывать периодичную двигательную активность желудка. О таких



*Запись голодной моторики желудка*

1 — баллон, введенный в желудок; 2 — капсула Маррея; 3 — кривая периодических голодных сокращений

раздражителях позже подробно писал и Бробек [11], указывая, что к ним относится гипогликемия — снижение сахара в крови, обеднение крови липидами и аминокислотами. В целом Бробек склонялся к мысли о множественном взаимодействии факторов, вызывающих чувство голода.

Проанализировав точку зрения некоторых ученых-современников о превалирующем значении обеднения крови питательными веществами в генезисе (происхождении) субъективного чувства голода, Кеннон пришел к выводу, что такое объяснение недостаточно. Свое утверждение он подкрепил определенными доводами.

Так, например, после известного срока голодания ощущение чувства голода притупляется, несмотря на то что кровь продолжает оставаться бедной питательными веществами и истощение питательных веществ крови прогрессирует. Кроме того, можно, как полагал Кеннон, считать доказанным тот факт, что сам мозг не обладает большой чувствительностью к колебанию содержания в крови иных компонентов, чем газы <sup>1</sup>.

При заболеваниях, связанных с лихорадкой, когда из организма усиленно выводятся питательные вещества,

<sup>1</sup> В настоящее время такое представление опровергнуто многими экспериментаторами.

ощущения чувства голода, несмотря на это, нет. Это обстоятельство Кеннон также считал доказательством того, что голод не связан прямым образом с так называемой голодной кровью. (Нам представляется, что при лихорадке, сопровождаемой интенсивными катаболическими процессами, кровь может содержать большое количество продуктов распада собственных белков тела и ее нельзя считать «голодной», обедненной питательными веществами.)

Кеннон отмечал также, что, когда голодавший начинает есть, острое ощущение голода исчезает обычно до того, как кровь насыщается питательными веществами (что происходит лишь с течением некоторого времени). Кроме того, ощущение голода уменьшается при проглатывании балластных веществ, не имеющих питательной ценности и не всасывающихся в кровь.

Само по себе чувство голода неравномерно. Человек ощущает как бы «удар голода», затем следует относительно спокойный промежуток, нарушаемый вновь возникновением «удара». Это также не согласуется с представлениями о решающей роли «голодной крови», так как обеднение организма питательными веществами развивается равномерно и постепенно.

Исходя из таких рассуждений, Кеннон пришел к выводу, что понятие о механизмах возникновения голода должно быть пересмотрено или хотя бы пополнено. На протяжении 1904—1911 гг. Кеннона занимал этот вопрос. Он и его сотрудники ставили опыты на собаках и на себе самих.

### **Голод — «местное чувство», связанное с импульсами, возникающими в пустом желудке**

Внимание Кеннона привлекало прежде всего то, что голод обладает периодичностью. Естественно было бы предположить, что это связано с какими-то явлениями в желудке, также имеющими периодический характер.

Выше говорилось о том, что Кеннону наряду с другими исследователями (Карлсон, Болдырев и др.) удалось выявить периодические сокращения пустого желудка.

Анализируя свои прежние эксперименты, Кеннон [12] поставил вопрос: не связаны ли сокращения пустого же-

лудка с возникновением ощущений голода? Если это так, тогда оправдывается данное Кенноном название «голодные сокращения», так как окажется, что они не только возникают в пустом — голодном — желудке, но также генерируют субъективные ощущения голода!

Собака не может дать отчет о переживаемых ею ощущениях, и Кеннон вновь обратился к опытам на человеке.

Сначала он сверял свои субъективные ощущения при голоде со звуковыми явлениями в желудке («урчанием»), выслушиваемыми с помощью стетоскопа, и убедился, что интенсивные «урчания» совпадают с атаками голода. Данные подтверждались при выслушивании его ближайших сотрудников. Не было лишь объективных доказательств.

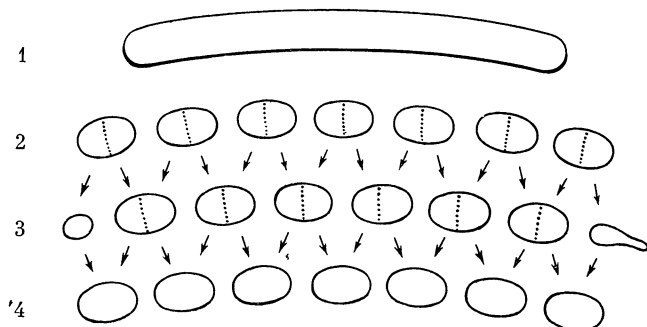
Ученик Кеннона — Артур Вешберн [13] вызвался провести опыты на себе. Процедура была не из приятных. Молодой ученый проглатывал специальный зонд, оканчивающийся баллончиком. Система эта герметически соединялась с капсулой Марeya. Баллончик и резиновая трубка, соединяющая его с капсулой, заполнялись водой. В остальном отрезке трубки и в капсуле находился воздух. Параллельно записывалась кривая дыхания (вокруг грудной клетки укреплялась манжетка, наполненная воздухом и соединенная со второй капсулой Марeya). Артур сидел спиной к кимографу, чтобы не видеть записи. Так он просиживал на протяжении нескольких часов многократно. На кимографе регистрировались периодические сокращения желудка и дыхание, а испытуемый нажимал на ключ, регистрирующий отметку раздражения всякий раз, когда ощущал «приступ» голода. Была выявлена строгая закономерность: субъективное ощущение голода неизменно следовало тотчас за начинающимися перистальтическими сокращениями пустого желудка.

Итак, эти наблюдения как будто дали достаточный материал, чтобы Кеннон создал свою концепцию о чувстве голода: «Чувство голода связано с периодическими спастическими сокращениями пустого желудка». Но возражение вызвало новое обстоятельство. С течением времени чувство голода у человека, как известно, притупляется, однако «голодная перистальтика» продолжает записываться. Таковы были данные и самого Кеннона.

Казалось бы, эти данные опровергали основной вывод Кеннона, что ощущение голода является результатом сок-



ращения пустого желудка. Но такое противоречие не показалось Кеннону существенным. Он решил, что продолжающиеся длительное время перистальтические сокращения желудка человек перестает ощущать в силу присущей каждой системе организма адаптации к постоянно действующему раздражителю. Человек «привыкает» к сокращениям желудка так же, как к тиканью часов или к уличному шуму, доносящемуся в открытое окно.



*Схематическое изображение Кенноном ритмической сегментации кишечника*

1 — равномерное распределение содержимого кишечника; 2—4 — формирование и перемешивание комочков в процессе чередующихся сокращений и расслабления кишечника

Таким образом, сокращающийся желудок создает объективное ощущение голода. Но что же заставляет сокращаться желудок? Исследования показывают, например, что при введении инсулина в такой дозе, которая снижает количество глюкозы в периферической крови на 25%, наблюдаются сильные сокращения желудка, приносящие с собой ощущения голода.

Однако в физиологических условиях не бывает такого резкого снижения сахара в крови, как при введении инсулина. Кеннон признавал, что нельзя отрицать, что изменения в крови при голоде имеют место и что в связи с этими изменениями начинаются и перистальтические движения голодного желудка. Именно эти движения желудка служат, по представлению Кеннона, непосредственной причиной голодных ощущений, т. е. приводят к возбуждению соответствующих структур мозга.

Выше уже упоминалось, что одновременно с Кенноном в России Болдырев записывал «голодные движения желудка». Но в работах Болдырева [14, 15] мы видим изложение совершенно иного взгляда на соотношение голодных движений желудка и ощущения голода.

Болдырев писал в своей диссертации: «Так как периодические явления наступают только при голодном состоянии собаки, то естественной кажется мысль, что они именно голодом и обуславливаются и что от степени голодности животного может зависеть частота, интенсивность и продолжительность периодов работы» [14, стр. 93]. Как видно из приведенной цитаты, Болдырев считал голодные сокращения желудка не причиной, а следствием ощущений голода <sup>1</sup>.

Ко всему сказанному о работах Кеннона по механизму возникновения ощущения голода следует добавить, что время почти не внесло корректив ни в его выводы [16], ни в опыты. Разумеется, проблема в целом обогатилась новыми данными. Усилия последующего поколения физиологов в большей мере направлены на выявление структур в центральной нервной системе, ответственных за чувство голода. Такие центры голода и насыщения были найдены в области гипоталамуса. Кеннону и Павлову они не были известны. Большая заслуга в разработке вопроса о локализации и роли этих центров принадлежит индийскому ученому Ананду [17].

Исследование роли этих центров стало возможным лишь после разработки методики строго локального вживления электродов в различные отделы центральной нервной системы. Электроды такого рода позволили в хронических опытах наносить раздражение или отводить биотоки в пределах отдельных ядер гипоталамуса. Усиливающие и регистрирующие устройства позволили записывать электрические явления. Параллельно проводимые

---

<sup>1</sup> Следует подчеркнуть, что в отличие от Кеннона, ставившего своей целью изучение механизмов голода, Болдырев в своей диссертации затрагивал этот вопрос лишь мимоходом. Основной целью его диссертации было выявление периодики в секреторной деятельности голодных животных. Работы Болдырева тщательно выполняются и благодаря интересным фактам и гипотезам заслуживают внимания физиологов, работающих над вопросами физиологии пищеварения и в наши дни.

наблюдения над поведением животных при раздражении определенных мозговых структур дали возможность судить об их роли в регуляции тех или иных функций. После того как центр голода был описан целым рядом авторов, можно считать, что он заложен в области латерального гипоталамуса. В медиальных ядрах гипоталамуса физиологи обнаружили центр «насыщения». Раздражение центров голода с помощью вживленных электродов приводит к тому, что животное начинает искать пищу, а найдя ее, принимается энергично есть. Раздражение центра «насыщения» прерывает акт еды. Животное равнодушно отворачивается от предлагаемой пищи. Отводя биопотенциалы от латерального отдела гипоталамуса, Ананд отметил, что в этот отдел поступают импульсы при перистальтике пустого желудка. При растяжении желудка баллоном, введенным в фистулу, т. е. при имитации таким способом переполненного, сытого желудка, импульсы поступают в медиальные ядра гипоталамуса. Это обуславливает ощущение насыщения, отказ от пищи. В формировании поведения, связанного с поисками и поеданием пищи, принимают также участие лимбическая система и кора больших полушарий (лобные доли).

Опытами Судакова показано наличие электрофизиологических изменений в области переднего мозга животных, свидетельствующих о возбуждающем действии голода [18]. Таким образом, было показано, что центр голода — множественное образование, локализующееся в различных отделах центральной нервной системы. Функциональная организация центра голода вполне соответствует представлению о «центрах» различных функций, выдвинутому в свое время А. А. Ухтомским и сформулированному им как «конstellляция нервных центров». Наличие центра голода еще больше расширило объем наших знаний об этом комплексном физиологическом состоянии.

Таким образом, в наши дни принято считать, что в формировании ощущения голода играют роль следующие факторы: 1) импульсы, идущие от пустого желудка при его периодических сокращениях; 2) «голодная» — бедная питательными веществами кровь; 3) возбуждение гипоталамического центра голода и связанных с ним центров лимбической системы и коры больших полушарий (в настоящее время доказано, что хеморецепторы, сигнализирующие о недостатке питательных веществ в крови,

имеются в сосудистом русле и, кроме того, в самих гипоталамических центрах). Каково же соотношение между указанными факторами?

Е. Б. Бабский пишет по этому поводу следующее: «В соответствии с современными представлениями можно думать, что изменения состава и свойств внутренней среды организма являются гуморальными раздражителями ядер гипоталамуса, чувствительных к сдвигам в химизме организма, что вызывает периодическую деятельность органов пищеварения. Возникновение этой деятельности приводит к тому, что поток импульсов от рецепторов желудка и кишок поступает к высшим отделам нервной системы, обуславливая возникновение ощущения голода и стимулируя поиски пищи» [19].

Наиболее подробное освещение современного состояния вопроса о механизме голода и насыщения изложено в книге П. В. Судакова «Биологические мотивации» и в статье П. К. Анохина и К. В. Судакова «Нейрофизиологическая теория голода, аппетита и насыщения» [20].

Авторы анализируют представления о голоде и насыщении, имеющиеся в литературе. Основываясь на собственных экспериментах, они выделяют значения некоторых механизмов. Так, опыты на близнецах, имеющих общее кровоснабжение и отдельные верхние отделы пищеварительного тракта, показали, что при кормлении одной из сестер вторая некоторое время спустя все еще ощущала чувство голода, несмотря на то что «голодная кровь» в этот период уже успела смениться «сытой».

Таким образом, на первый план выступает вновь значение местных факторов в формировании чувства голода. К местным факторам относят не только импульсы, исходящие из пустого желудка, но также импульсы из полости рта, глотки, т. е. верхних отделов пищеварительного тракта. Саморегуляция пищевого гомеостаза, по представлению авторов, складывается из «внутреннего звена» и «внешнего звена». При возникновении голода, а следовательно пищевой мотивации, осуществляется в первую очередь мобилизация внутренних резервов организма — выброс в русло крови некоторых пищевых веществ из депо. Депонированные пищевые вещества и составляют «внутреннее звено». При условии продолжающегося состояния голода мобилизуется система мозга — подкорковые и корковые механизмы, которые обуславливают слож-

ные формы пищевого поведения животного — различные пищедобывательные реакции. Это поведение завершается добыванием пищи, что ведет к заполнению пищеварительного тракта и к прекращению стимуляции центров голода импульсами из пустого желудка и воздействием «голодной» крови. Возбуждение центра насыщения факторами противоположного действия — импульсами из наполненного желудка и «сытой» кровью — приводит к реципрокному торможению центра голода. По теории П. К. Анохина, пищевая мотивация — мощная движущая сила для формирования пищевого поведения, осуществляемого в рамках определенной функциональной системы — этой универсальной системы любой деятельности. Функциональная система в данном случае складывается из афферентативного синтеза формирования решения, акцептора действия и соответствующих реакций. Обратная афферентация, появляющаяся в ходе реакции, в одних случаях совпадает, в других не совпадает с акцептором действия. В результате этого в первом случае деятельность данного этапа завершается или во втором случае после ориентировочной реакции, наступающей в результате рассогласования результата действия с акцептором действия, перестраивается.

Так можно схематически представить себе последовательность явлений, связанных с ощущением голода и насыщения. Можно соглашаться или не соглашаться с этой последовательностью, однако несомненным остается факт: Кеннон опытами с голодной моторикой желудка внес свою лепту в разрешение вопроса о голоде.

Факты, полученные Кенноном, не сходят со страниц учебников. Так, в последнем учебнике физиологии, выпущенном под редакцией Е. Б. Бабского в 1972 г. [19], приводятся кривые из работ Кеннона и Уошберпа, в которых зарегистрированы голодные сокращения желудка и ощущения голода у человека.

### **Механизм ощущения жажды**

В книге «Пищеварение и здоровье», а также в отдельных статьях Кеннона и его сотрудников отражены работы Гарвардской лаборатории по вопросу о механизме жажды. Эта же тема была избрана для прочтения «крупиапской лекции» Кенноном в 1918 г. в Лондоне [21].

Принято считать, что вопрос о природе жажды был к тому времени в такой же степени не нов, как и вопрос о природе голода. Достаточно сказать, что еще Рене Декарт (1596—1650) писал: «Когда мы чувствуем потребность в воде, возникает некоторая сухость в глотке, которая оказывает действие на нервные окончания и через них на внутренние части мозга. Это оказывает влияние на разум, вызывая ощущение жажды, потому-то в этом случае нет ничего более полезного для нас, чем осведомленность о том, что для сохранения здоровья нам необходимо напиться» [цит. по 22, стр. 381].

Из этого высказывания вытекает, что в основе механизма возникновения жажды уже тогда видели сочетание обезвоживания организма с сухостью во рту.

Широко известен факт, что жажда — ощущение, еще более мучительное и непереносимое, чем голод. Для существования организма необходимо поступление извне кислорода, пищи и воды. Без кислорода человек может жить считанные минуты, без пищи — недели, без воды, в условиях высокой внешней температуры, вряд ли продержится более трех дней.

Кеннон напоминает, что по существу всякий организм живет в воде. Естественно, что вода является необходимой средой обитания для рыб и отчасти для земноводных. Но и млекопитающие, обитая в воздушной среде, как бы заключили в себе воду. Она составляет большую массу каждой клетки, из нее в большей степени состоят ткани внутренней среды организма: кровь и лимфа. Вода диффундирует в соединительную ткань, которая имеется в любом органе, и депонируется в этой ткани.

Кожа отделяет нашу внутреннюю среду от воздуха, и все клетки, так же как и ткани, живут во внутренней водной среде. Излишки воды выводятся из организма с потом, испарениями и мочой.

Значение воды для жизни человека в целом колоссально. Недаром столько обрядов у древних народов связано с водой: моление о дожде, крещение и т. д.

Запасы воды в соединительной ткани, как подчеркивает Кеннон, служат важнейшим резервом на случай травмы. Представим себе, что в результате ранения человек теряет много крови. Потеря крови грозит ослаблением сердечной деятельности, что прогрессивно приводит к падению кровяного давления. В этих случаях вода поступа-

ет из соединительной ткани в сосудистое русло и восполняет количество циркулирующей в нем жидкости. За счет этого поднимается кровяное давление, нормализуется работа сердца, восстанавливаются регуляторные механизмы, помогающие организму преодолеть последствия гравмы.

В отсутствие воды наблюдается обезвоживание организма, которое может достигать разных степеней. Сначала оно проявляется в уменьшении слюноотделения — сухости во рту, затем начинает сохнуть конъюнктура глаз, язык распухает, превращаясь в нечувствительную массу, заполняющую весь рот.

Количество воды в организме относительно постоянно. Запас ее пополняется питьем. Пить человека заставляет жажда. Жажда гонит человека или животное искать воду. Именно ощущение жажды стоит на страже гомеостаза воды. По поводу механизма ощущения жажды существовали две точки зрения. Одни исследователи приписывали жажду обезвоживанию крови — сгущению ее [23, 24]. Другие считали, что жажда зависит от возникновения сухости во рту.

Вопрос казался неясным. Это дало повод французскому физиологу Ф. Можанди утверждать: «Жажда — инстинктивное ощущение, результат особой организации и не поддается объяснению» [1, стр. 54].

В противоположность этой точке зрения Бомон — этот здравомыслящий, не прибегающий к теоретизированию практик, утверждал: «Жажда может считаться инстинктивным ощущением не больше, чем другие чувства, обуславливающие экономию. Говорить, что это «результат организации особого рода», — значит не давать никакого объяснения, сводить их к нулю, и, конечно, это неудовлетворительный путь решать вопросы» [1, стр. 55].

### **Жажда — «общее чувство», зависящее от обезвоживания организма**

Теория, согласно которой жажда — так называемое «общее чувство», долго считалась общепринятой. Клод Бернар также придерживался этой теории. Чтобы найти ее экспериментальное обоснование, ученый ставил опыты с фистульной собакой, некоторое время содержавшейся

на безводном режиме. Собака пила, а вода выливалась из желудочной фистулы. По описанию Клода Бернара, «собака пила до изнеможения», так как не могла утолить жажду. Этот опыт, как считал Клод Бернар, служил доказательством в пользу его теории о том, что жажда является «общим чувством»: полость рта во время питья собаки постоянно смачивалась, однако это не умеряло жажды животного.

Комментируя этот опыт, Кеннон возражал: «Собака пила не бесконечно, а по прошествии некоторого времени переставала пить.

Клод Бернар толковал это явление как результат крайнего переутомления собаки однообразным актом. На деле же неизвестно: может быть, у собаки и притуплялась жажда в связи с тем, что полость рта все время смачивалась».

Доказательства того, что жажда зависит от обеднения организма водой, — а именно этот фактор отражается в субъективном ощущении — многие авторы считали потребность пить после кровопотери, обильного потоотделения и т. д.

Анализируя литературные данные, утверждающие, что жажда — результат обезвоживания организма в целом, Кеннон счел их недостаточно убедительными. Его внимание привлекла группа фактов, указывающих, что чувство жажды возникает при сухости ротовой полости.

### **Жажда — «местное чувство», связанное с сухостью во рту**

Личные наблюдения Кеннона, некоторые побочные данные, вытекавшие из его опытов с пищеварением, говорили и о том, что в возникновении ощущений жажды играют роль местные факторы — сухость во рту. В этом вопросе он опирался также на опыты своих предшественников.

Еще в середине прошлого столетия Биддер и Шмидт в Дерпте ставили эксперимент такого рода: все выводные протоки слюнных желез в полости рта зашивались, в результате чего слюна в полость рта не выделялась. После такой операции собаки постоянно и обильно пили, хотя их организм вовсе не был обезвожен.



Кеннон подчеркивал, что сама жизнь дает нам примеры, с помощью которых можно убедиться, что сухость во рту создает ощущение жажды. Одним из таких примеров может служить сухость во рту у докладчиков или лиц, впервые публично выступающих. Графин с водой и стакан — неизбежные спутники докладчиков.

Эмоциональное нарушение соливации было известно еще в древности. Кеннон в своей книге приводит такой пример. В Древней Индии, когда возникала необходимость найти виновного в каком-либо преступлении, всем лицам, подозреваемым в этом преступлении, предлагали пожевать сухие зерна риса. По прошествии некоторого времени предлагалось всем выплюнуть рис. Преступник, испытывавший особо сильное волнение, выплевывал совершенно сухой рис, в то время как невиновные, не испытывавшие таких эмоций, выплевывали рис, смоченный слюной.

Таким образом, по-парушению слюноотделения в результате волнения в те годы, когда человечество не имело представления о каких бы то ни было физиологических механизмах этих явлений, узнавали виновного.

В приведенном выше примере налицо сухость во рту, несомненно вызывающая жажду, при которой, однако, нет обезвоживания организма.

Еще одним примером, когда устранение сухости в полости рта приводит к устранению жажды, служил опыт с кокаинизацией. Как оказалось, кокаинизация полости рта снимает ощущение жажды даже при наличии диабета, сопровождающегося постоянной жаждой. Люди и животные с кокаинизированной слизистой ротовой полостью переставали ощущать жажду даже при обезвоживании организма. Жажда восстанавливалась только тогда, когда проходило действие кокаина.

Опыты для выяснения механизма жажды проводил на себе и сам Кеннон [24]. Кеннон принимал определенную дозу атропина, как известно снижающего отделение слюны (атропин парализует переход импульса с секреторных парасимпатических нервных волокон на ткань железы). После принятия атропина Кеннон ощущал жажду. Он смазывал слизистую полости рта кокаином. Ощущение жажды исчезало и восстанавливалось лишь по прошествии определенного времени, когда действие кокаина прекращалось.

Поскольку опыты такого рода не вызывают сомнений в том, что и без обезвоживания жажда возникает лишь при искусственной сухости в полости рта, Кеннон пришел к заключению о важности этого местного механизма. С другой стороны, столь же неопровержимыми оставались данные о наличии жажды при обезвоживании организма.

Кеннон выдвинул оригинальную гипотезу, рассматривая жажду как механизм, побуждающий к сохранению гомеостазиса воды. Полость рта он рассматривал как своеобразную рефлексогенную зону, вынесенную на периферию. В ходе эволюции, когда животные «вышли из воды», как говорится «заключив в себя определенное количество воды» в виде тканей внутренней среды, создавалась необходимость развития механизма, обеспечивающего постоянный запас этой воды в организме.

Полость рта, в норме находящаяся во влажном состоянии за счет соликации (слюноотделения), служит тем рецептивным полем, с которого начинаются рефлекторные реакции поиска воды при наличии определенной сухости во рту. Когда в организме уменьшается количество воды, это приводит к ухудшению кровоснабжения слюнных желез, что в свою очередь способствует высыханию слизистой рта. Последний фактор и вызывает ощущение жажды.

Описав такую последовательность событий, Кеннон как бы соединил теорию общего и местного чувства жажды. После того как жажда утоляется водой, количество жидкости в организме возрастает, слюноотделение становится нормальным по количеству, сухость во рту исчезает и в состоянии такого водного «комфорта» чувства жажды нет.

Кеннон и его сотрудники в опытах на себе самих изучили соотношение местного и общего факторов.

Один из используемых для такого изучения методов сводился к следующему. Испытуемый несколько минут дышал с открытым ртом. Это вызывало высушивание слизистой. Результатом такого высыхания являлась усиленная соликация после того, как испытуемый закрывал рот (слюна собиралась, и количество ее, выделяемое за единицу времени, измерялось). Реакция оказалась строго дозированной, постоянной. Она получила название «рефлекс сухого рта».

Оказалось, что если человека долгое время лишать воды, то количество выделяемой слюны в пробе «сухого рта» значительно снижается. Так, например, ученик Кеннона — Грегерсен не пил на протяжении 48 часов. Проба «сухого рта» дала резкое снижение слюноотделения [25]. Слюны выделилось в 5 раз меньше, чем при нормальном состоянии испытуемого. В опытах Грегерсена в изучение механизмов слюноотделения были введены четкие количественные показатели.

Сам Кеннон исследовал влияние потения на соливацию. Предварительно он измерял количество слюны, которое выделялось у него за 3 минуты жевания резинки. Получалась определенная «норма». После установления нормы Кеннон укутывался шерстяными одеялами, обкладывался грелками. В результате профузного потения он терял «пинту воды», что определялось на основании взвешивания.

После такой процедуры он снова жевал в течение 3 минут жевательную резинку. Секретция слюны на жевание резинки в результате такой потери воды организмом снизилась у Кеннона на 50%.

Тот же ученик Кеннона — Грегерсен исследовал на себе влияние кровопускания на соливацию. Он выпускал из вены 500 мл крови и определял «рефлекс сухого рта» как до, так и после кровопотери. Оказалось, что после кровопотери объем рефлекса уменьшился на 80%.

Эти опыты и легли в основу схемы Кеннона о соотношении общих и местных механизмов жажды.

Таким образом, по его представлению, жажда всегда связана с местным изменением слизистой полости рта. В свою очередь это зависит от снижения соливации в связи с обезвоживанием путем геморрагии, потоотделения, воздержания от питья.

Кроме опытов, проводимых на людях, Кеннон и его сотрудники ставили эксперименты на животных, имеющие цель выявить механизм жажды. Эти эксперименты дали возможность Кеннону получить новые факты, не описанные до него.

Грегерсен выявил, что после еды собаки склонны пить. Если такое желание собаки не может быть удовлетворено тотчас, то по прошествии некоторого времени собаки уже не стремятся пить, а, наоборот, отказываются от питья.

Наблюдение, подтвержденное на большом количестве экспериментальных животных, получило свое объяснение,

Прием пищи совпадает с выделением в полость пищеварительного канала большого количества соков. В результате количество воды в крови временно снижается. Выделение слюны тормозится. Ощущается жажда. Если в этих условиях животное не получает воду, то события продолжают свое закономерное течение: пищеварительные соки вместе с продуктами ферментативного расщепления пищи всасываются в кровь, кровь вновь обогащается водой, соливание поднимается до нормального уровня и ощущение жажды исчезает.

Эти факты, обнаруженные и расшифрованные Кенноном и его учениками, дали исследователям повод для практического использования полученных данных.

Кеннон писал: «В процессе или тотчас после еды вполне целесообразно пить воду, чтобы облегчить выделение достаточного количества желудочного и прочих пищеварительных соков, не снижая уровень жидкости в сосудистой системе».

Обильная еда, как отмечал Кеннон, сопровождается по тем же причинам снижением мочеобразования. В то же время после еды количество мочи возрастает тогда, когда пищеварительные соки всасываются из пищеварительного канала обратно в кровь. Закономерные колебания баланса воды в организме в связи с приемом пищи, подчеркнутые Кенноном, дополнили представление физиологов как о пищеварительной функции, так и об обмене воды в организме.

Обращает на себя внимание тот факт, что открытие важного механизма перераспределения воды в организме при пищеварении некоторые авторы приписывают разным ученым, не называя при этом Кеннона. Так, П. Мильнер в своей книге «Физиологическая психология» пишет: «Мак-Клиари показал, что поступление пищи в желудок обычно сопровождается обезвоживанием организма, так как вода устремляется в пищеварительный тракт» [26, стр. 402]. Это высказывание опирается на данные Мак-Клиари, опубликованные лишь в 1965 г., т. е. через 20 лет после смерти Кеннона.

В статье П. К. Анохина и К. В. Судакова «Нейрофизиологическая теория голода, аппетита и насыщения» упомянута работа Шварцбаума и Варда [20] как осново-

положников представления о том, что прием пищи приводит к «мобилизации воды из тканей». Работа Шварцбаума и Варда вышла также много лет спустя после работы Кеннона. Нам кажется, что необходимо подчеркнуть приоритет Кеннона в обнаружении и описании перераспределения воды в организме в связи с приемом пищи.

В те годы, когда Кеннон занимался изучением механизмов жажды, не проводились исследования центральных структур мозга, от которых зависит жажда. Несмотря на это, исследователи чисто гипотетически с давних пор стали выдвигать предположение о наличии специального центра жажды. При этом многие считали, что первые элементы, управляющие чувством голода и жажды, одни и те же.

Вопрос значительно проявился после того, как шведский ученый Андерссон [27] опубликовал данные своих исследований. В опытах на козе он установил, что длительное раздражение определенных зон гипоталамуса предварительно вживленными электродами приводило к тому, что экспериментальное животное начинало пить и пило неограниченно долго, выпивая до 16 л воды. По окончании раздражения коза тотчас прекращала пить. Зона, раздражение которой вызывало такой эффект, располагалась около паравентикюлярного ядра гипоталамуса. Эта зона и была признана зоной центра жажды. Этот центр приходит в состояние возбуждения при обезвоживании организма и во взаимодействии с другими структурами мозга реализует питьевую реакцию, если поблизости есть вода, или поиски таковой, если поблизости воды нет.

В наши дни достаточно хорошо исследованы механизмы водно-солевого обмена в организме. Как известно, обмен воды и электролитов неразрывно связан. Водное равновесие в основном регулируется по показателям осмотического давления. Осмотическое давление колеблется, и колебания его воспринимаются как периферическими рецепторами сосудистого русла и тканей, так и рецепторами, локализующимися внутри самой центральной нервной системы (например, рецепторами в форме пузырьков, описанными Верне). При обезвоживании организма импульсы, посылаемые осморепцепторами, направляются в центры гипоталамуса. В результате повышается выделе-

ние в кровь антидиуретического гормона, что приводит к снижению диуреза и экономии воды в организме. Возбуждение центра жажды и связанных с ним центров лимбической системы и других структур мозга определяет поведение животного, которое сводится к поиску воды.

Таковы механизмы сохранения и поддержания водного гомеостаза.

Методика меченых атомов, использование микроэлектродов для отведения биотоков от отдельных нейронов, использование ионофореза (введения микродоз различных веществ в нервные центры) — все это открыло широкие возможности дальнейшего изучения структур, участвующих в центральной регуляции водно-электролитного обмена.

Что касается места, занимаемого в общей схеме питьевого поведения животного импульсами, исходящими из ротовой полости, то Е. Б. Бабский пишет по этому поводу, как бы подводя итоги состоянию вопроса в наши дни: «...по всей вероятности, ощущение жажды, возникающее при уменьшении содержания воды в тканях и побуждающее к питью и восстановлению гомеостаза, имеет сложный механизм. Субъективно жажда воспринимается как ощущение сухости слизистой оболочки полости рта и глотки. Следовательно, в ее возникновении имеют значение импульсы от расположенных здесь рецепторов. Наряду с этим большое значение в возникновении жажды имеют осморецептивные нервные клетки в гипоталамусе, где находится центр водного обмена. Возбуждение этого центра, вызываемое раздражением осморецепторов, приводит к уменьшению выделения воды из организма и к понижению секреции слюнных желез, что и обуславливает ощущение сухости рта и глотки... гипоталамические ядра активизируют кору больших полушарий и тем самым обуславливают «питьевое поведение» (деятельность, направленная на поиски воды.— Авт.) [19, стр. 219].

Как видно из цитаты, несмотря на широкий фронт проведенных за последние десятилетия исследований и обилие полученного фактического материала, данные Кеннона не потеряли значения и его концепция не кажется устаревшей или опровергнутой. В этом отношении, как нам представляется, можно возразить Мильнеру, который в своей книге [26, стр. 381] критикует Кеннона,

приписывая ему одностороннюю трактовку ощущения жажды как результата сухости в горле. Мильпер упускает из виду, что Кеннон связал общее обезвоживание со снижением секреции слюнных желез, что в свою очередь вызывает сухость во рту. Таким образом, в своей концепции он рассматривал механизмы возникновения жажды в их совокупности, что мы и ставим в заслугу ученому.

В книге Кеннона «Пищеварение и здоровье», в которой наиболее подробно изложены его работы по физиологии голода и жажды<sup>1</sup>, имеются и другие разделы. В частности, повторяются данные, полученные Кенноном, о моторике желудочно-кишечного тракта. Кроме того, на основании многочисленных исследований пищеварительной системы Кеннон дает читателю целый ряд советов, касающихся повседневной жизни.

Так, например, он говорит о нежелательности недоедания не только с точки зрения грозящего истощения организма, но исходя из данных своих экспериментов с тонусом желудка и кишечника.

Как уже говорилось, тонус этих органов развивается в достаточной степени лишь при условии, что содержимое давит на стенки и растягивает их. Малое наполнение органов пищеварительного тракта приводит к снижению тонуса. На фоне пониженного тонуса моторная деятельность осуществляется неkoordinированно. Еще более нежелательно избыточное переполнение пищей желудка и кишечника. Эти органы в таких случаях избыточно растягиваются, что также приводит в конечном итоге к потере тонуса и дезорганизации моторики. Кеннон придает особое значение степени растяжения толстых кишок. Расстройства дефекации, выражающиеся в хронических запорах, часто зависят от несвоевременного опорожнения кишечника. Прямая кишка и прилежащие к ней части толстой кишки длительно находятся в растянутом состоянии. Импульсы с рецепторов, сигнализирующие о готовности к дефекации, постепенно тормозятся, полости кишки приспособливаются к перерастяжению, и человек перестает ощущать потребность в дефекации, хотя

---

<sup>1</sup> Эти же данные вошли в ряд статей Кеннона и его сотрудников, а также составили часть книги «Телесные изменения при боли, голоде, страхе и ярости» [28].

имеются все объективные предпосылки к этому акту. В конце концов рефлекс настолько тормозится, что развивается постоянное перерастяжение толстых кишок и их анемия, степень которой может быть весьма значительна. Эти положения служат предпосылкой рекомендации, даваемой Кенноном,— своевременно опорожнять кишечник.

Исходя из павловских условных рефлексов, Кеннон рекомендует обращать внимание на аппетитность приготовления пищи, на обстановку, которая должна благоприятствовать принятию пищи. Рекомендует учитывать эмоциональный фактор — избегать повторения обстоятельств, при которых были условия для отрицательных эмоций. Кеннон подчеркивает недопустимость перегрузки пищеварительного тракта при недомоганиях, а также при переутомлении.

Подводя итог своим рассуждениям в книге «Пищеварение и здоровье», Кеннон говорит о труде экспериментатора. Этот труд может не иметь непосредственного выхода в практику—сиюминутного знания. Он может быть не понят современниками. Но каждая добросовестно выполненная работа прибавляет как бы новую ячейку к общей сумме знаний в медицине. В итоге последующие экспериментаторы или теоретики при обнаружении новых фактов нередко имеют как бы подготовленную матрицу и вкладывают свои факты именно в данную ячейку, заполняя тот или иной пробел в знаниях.

Кеннон рассматривает свои труды также как канву для последующих открытий. «Наградой экспериментатору служит мысль, что он помогает строить какие-то части истины. Медик, кроме того, может тешить себя надеждой, что его труд идет на пользу делу лечения больных»,— писал Кеннон [1, стр. 127].

Нам представляется, что работы Кеннона, касающиеся двигательной функции пищеварительного тракта, механизмов аппетита, голода и жажды, несут в себе много значительных и интересных фактов. Разумеется, их нельзя поставить в один ряд с достижениями И. П. Павлова, по существу создавшего раздел физиологии «Физиология пищеварения». Но в своем роде исследования Кеннона строго логично поставлены и проведены. Они, несомненно, являются выдающимися среди работ других физиологов, посвятивших себя исследованию функций желудочно-кишечного тракта.



Однако значение работ Кеннона по физиологии голода и жажды не исчерпывается вкладом в такой раздел науки, как физиология пищеварения. Работы по пищеварению дали начало исследованию вегетативной нервной системы, изучению эмоций и их влияния на деятельность внутренних органов, и, наконец, все перечисленное привело Кеннона к проблеме гомеостаза [28].

Голод и жажда в свете представлений о постоянстве внутренней среды впервые оценивались Кенноном как состояния, необходимые для поддержания гомеостаза. В этом аспекте рассматривается пищевая и водная мотивация и в наше время.

## Глава четвертая

---

### Создание У. Кенноном учения о физиологических механизмах эмоций

#### На стыке физиологии и психологии

Новую страницу и в биографии Кеннона, и в развитии современной физиологии и психологии открыли его исследования физиологических механизмов эмоций. Он перешел к ним после рассмотренной нами серии работ о механических факторах пищеварения. Новая проблема захватила его на многие годы. И хотя он сам полагал, что занимался ею всего лишь четыре года (1911—1915), как он пишет об этом в своей автобиографии, в действительности он неоднократно возвращался к ней и впоследствии, когда его внимание, казалось, поглощали совсем другие темы. Об этом говорят изменения, которые Кеннон вносил в переиздания своей книги «Телесные изменения при боли, голоде, страхе и ярости» [1], где и было изложено его опирающееся на многолетние экспериментальные работы Гарвардской лаборатории учение об эмоциях, вызвавшее широкий отклик в научных, да и не только научных кругах. Ведь речь шла об эмоциональных факторах поведения, представляющих интерес не только для физиолога и врача, философа и социолога, но и для всех, кто задумывается о побудительных силах человеческих поступков. Сам Кеннон, как он отмечает в предисловии к указанной книге, ориентировался не на специальную, а на широкую аудиторию, на читателя, способного уяснить содержание его концепции и без физиологической и медицинской подготовки.

Первое издание книги вышло в 1915 г., второе, дополненное новыми главами и материалами, — в 1929 г. В промежутке между этими двумя, заметно различающимися изданиями книга переиздавалась. Но и промежуточные издания не были стереотипными. Так, например,

в издание 1923 г. были включены описания опытов, проведенных после 1915 г., в частности данные о реакциях денервированного сердца — новой физиологической модели, изобретенной Кенноном в ответ на критику его представлений, изложенных в первом издании «Телесных изменений», со стороны кливлендской группы физиологов (Стьюарт и Рогов). К этому вопросу мы вернемся.

Монография Кеннона об эмоциях являлась, как и все другие его книги, обобщающей. Она включала наиболее существенное из того, что было добыто в лаборатории совместно с учениками. Большой список этих учеников открывал книгу. Им он и посвящал ее — «с приятными воспоминаниями о нашей совместной работе». Завершал книгу список опубликованных исследований, вышедших из Медицинской школы Гарвардского университета. Этот итоговый список существенно отличался от библиографии к отдельным главам, включавшей ссылки на публикации не только гарвардцев, но также физиологов других школ и направлений. Кеннон тем самым еще раз подчеркивал коллективный характер проведенного исследования. Он как бы указывал читателю, что представленная им общая картина телесных изменений при эмоциях — это не единоличное его творение, но итоги труда большой физиологической школы. Первой в приведенном списке значилась статья самого руководителя, касающаяся влияния эмоциональных состояний на пищеварение. Она была датирована 1909 г., т. е. годом, когда в Гарвардской лаборатории все еще шли полным ходом исследования по физиологии пищеварения. Называлась статья «Влияние эмоционального состояния на функцию алиментарного канала». Обращение к эмоциональному фактору может быть расценено в данном случае не только как правомерное, но и как необходимо вытекающее из общей логики разработки кенноновской программы.

С психологическими воздействиями на пищеварение сталкивались и медики-практики, и лабораторные работники. Обращение к психическим («душевному») моментам выводило за пределы устоявшихся естественнонаучных представлений. Эти представления включали либо анатомо-физиологические, либо физико-химические объяснения. С неопределенным «душевым влиянием» врачу и натуралисту нечего было делать. Вместе с тем, будучи людьми естественнонаучного склада ума, физиологи и медики

не могли не считаться с фактами, которые подсказывала реальность. Поэтому, как бы они ни стремились следовать путем, позволяющим обойти смутную и неопределенную область душевной деятельности (для объяснения которой у них не было ни надежных концепций, ни надежных методов), реальность вынуждала обращаться к психологическим понятиям. Так, у И. П. Павлова в его удостоенных Нобелевской премии работах по пищеварению появилось понятие «психическая секреция». Произошло это задолго до того, как были открыты условные рефлексy и экспансивный Ивaн Петрович заявил своим сотрудникам, что будет их штрафовать за упоминание о психике при объяснении объективно наблюдаемых реакций.

В знаменитой павловской экспериментальной модели у собак предварительно делалась операция: выделялся маленький участок желудка с нормальным снабжением нервами и сосудами. Его кончик выводился наружу, и благодаря этому можно было собирать и исследовать желудочный сок. Кроме того, использовались собаки с перерезанным пищеводом. Изучение секреции позволяло проследить, как сказывается на пищеварении тот или иной вид пищи, с одной стороны, и состояние организма подопытного животного — с другой. Выявилось, что на секрецию влияет как сам акт жевания и глотания, так и характер пищи, насколько она приятна собаке. Во втором случае секреция была названа «психической». Сообщения об этом особом виде сокоотделения встречались и до Павлова.

В 1852 г. Биддер и Шмидт отметили, наблюдая собаку с фистулой желудка, что запах приятной пищи провоцирует обильную секрецию. Позже такой же феномен описал Шифф. Важность «психической секреции» особенно велика, так как в этом случае до непосредственного контакта с пищевыми раздражителями начинает выделяться желудочный сок, который, попадая в двенадцатиперстную кишку, запускает механизм выделения желчи печенью и сока поджелудочной железой.

Павловские опыты с «мнимым кормлением» (у собак с перерезанным пищеводом) не оставляли сомнений в том, что желудочный сок выделяется в зависимости от аппетита и вкуса пищи, а не самого по себе раздражения нервных окончаний, стимулирующих сокоотделение. Труд-

ности интерпретации этого феномена в анатомо-физиологических терминах были очевидны. Ни «аппетит», ни «вкус» не являлись феноменами, возникающими по типу известного механизма (например, рефлекса). Но их реальное воздействие наблюдалось с такой же объективностью (в виде сокоотделения), как и эффекты, объясняемые этим механизмом. Отмечая, что чувствования, благоприятные для функций пищеварения, были впервые плодотворно изучены И. П. Павловым, Кеннон писал: «Очевидно, что наличие пищи в желудке не служит первичным условием секреции. И так как сок выделялся только тогда, когда собаки испытывали аппетит, а пища оказывалась для них приятной, был сделан вывод, что в данном случае имелась подлинная психическая секреция» [2, стр. 5].

Можно ли было трактовать вид или запах пищи в качестве стимуляторов пищеварения, руководствуясь традиционными взглядами? Безусловно. Как вид, так и запах являются дистантными раздражителями, способными, преодолевая промежуточную между источником информации и организмом среду, раздражать соответствующие рецепторы. Но с проблемой аппетита и вкуса традиционные теории совладать не могли, ибо в этом случае следовало переместить акцент с внешнего сигнала на состояние организма, на испытываемые этим организмом чувствования (если пользоваться кенноновским языком). Это относилось и к аппетиту, и к вкусу (имеется в виду избирательное отношение организма к определенным пищевым продуктам). Поскольку указанное отношение не схватывалось системой физиологических представлений, оно относилось к разряду психических явлений («психическая секреция»). Кеннон здесь следовал за Павловым, и по образцу чувственных состояний, благоприятных для работы пищеварительных желез, он представлял также и чувственные состояния, способствующие нормальной регуляции двигательных функций желудочно-кишечного тракта. «Изучая механические аспекты пищеварения,— писал он,— я пришел к выводу, что подобно тому, как имеется «психическая секреция», сходным образом имеется, вероятно, «психический тонус», т. е. «психические сокращения» желудочно-кишечных мышц как результат принятия пищи. Ибо, если перерезать вагус, усиливающий тонус мышц стенок желудка, непосредственно перед тем, как

животное принимает пищу, то обычные сокращения, видимые посредством рентгеновских лучей, не наблюдаются, если же нервы вагуса перерезаются после приема пищи, то начавшиеся сокращения продолжают без остановки» [2, стр. 12].

Приведенное кенноновское описание зависимости моторики желудка от регуляторных влияний со стороны вагуса является, как видит читатель, строго объективным. Речь идет о принятых в физиологии методах — вивисекции (перерезке вагуса) и наблюдениях эффектов с помощью рентгеновских лучей. В приведенном описании никаких соображений о «чувствованиях» подопытного животного, его ощущениях в различные моменты эксперимента и т. п. не высказывается. Более того, руководствуясь общей установкой на то, чтобы причинять подопытным животным возможно меньше страданий (важность этого Кеннон постоянно подчеркивал в борьбе с антививисекционистами), Кеннон отмечал, что во всех случаях применялась анестезия и поэтому животные никаких ощущений испытывать не могли. И тем не менее, хотя изучение условий, от которых зависит моторика желудка и кишечника, проводилось на строго объективной физиологической почве, Кеннон считал необходимым ввести непривычное для физиологического мышления понятие «психический тонус».

К чему же оно прилагалось? Как и у Павлова, — к характеристике особой реакции на пищевые вещества. Ее «особость» определялась эмоциональной тональностью, т. е. преднастройкой организма по отношению к этим веществам. «Когда нет голода, который сам по себе вызывает сокращения желудка, первым условием этих естественных сокращений может быть принятие пищи, доставляющей удовольствие. Это предположение о возможности психического сокращения желудочно-кишечных мышц подтверждается тем, что вид желанной пищи стимулирует движения как желудка, так и кишечника» [2, стр. 12]. Вид пищи — особенно желанной — выступал в роли спускового крючка всего механизма пищеварения. Этот факт, засвидетельствованный уже давным-давно клинической практикой, выступил в физиологических лабораториях в весьма наглядной форме благодаря новым методам — «мнимому кормлению» у Павлова и использованию рентгеновских лучей у Кеннона. Оба физиолога,

чувствуя недостаточность сугубо физиологических объяснений, обратили взоры к пограничной области психического, понимая, однако, под психическим нечто отличное от обычно связываемого с этим термином. Интересно, что в дальнейшем как Павлов, так и Кеннон в своих теоретических рассуждениях были склонны считать психическим лишь то, что осознается. Кеннон, в частности, вспоминал, как в своих спорах с друзьями-психологами он решительно опровергал их представления о неосознаваемых психических актах.

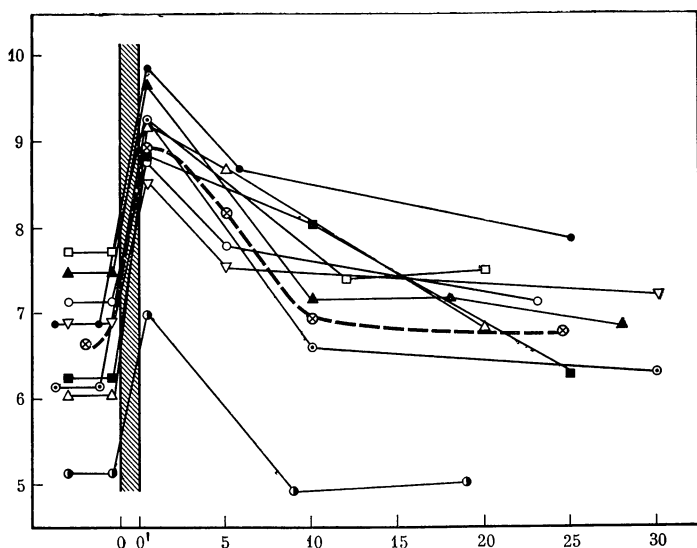
Но история науки преподает не один урок, касающийся важности различения собственных представлений исследователя о выдвинутых им идеях, с одной стороны, и объективной рабочей нагрузке этих идей в прогрессе научного познания — с другой. Независимо от того, как это в дальнейшем преломилось в теоретическом самосознании Павлова или Кеннона, их идеи и о «психической секреции», и о «психическом тоне» расшатывали привычные принципы как физиологического, так и психологического объяснения. Ведь под физиологическим объяснением было принято понимать обращение к материальным, физико-химическим агентам как единственно реальной причине доступных объективному наблюдению телесных процессов. Прилагательное «психическое» применительно к секреции пищеварительных желез или тону гладких мышц подрывало этот канон. Но и с объяснительными понятиями психологов смысл, который Павлов и Кеннон соединяли с термином «психическое», никак не согласовывался. Оба физиолога отделяли от этого термина его главный традиционный признак — представленность в сознании субъекта. Прогресс научного познания и состоит в том, чтобы, преодолевая каноны, выработать схемы, более адекватные своему предмету, чем предшествующие. Павлов от «психической секреции» пищеварительных желез шел к учению об условных рефлексах. Кеннон — от «психического тона» мышц желудка и кишечника к учению о «главных эмоциях».

Оба физиолога переходили в этом случае от изучения одной из функциональных систем (пищеварения) к поведению целостного организма. Ведь и условные рефлексy, и эмоции страха и гнева, ставшие главным объектом нового направления кенноновских исследований, выступают преимущественно в качестве реакций, носящих интеграль-

ный характер. Развертываются же эти реакции не внутри организма (хотя, конечно, без внутрифизиологических процессов они невозможны), а в его взаимоотношениях с окружающей средой. Это не значит, что великий принцип единства организма и среды приобретает силу лишь с переходом к условнорефлекторным и эмоциональным регуляциям. Речь идет о различных формах реализации этого принципа. Он выступает и на микроуровне (молекулярные, энергетические, микрофизиологические процессы), и на макроуровне, который удобно называть поведенческим. Именно этот, поведенческий, уровень представляли и павловское учение о высшей нервной деятельности, и кенноновское учение о «главных эмоциях». Оба учения — на стыке физиологии и психологии. Оба учения, как мы заметили, имели своей предпосылкой происходившее исподволь изменение трактовки психических явлений, которые в практике физиологического исследования выступили в роли столь же реальных факторов регуляции секреторных и мышечных процессов, как и привычные для натуралиста физико-химические факторы. Понятие о психическом меняло свой облик.

Мы вновь и вновь обращаем на это внимание читателя, поскольку, оставляя без внимания трансформацию этого понятия в мышлении физиолога, невозможно исторически адекватно оценить ни вклад Павлова, ни вклад Кеннона. Мы видели, что Кеннон в своих работах по пищеварению опирался и ориентировался на достижения Павлова. Понятие о «психическом тоне» было аналогом павловской «психической секреции». Но далее образовалась развилка. Перейдя к новым проблемам, русский и американский физиологи разошлись. Линия Павлова шла в направлении коры больших полушарий головного мозга. Линия Кеннона — в направлении вегетативной нервной системы, точнее, ее симпатического отдела. Объяснить, почему и как это произошло, — главная задача биографа. К ее рассмотрению мы и обратимся. Здесь, как и при разработке любой биографии, особенно пристального внимания (это подчеркивал еще Плутарх) заслуживают детали. Какой-либо факт, на первый взгляд второстепенный, может оказаться поворотным пунктом, определяющим весь последующий маршрут.





*Увеличение количества эритроцитов в крови при эмоциях  
(опыты И. Искьердо в лаборатории Кеннона)*

По вертикали: количество эритроцитов в 1 мм<sup>3</sup> крови; по горизонтали: время в минутах; заштрихованная полоса — время эмоционального воздействия (показ собакам кошки); 9 отдельных кривых — результаты исследования крови 9 собак; штриховая кривая — средние данные из опытов

## Рождение программы изучения эмоций

Толчком к новой исследовательской программе Кеннона (к рассмотрению которой мы сейчас переходим) послужили не описанные выше факты благоприятного влияния эмоций на сокоотделение и моторику желудка, но, напротив, воздействия отрицательных эмоций на эти функции. Для рентгеноскопического исследования подопытных животных их нужно было закреплять в станке. Кеннон — большой мастер физиологического эксперимента — с трудом справлялся с этой процедурой, когда в качестве подопытных животных использовались коты. Но после того как их удавалось привязать, на рентгене наблюдался парадоксальный эффект: перистальтика либо резко замедлялась, либо вообще прекращалась. Усиление перистальтики при приятной пище («психический тонус») соответ-

ствовало общим представлениям о биологической целесообразности реакций, способствующих самосохранению организма, поскольку эти реакции интенсифицируют ассимиляцию необходимых для его жизнедеятельности физико-химических компонентов. Но как объяснить торможение перистальтики? В какую схему уместить этот факт? Впоследствии, характеризуя процесс научного творчества, ученый и выделил в нем феномен случайности.

Кеннон приводил в качестве примера случайной, случайной находки замеченную им на рентгене задержку перистальтики у подопытных животных при отрицательных эмоциях. Известно, однако, что многие наблюдения проходят перед глазами экспериментатора без того, чтобы укорениться в его мышлении и стать поворотным пунктом в его исканиях. Для этого необходимы дополнительные обстоятельства. Одно из них — утрата мотивационной силы, присущей той основной программе, следуя которой ученый наталкивается на факты, уводящие в сторону от нее. Пока мысли Кеннона и группировавшихся вокруг него молодых физиологов были поглощены изучением механических факторов пищеварения, давно уже замеченный в ходе опытов феномен торможения перистальтики при отрицательных эмоциях оставался на периферии их научных интересов. Лишь тогда, когда эта программа себя исчерпала и существенно новых фактов, опираясь на нее, добывать уже не удавалось, ситуация изменилась. Возникла потребность в переориентации на другие идеи и экспериментальные модели.

Кодекс науки требует от ее людей непрестанного добывания новых знаний. Он накладывает запрет на повтор, на тиражирование известных истин. Первая исследовательская программа Кеннона неотвратно утрачивала свой мотивационный потенциал. Он занялся разработкой второй. По мнению самого Кеннона, она органически вытекала из его предшествующих наблюдений, из фактов, установленных при изучении проблем пищеварения. Во введении мы уже приводили это его мнение. Оно не лишено оснований, поскольку новая программа Кеннона имела действительно предпосылки в его предшествующей работе, столкнувшейся с воздействием эмоциональных состояний на мышечную активность желудка и кишечника. Вместе с тем еще раз подчеркнем, что предшествующий опыт Кеннона являлся хотя и необходимым, но недоста-

точным условием его перехода в новую область физиологии (подобно тому как учение И. П. Павлова о высшей нервной деятельности, будучи подготовлено его работами о главных пищеварительных железах, имело своим источником не выводы из этих работ, а другие идеи, восходящие к сеченовским «Рефлексам головного мозга»).

Кеннон предполагал, что переключение его исследовательских интересов с одних объектов на другие происходило соответственно определенной внутренней логике развития его научной мысли. Однако биограф не может верить своему герою на слово. Так же, как и его герой, он ориентируется на факты. А они подсказывают, что физиологические наблюдения сами по себе не определяют изменение вектора исследовательского поиска. Ведь многие физиологи наблюдали «психическую секрецию» (или задержку секреции, см. ниже), но не отступали под давлением этих наблюдений от своего курса, не устремлялись к физиологии эмоций. Когда Кеннон заметил торможение перистальтики у котов, он не смог, по собственному признанию, понять этот феномен и был склонен искать его причину в половых различиях: сопротивлявшиеся привязыванию к станку самцы отличались отсутствием исходной двигательной активности желудка, тогда как самки, более спокойно переносившие фиксацию, имели хорошо выраженные волны моторики пищеварительного тракта.

В работах по физиологии пищеварения встречались и другие наблюдения, касавшиеся прекращения деятельности внутренних органов при отрицательных эмоциях. В частности, Нечаев в лаборатории Павлова, нанося животному болевые раздражения, вызывал прекращение желудочного сокоотделения.

Кеннон знал об этих опытах из опубликованных в 1902 г. на английском языке павловских «Лекций о работе главных пищеварительных желез». Но опять-таки, как и его собственные наблюдения за торможением перистальтики, опыты Нечаева вовсе не побудили Кеннона перестроить свою исходную программу и начать продвигаться в новом направлении, как это произошло через несколько лет.

Одна из предпосылок нового поиска была уже нами отмечена — мотивационное «истощение» программы по изучению механических факторов пищеварения. Это была,

так сказать, «негативная» предпосылка. Она объясняет возникновение у исследователя дискомфорта, связанного с неспособностью, опираясь на наличную программу, производить новое знание. Однако она не может объяснить позитивный аспект динамики научного творчества — мотивы, побудившие выбрать именно такое, а не иное направление.

Объясняя основания своего выбора, Кеннон заблуждался не в том, что делал акцент на его подготовленности, а в том, что, во-первых, ограничивал эту подготовленность накоплением эмпирического материала (тогда как в действительности сдвиги на уровне фактов теснейшим образом связаны со сдвигами теоретического плана), а во-вторых, ограничивался собственным путем исследователя, трактуемым изолированно (хотя в действительности его личный выбор определялся сочетанием событий, происходивших на различных участках подвижного фронта физиологических исследований). Оба этих вопроса: а) о соотношении эмпирического и теоретического как детерминант выбора и б) о соотношении индивидуального и социального при этом выборе — заслуживают специального, хотя бы краткого рассмотрения.

Что касается связи между фактическим составом знаний о функциях организма и совокупностью теоретических представлений о нем, то обсуждение этой сложной методологической проблемы облегчил применительно к нашей теме сам Кеннон. Анализируя интеллектуальный аппарат экспериментатора, он выдвинул идею о том, что этот аппарат действует соответственно определенным «рабочим принципам». Подробнее они будут рассмотрены в одной из последующих глав. Здесь же отметим, что основными принципами творчества физиолога Кеннон считал детерминистскую установку (выяснение материальных причин любого телесного феномена), принцип нераздельности структуры и функции и принцип направленности действия отдельных компонентов живой системы на сохранение ее устойчивости в противовес дестабилизирующим внешним и внутренним возмущениям.

Даже простой перечень этих принципов — а они в понимании Кеннона являются рабочими, т. е. направляющими повседневный экспериментальный труд, — говорит о том, что из конкретных физиологических фактов и наблюдений они извлечены быть не могут. Их неверно было

бы считать априорными организаторами мыслительной работы ученого. В них обобщен, сконцентрирован огромный общественно-исторический опыт познания природы организма.

Кеннон, подчеркнем еще раз, отводил этим принципам роль регуляторов исследовательского поиска. Такими они выступили в его самосознании, когда он на склоне лет предпринял попытку вычленить методологические основания деятельности физиолога. Но до того как они стали предметом его специальных размышлений, они незримо вели его по определенному руслу. И руководствовался он ими во всех случаях. Стало быть, переходя от изучения пищеварения к эмоциональным состояниям, он мог успешно действовать в качестве физиолога лишь тогда, когда конкретные факты и наблюдения, касающиеся этих состояний, становились податливыми для обработки и ассимиляции посредством умственного аппарата, включавшего указанные принципы, а именно: причинности, единства структуры и функции, сохранения стабильности системы. До тех пор пока в физиологии не сложились предпосылки для теоретического осмысления эмоциональных состояний сквозь призму указанных принципов, ни кенноновская, ни какая-либо другая программа их исследования вообще не могла бы зародиться.

В ходе работ по пищеварению у ряда физиологов (как мы имели возможность убедиться) стала фигурировать особая переменная, с влиянием которой вынуждала считаться сама реальность. Влияние могло быть как благоприятным («психическая секреция», «психический тонус»), так и неблагоприятным (торможение секреции и моторики). Чтобы построить программу исследования этой переменной, физиолог должен был (это следовало из постулата о рабочих принципах), во-первых, научиться трактовать ее как результат действия доступных эмпирическому контролю причин, во-вторых, включить ее в контекст структурно-функциональных отношений в организме, в-третьих, раскрыть ее биологический смысл, исходя из принципа сохранения стабильности живой системы. Пока физиолог был бессилен это сделать, его наблюдения — пусть самые яркие, новые и неожиданные — не могли активировать творческое мышление и стать предметом специальной исследовательской программы. Вместе с тем «рабочие принципы» — это не внешние по отноше-

нию к эмпирии методологические установки. Их инструментальный характер выражен в их приложимости к решению конкретных исследовательских задач. Но для этого и сами задачи должны быть переформулированы, т. е. выражены в такой форме, которая делала бы их открытыми для решения посредством указанных принципов.

Вместе с тем эти принципы не орудия, с помощью которых можно переработать любую эмпирическую фактуру. Кеннон владел этими принципами и тогда, когда занимался механическими факторами пищеварения, и после того, как от физиологии эмоций перешел к новой проблематике. Методологические принципы сами по себе столь же бессильны породить конкретную исследовательскую программу, как и эмпирические наблюдения, взятые в их изолированности от теоретической ориентации научного сообщества в конкретную историческую эпоху. Искусственно разделив теорию и эмпирические данные, мы лишаем себя возможности понять мотивы перехода ученого к новому направлению исследований. Ведь, как читателю известно, сами по себе факты, побудившие Кеннона погрузиться в проблему телесных изменений при эмоциях, уже давно им наблюдались. И общие теоретические установки, касающиеся неопределенности причинного объяснения любых физиологических феноменов, нераздельности структуры и функции и т. д., в свою очередь давно были им усвоены.

Поэтому, возвращаясь к поставленному выше вопросу о соотношении эмпирического и теоретического в роли детерминант выбора, мы убеждаемся в том, что ни эмпирические наблюдения сами по себе, ни теоретическая ориентация (если рассматривать эти два главных компонента научного познания в их обособленности друг от друга и в пределах мышления самого Кеннона) ключа к решению вопроса не дают. Нам остается только искать другие, более эффективные подходы.

В связи с этим мы и обратимся ко второму вопросу, затронутому нами при обсуждении того, как зарождается исследовательская программа. Он касается соотношения индивидуального и социального при выборе. Уже отмечалось, что, рисуя свой путь исследователя, Кеннон представлял его разветвляющимся по некоторой имманентной логике и что такое представление является иллюзорным. В действительности каждая его программа скла-

дывалась под давлением сложного соотношения сил в научном мире. В чем-то он следовал по стопам других, в чем-то противопоставлял свои наблюдения и выводы их фактам и аргументам. Ему приходилось и отражать нападки на свою концепцию, и развивать ее, опровергая других. Это обычная картина деятельности ученого, претендующего на утверждение новых истин.

В данном случае нас интересует характер зависимости новой исследовательской программы Кеннона от событий в научном мире. Некоторых из них мы уже мельком коснулись. Имеется в виду происходивший в недрах физиологии медленный, но неуклонный переход к введению в круг объектов изучения этой дисциплины совершенно особого сравнительно с привычными для нее переменными фактора, а именно психологического фактора. Как известно, психология из отрасли умозрительных, философских знаний стала превращаться в самостоятельную опытную науку в конце прошлого столетия, причем решающую роль в этом процессе сыграла именно физиология с ее экспериментальными методами и причинным способом объяснения телесных явлений.

Среди различных разделов физиологии, от которых ответвлялась новая эмпирическая психология, особое значение имели такие направления, как физиология органов чувств (поскольку продуктом этих органов являются ощущения — феномены психологического порядка) и физиология двигательного аппарата (поскольку функции этого аппарата вынуждали соотносить мышечную активность с внешними объектами ее приложения и тем самым перейти к поведению организма во внешней среде).

Мы видим, что Павлов и Кеннон, в свою очередь следуя сугубо физиологическому курсу, тем не менее оказались на стыке физиологии и психологии и объективно — по воле логики развития научного познания — вводили в качестве объяснительных понятий (к тому же понятий, относящихся не к нацеленным на внешний мир органам чувств и органам движений, а к самым глубинным, внутриорганическим процессам) дисгармонирующие с привычным строем физиологического мышления понятия о «психической секреции» и «психическом тоне».

Упоминание о психике неизбежно вызывало в сознании людей той эпохи весь комплекс ассоциаций, сложившихся благодаря вековым воззрениям на психическое

(душевное) как причастное к особому бессубстратному миру, лежащему по ту сторону всего материального.

Но, вопреки этим ассоциациям, и Павлов, и Кеннон (и другие передовые физиологи), идя на риск быть обвиненными в отступлении от естественнонаучных принципов, отважились говорить о психике в чисто физиологических публикациях. Тем самым постепенно созревали предпосылки того, чтобы превратить психические явления, считавшиеся пришельцами незримого внутреннего мира, в предмет реальной физиологической разработки в обычных лабораторных условиях.

Эмоции, к изучению которых обратился Кеннон, относились к разряду психических явлений. Сам физиолог предполагал, что он принимается за экспериментальный анализ не эмоций в качестве психологических реалий, а только телесных изменений, им сопутствующих. Однако независимо от того, в какой форме это ему субъективно представлялось, объективно он объяснял уже и психические, а не только чисто физиологические процессы (признавая при этом за психическим реальное, детерминирующее воздействие на ход внутренних сдвигов). Приступить к этой задаче он мог лишь потому, что для физиологии в целом (а не только для него лично) психические явления перестали быть чем-то чуждым, принципиально недоступным для естественнонаучного познания.

Итак, кенноновская программа изучения эмоций рождалась в атмосфере новых идейно-научных веяний, захвативших физиологию на рубеже века. Обращаясь к истокам этой программы, мы вновь оказываемся внутри системы «трех координат»: предметно-логической, социально-научной и личностно-психологической. Логика развития науки (предметно-логический фактор) вела к возникновению новой междисциплинарной, стыковой области, где психические явления из объектов самонаблюдения (интроспекции) становились объектом приложения физиологических понятий и методов. Эта установка укоренялась в умах натуралистов, начинала приниматься научным сообществом в качестве правомерной, соответствующей его нормам и принципам. Будучи одним из членов этого сообщества, Кеннон стал выразителем и реализатором указанной установки в одной из областей физиологии. Но все эти положения характеризуют лишь наи-



более общие условия зарождения у Кеннона новых замыслов. Перед нами встает задача проанализировать факторы, которые определили неповторимость кенноновского маршрута, приведшего к программе изучения эмоций.

### **Учение Дарвина как предпосылка кенноновской программы**

Среди обстоятельств, направивших мысль Кеннона на изучение физиологии эмоций, одним из важнейших являлось влияние эволюционной теории Дарвина. Огромное мировоззренческое значение этой теории общеизвестно.

В развитии молодого Кеннона она, несомненно, явилась могучим катализатором поисков новых воззрений на человека. Во всяком случае, говоря в автобиографии о своем юношеском разочаровании в кальвинистской вере, Кеннон вспоминает, как, оставив религиозные сочинения, он увлекся книгами Гексли и других авторов естественно-научного направления.

Коренное различие между религиозной и естественно-научной, дарвиновской картиной человека касалось также и мотивов, движущих сил его поведения. В одном случае главным двигателем считалось моральное чувство (сознание), понимаемое как дарованное свыше, в другом — силы, укорененные в организме как продукте эволюции живой материи. Принципиальное различие в этих двух мировоззренческих подходах имело непосредственное отношение к конкретной идейной ориентации исследователей живого организма. У них нарастала уверенность в том, что психика подвластна физиологическому изучению.

Книга Кеннона об эмоциях начинается с указания, что «доктрина о развитии людей от предчеловеческих существ сделала многое для раскрытия сложной природы человека».

В качестве средства научной интерпретации явлений эта доктрина была непосредственно направлена по преимуществу на решение загадок, связанных с особенностями анатомической структуры. Так, устройства человеческого тела, не имеющие очевидной пользы, получили рациональное объяснение как рудименты частей, полезных или характерных для отдаленных предков, частей, со-

хранившихся у человека в силу его многовековой расовой наследственности [1, стр. 1].

Далее Кеннон говорит о том, что подобный способ интерпретации оказался пригодным для объяснения не только анатомических, но и некоторых поведенческих особенностей человека. «Было найдено, что выразительные движения и жесты, например, при гневе, наблюдаемые у детей совершенно различных рас, лучше всего можно объяснить как сохранение у человеческих существ реакций, сходных по характеру с реакциями низших животных» [1, стр. 1]. Хотя Кеннон не называет в этой связи имя Дарвина, но совершенно очевидно, что он имеет в виду дарвиновское исследование «Выражения эмоций у животных и человека» [3]. Дарвин первоначально предполагал осветить этот вопрос в работе «Происхождение человека». Однако в дальнейшем большой материал, собранный им посредством тщательного объективного наблюдения и сравнительно-генетического анализа, побудил написать специальную книгу на эту тему.

По содержанию и времени работы над ней она непосредственно примыкает к «Происхождению человека» и, строго говоря, может рассматриваться как одна из глав этого произведения, совершившего переворот в человеческих умах. Исходя из общих идей эволюционной теории, Дарвин применил представление о биологической целесообразности всех проявлений жизнедеятельности также и к выразительным движениям при эмоциях. У современного человека эти движения, по его мнению, сохранились как рудименты поведения, непосредственно связанного в отдаленные времена с борьбой за существование. До Дарвина эту идею высказал один из выдающихся проповедников теории эволюции Спенсер [4]. Экспрессивные эмоциональные реакции он рассматривал как необходимое физиологическое дополнение некогда полезных движений. В борьбе с врагами или при стремительном бегстве от них нашим предкам приходилось тяжело дышать. Неполным, остаточным проявлением этого состояния служит прерывистость дыхания при страхе или гневе у современных людей. Не только соматические, но и душевные изменения могут быть объяснены, по мнению Спенсера, как часть общего комплекса активности организма, необходимой для выживания. Когда древние люди нападали на противника либо спасались от него, они, совершая соот-

ветствующие действия, испытывали также психическое возбуждение — страдание или агрессивную страсть. При этом Спенсер отмечал, что волнения — не только аффективная реакция на непосредственно действующий раздражитель. Они возникают также и тогда, когда мысленно представляются условия, при которых нужно либо спастись от опасности бегством, либо терзать добычу.

Анализ проблемы эмоций переключался благодаря эволюционному биологическому подходу на поведенческий план. За исходное принимались не переживания субъекта, а отношение организм — среда. Из идеи о неразрывности организма и среды исходили и биологи физико-химического направления, считавшие живое тело включенным во всеобщий круговорот вещества и энергии. Но они не принимали во внимание филогенез организма, закономерности естественноисторического развития. Поэтому, рассматривая телесные реакции этого организма, они полагали, что есть лишь один способ объяснить их, не изменяя канону причинности, а именно трактовать их как эффект воздействия актуальных раздражителей.

Эволюционный же подход открывал возможность рассматривать с естественнонаучных позиций наблюдаемые телесные изменения не только как прямой ответ на стимулы, действующие в данный момент, но и как реакцию, установленную на возможно более успешное поведение в предстоящих обстоятельствах. Эта готовность организма к событиям, которые еще не произошли, его преднастройка на будущее выступали в качестве свойств, не заложенных изначально в природе живого (точка зрения витализма), а отчеканенных естественным отбором. Тем самым вырабатывался новый подход к проблеме детерминации поведения, в том числе его эмоциональных проявлений. И, как мы увидим, именно эволюционно-биологический подход позволил Кеннону наметить новое направление в исследовании эмоций.

Говоря о том, что эволюционное учение разъяснило многое в отношении мотивов человеческого поведения, Кеннон писал: «Социальные философы, мнение которых господствовало в прошлом столетии, предполагали, что наше поведение детерминируется либо сознательно рассчитанным стремлением получить удовольствие и избежать неудовольствия, либо смутной и неопределенной способностью, называемой сознанием или моральным чув-

ством. Однако сравнительное изучение в различных обстоятельствах поведения человека и ниже его стоящих животных, особенно с целью изучить источник господствующих импульсов, показало неадекватность теорий старых психологов.

Все более очевидным становилось, что у людей всех рас и у большинства высших животных пружины действия скрыты во влиянии некоторых эмоций, которые выражаются в характерных инстинктивных актах» [1, стр. 2].

Главной задачей Дарвина являлось показать, опираясь на доступные объективной проверке факты, общность выражения эмоций у животных и людей. Доминирование этой установки и побудило его рассматривать выражения эмоций как рудименты практически полезных движений. Игравшие некогда жизненно важную роль в борьбе за существование, эти движения стали прирожденными стереотипными механизмами, которые, однако, в дальнейшем претерпели некоторую трансформацию как со стороны стимула, так и со стороны двигательной формулы. Со стороны раздражителей они ассоциировались с ситуациями, которые были просто аналогичны первоначальному возбуждающим причинам, а со стороны реакции они ослаблялись и смягчались до тех пор, пока не остались только следы первоначальных практических движений.

Выражение печали у взрослого — это смягченная форма подлинного плача младенца, а голосовой компонент плача является практическим призывом о помощи; оскалывание зубов при гневе у современного человека может быть атавистическим сегментом поведения дерущихся обезьян и т. д.

Как Спенсер, предложивший эволюционно-биологическую интерпретацию аффектов до Дарвина, так и сам Дарвин рассматривали преимущественно внешне наблюдаемые, объективные проявления этих состояний. Между тем за внешним скрывалось внутреннее. Для Спенсера и Дарвина этим внутренним являлись чувства, ощущения, переживания, предчувствия, т. е. процессы психического порядка. Кеннон же подошел к вопросу о телесных изменениях при эмоциях с другой точки зрения, а именно с физиологической. Для физиолога же внешне наблюдаемые признаки (учащенное дыхание, напряженные мышцы, измененный сердечный ритм, расширенные зрачки

и т. п.) — это изменения, причину которых следует искать во внутриорганических процессах, в глубинных сдвигах нейрогуморального порядка. Отмечая, что имеется множество поверхностных проявлений эмоционального возбуждения, Кеннон указывает, что нельзя ими ограничиться, объясняя с естественных позиций поведение животных и человека в аффектогенных ситуациях.

Имеются «другие органы, скрытые глубоко в теле, которые не обнаруживают нарушения действия, сопровождающего интенсивное чувство, с такой же очевидностью, как структуры на кожной поверхности или вблизи нее. Необходимо использовать специальные методы, чтобы определить, включены ли в общий комплекс эмоционального волнения также и эти глубоко лежащие органы» [2, стр. 3]. При этом Кеннон делает важное примечание: «Значение, в котором употребляется здесь термин «эмоция», не ограничивается сильными аффективными состояниями, но включает также «чувства» и другие аффективные переживания. Поэтому иногда с целью избежать неуклюжести выражений термин употребляется в популярном смысле, как если бы чувство вызывало телесное изменение» [2, стр. 3].

Из этого разъяснения следует, что Кеннон был склонен трактовать эмоцию как термин широкого значения, как родовое понятие, охватывающее все разновидности психических актов и состояний, имеющих аффективно-чувственную тональность. Далее. В отличие от физиологов, считавших душевные переживания эпифеноменами, т. е. феноменами, лишенными реального воздействия на ход телесных процессов, он признавал за психическим (эмоциональным) фактором причинное значение. Эти положения важны для понимания общей позиции Кеннона в вопросе о соотношении психического и физиологического. Они высказывались в условиях, когда бихевиоризм, заполонивший американскую психологическую литературу, требовал «выбросить за борт» любые понятия, содержавшие какой бы то ни было намек на субъективно переживаемое или осознаваемое. Впрочем, для исследований самого Кеннона приведенные положения рабочего смысла не имели. Он оставался на почве физиологии, пользовался чисто физиологическими методами, и объектом приложения этих методов служили только, как он их называл, «большие», или «главные», эмоции. Его ин-

тересовало не внешне наблюдаемое (находившееся в центре внимания эволюционистов Спенсера и Дарвина) и не субъективно испытываемое (служившее предметом описаний в философско-психологических трактатах, где речь шла о чувствах удовольствия и неудовольствия, моральном чувстве и т. д.), а только доступное экспериментально-физиологическому изучению. Тем самым он открывал новое направление анализа эмоций<sup>1</sup> — проблемы, которая, по его собственным представлениям, имела непосредственное отношение к «нашим идеям, касающимся мотивов человеческого поведения» [1, стр. 1].

Еще раз напомним читателю о предпосылках перехода Кеннона к этому новому направлению. Ими послужили, во-первых, происходившие в естествознании процессы, под влиянием которых изменялся категориальный статус психических явлений: из свойств души, сознания, внутреннего мира субъекта они становились сферой, проницаемой для объективных методов и объяснений. Теперь к ним уже могла прикоснуться рука физиолога. Более того, мы видели, что физиолог вынужден был апеллировать к ним при исследовании не только органов чувств, но даже таких далеких от сознания функций, как пищеварение.

Во-вторых, развитие эволюционной биологии вовлекло в свою орбиту поведенческие, а не только морфологические изменения организма. Значение этого события для будущей физиологии эмоций было двоякое:

а) на основе генетического принципа утверждалась однотипность телесных выражений эмоций у животных и человека, благодаря чему физиолог приобретал уверенность в том, что изучение аффективных проявлений путем экспериментирования на животных позволит вскрыть присущие также и человеку механизмы эмоционального поведения;

б) утверждалась биологическая целесообразность этой формы поведения в плане преднастройки организма к ситуации, требующей от него повышенной траты энергии.

---

<sup>1</sup> Во времена Кеннона уже существовала концепция, трактовавшая эмоции как отражение соматических изменений (гипотеза Джемса—Ланге), но она носила весьма гипотетический характер и не может рассматриваться как основополагающая для физиологического исследования эмоций.

тических ресурсов. Такая своеобразная «детерминация будущим» получила в контексте эволюционной теории с ее объяснительным принципом естественного отбора естественнонаучное, а не виталистическое истолкование. Эволюционная теория позволяла по-новому подойти к телеологизму эмоциональных состояний. Дарвин распространил этот новый подход только на одну их сторону, а именно на внешневыразительную, тогда как Кеннон стал продвигаться в направлении исследования глубоко скрытых за «поверхностью кожи» соматических процессов при эмоциях. Тем самым Кеннон смог преодолеть тяготевший над дарвиновским объяснением эмоций «рудиментализм», т. е. такую трактовку телесных изменений при эмоциях, согласно которой они представляют собой остаточное явление, сохраняемую человеческим организмом память о том, что люди — это выходцы из обезьяньего стада.

Актуальный биологический смысл телесных сдвигов, захватывающих в критических ситуациях все существо современного человека, оставался непонятным. Кеннону, как физиологу, нужно было найти ответ на этот вопрос.

Мы рассматривали до сих пор идейно-научные предпосылки индивидуальной исследовательской программы Кеннона. Эта программа зарождалась под воздействием многих процессов, объективно, независимо от Кеннона происходивших в науке. Но вместе с тем она являлась его собственной программой, продуктом его личного творчества, была задумана и реализована только им, и никем другим. Сейчас, так сказать задним числом, мы можем выделить в атмосфере эпохи и в личном развитии Кеннона те компоненты, которые вошли в этот неповторимый синтез.

### Адреналовый фактор

Мы затронули общие течения в биологических науках, повлиявшие на кенноновские искания: распространение приемов физиологического мышления, отличающегося, говоря словами И. П. Павлова, «предсказанием и властью», на область психических явлений — триумф эволюционного учения Дарвина. Но именно их общность для всего естественнонаучного фронта говорит о том, что обращения к ним еще недостаточно, чтобы понять гене-

зис неповторимого кенноновского проекта изучения эмоций.

Кеннон столкнулся с фактом торможения перистальтики при возбуждении экспериментального животного в 1897 г., но игнорировал его, поскольку был поглощен совсем другими задачами. Факт должен был превратиться в вопрос, требующий специального изучения. Вопрос же созрел постепенно, под влиянием многих событий в физиологии. Сам Кеннон относил возникновение вопроса к 1905 г., когда прочитал в немецком медицинском еженедельнике об опытах Бикеля и Сасаки, обнаруживших при эмоциональном возбуждении подопытной собаки не усиление секреции желудочного сока (как в классических опытах Павлова), а, напротив, резкое ослабление этого эффекта.

На голодную собаку в качестве раздражителя в течение 5 минут воздействовала кошка. Задержка же секреции желудочного сока длилась 15 минут. «Почему состояние возбуждения продолжалось так долго после прекращения стимуляции? Этот вопрос,— писал Кеннон,— возник у меня сам собой при чтении статьи Бикеля и Сасаки и привел к предположению, что возбуждение может быть вызвано истечением адреналина. Изменения в пищеварительных органах, произведенные первоначально нервными импульсами, могут продолжаться благодаря истечению адреналина» [2, стр. 37]. Тогда, по свидетельству Кеннона, идея еще не была проверена. Но она сыграла важную роль. «Главная служба этой идеи состояла в том, что она привела к исследованию вопроса о том, действительно ли надпочечники стимулируются при эмоциональном возбуждении» [2, стр. 37].

Если Кеннон задался вопросом о том, почему пролонгируется задержка секреции при эмоциональном возбуждении и не зависит ли это от функций надпочечников, то задача биографа состоит в том, чтобы понять, почему физиолог пришел именно к такой формулировке вопроса, уже содержащего в себе определенную гипотезу. Почему Кеннон обратил свой взор на надпочечники? Ведь первоначально он, как и Павлов, руководствовался принципом нервизма. Однако нервное влияние не могло объяснить пролонгацию эффекта. Из этого следовало, что в игру вступает дополнительный фактор. Какой именно? По предположению Кеннона — адреналовый (имелся в виду выде-



ляемый надпочечниками адреналин). Естественно, что подобное предположение могло возникнуть лишь на определенной почве. Ее подготовили другие физиологи. Они решали задачи и разрабатывали программы, ничего общего не имевшие с кенноновской. Но без них бы и кенноновская программа не зародилась.

На рубеже века различные исследователи подвергли экспериментальному изучению функции вегетативной нервной системы, а в связи с этим и зависимость от нее различных органов и систем, в том числе и надпочечников.

Была описана иннервация этого органа и затем установлено (Дрейер, Чебоксаров, Эллиот и др.), что они выделяют вещество, которое способно повышать кровяное давление. Оно производило этот эффект (а также ряд других, в частности расширение зрачка) как при электрическом раздражении, иннервирующем надпочечники нервного ствола, так и при инъекции.

С удалением надпочечников эффект исчезал. Все эти наблюдения, проведенные с помощью различных методов и значительным количеством исследователей, доказали, что искусственная стимуляция нервов, ведущих к надпочечникам, вызывает в железе секреторную активность, в результате которой возрастает количество адреналина в крови. Исследователи, занимавшиеся этой проблемой, оставались в пределах «чистой» физиологии. Они использовали методы искусственного (электрического) раздражения, перерезки, экстирпации, инъекции химического вещества и др. Методам соответствовали и задачи: выяснялись зависимости между различными органами, нервными и гуморальными процессами, структурными изменениями и функциональными сдвигами. Все было сосредоточено на организме как таковом, на его внутренних компонентах и связях между ними.

Кеннон, располагая этой информацией, сделал новый шаг. Он ввел в качестве стимула не электрическое раздражение чревного нерва и не инъекцию адреналина, а «естественную вражду между двумя лабораторными животными — собакой и кошкой» [2, стр. 41]. Это была методическая новинка. Ее придумал не Кеннон. Он знал о ней из упомянутой статьи Бикеля и Сасаки. Но в соединении с тем, что было установлено в отношении надпочечников, открывалась перспектива объяснить факты, которые указанные физиологи только зафиксировали.

В 1910 г. совместно с Делапацем Кеннон поставил первый эксперимент, направленный на проверку гипотезы о том, что стимул, использованный Бикелем и Сасаки, производит тот же физиологический эффект, т. е. выделение адреналина, что и стимулы, которые применялись всеми предшествующими исследователями функций надпочечников. От этого эксперимента ответвилось множество других, составивших эмпирическую фактуру кенноновского учения о роли адреналового фактора при эмоциональном возбуждении.

Располагая надежной методикой диагностики и «возбуждения» крови под действием адреналина, Кеннон и его сотрудники изучили многообразные телесные изменения при эмоциях с целью выяснить корреляцию между этими изменениями и адреналовым фактором. Было установлено, что адреналин вызывает полную перестройку деятельности организма. Ее биологический смысл, согласно Кеннону, состоит в том, чтобы сделать более эффективным поведение живых существ в критических, угрожающих существованию ситуациях, когда для выживания требуется либо борьба, либо бегство. Поэтому он назвал адреналин «гормоном борьбы и бегства».

### **От периферической к центральной теории**

Связь эмоций с изменениями в организме — одно из самых древних умозаключений, касающихся психологии. Его принимали за аксиоматическое и медики и философы. Из него исходили авторы всех трактатов об аффектах и страстях человеческих. Различные философские системы интерпретировали эту связь соответственно своим общим идеям и притязаниям.

С развитием так называемой эмпирической психологии акцент был сдвинут с физиологических объяснений на изображение субъективно переживаемого. В результате утвердился описательный подход к эмоциям (или чувствам): перечислялись их виды, возможные комбинации и т. д.

Никакого руководящего начала, которое позволило бы упорядочить все это многообразие с единой, обобщающей точки зрения, не предлагалось. Джемс писал, что он «предпочел бы читать словесные описания скал в Нью-

Хемпшире, чем перечислять эти психологические произведения» [5, стр. 287].

Сам Джемс выдвинул в 80-х годах прошлого века концепцию, приобретшую широкую популярность именно потому, что она представляла попытку представить взамен бесчисленных описаний эмоций их общий механизм. Особую популярность этой концепции придала ее парадоксальность. Вопреки казавшемуся неоспоримым представлению о том, что эмоция (психическое состояние) служит первопричиной физиологических изменений в различных системах: мышечной, сердечно-сосудистой и др., Джемс предложил рассматривать ее не как источник, а как эффект этих изменений. Изложив это положение в 1884 г., он в дальнейшем в своем учебнике психологии пояснил его следующим образом: «Обыкновенно принято выражаться... мы повстречались с медведем, испуганы и обращаемся в бегство; мы оскорблены врагом, приведены в ярость и наносим ему удар. Согласно защищаемой мною гипотезе, порядок этих событий должен быть несколько иным, именно: первое душевное состояние не сменяется немедленно вторым, между ними должны находиться телесные проявления, и потому наиболее рационально выражаться следующим образом: мы опечалены, потому что плачем, приведены в ярость, потому что бьем другого» и т. д. [5, стр. 288].

По существу эта гипотеза ликвидировала эмоцию в качестве психического процесса *sui generis*. Называемое чувством, переживанием, эмоциональным состоянием трактовалось в виде «отходов», остаточных эффектов работы сенсомоторного механизма: действующий на органы чувств раздражитель возбуждает (посредством головного мозга) мышцы и внутренние органы, изменения которых и ощущаются в форме гнева, печали и т. п.

С целью убедить в своей правоте Джемс предлагал провести следующий умственный эксперимент. Устраните, писал он, из состояния, относимого к разряду эмоций, входящие в него телесные симптомы (мышечные и органические ощущения), и от эмоции в результате вычитания ничего не останется. Исчезнут та «теплота» и интимность, которые всеми принимаются за ее определяющие признаки. Почти одновременно с Джемсом датский анатом Ланге опубликовал монографию (она вышла в 1885 г. на датском языке), где высказывал концепцию,

сходную с Джемсовой. Принципиальная схема была одной и той же у обоих исследователей, и поэтому описанная трактовка эмоций известна в истории под именем теории Джемса — Ланге.

Некоторое своеобразие предложенного Ланге варианта состояло в том, что он придавал решающее значение не мышцам и внутренним органам, а сосудистой системе. Импульсы из вазомоторного центра и создают, по мнению датского анатома, все многообразие эмоциональных оттенков. «Мы обязаны нашими радостями и печалью, нашими несчастливцами и счастливыми часами нашей вазомоторной системе,— писал Ланге,— без нее впечатления внешнего мира не способны обогатить наш опыт и знания, возбудить гнев или страх». Как и Джемс (но, повторяем, независимо от него), Ланге предлагал своим возможным оппонентам убедиться в правоте его объяснения путем вычитания из эмоции всех сопутствующих ей телесных (сосудистых) реакций.

Одновременное появление одних и тех же концепций, выдвигаемых независимо друг от друга различными авторами,— важный показатель обусловленности динамики научных идей объективной ситуацией в развитии познания.

Гипотезы Джемса и Ланге сложились в атмосфере, когда нарастала потребность в радикальном преобразовании традиционных представлений о человеческом сознании, пронизанных субъективизмом, чуждых причинному объяснению явлений.

Новое общее веяние охватило первоначально область ощущений и движений, где успешно внедрялись экспериментальные и количественные методы. Как сенсорные, так и двигательные акты не рассматривались с точки зрения их зависимости от воли и сознания субъекта, а включались в контекст поведения организма, доступного объективному физиологическому исследованию и причинному анализу. Однако за пределами сенсомоторной активности, там, где начались более сложные психические проявления, все еще господствовал субъективный метод, все еще в качестве конечной причины выступали сознание, душа, апперцепция.

К этой, считавшейся закрытой для естественнонаучных объяснений сфере относились первоначально и чувства как особые состояния души.

И весь пафос выступлений Джемса и Ланге состоял в том, чтобы превратить вслед за ощущениями и движениями также и эмоциональные состояния в объект, доступный естественнонаучному постижению. Как мы видели, они решили эту задачу путем редукции (сведения) субъективно переживаемого к телесным, внутриорганическим процессам. Субъективно нерасчленяемое оказывалось, с их точки зрения, построенным из тех же элементов, с которыми работали физиологи, изучавшие органы чувств и движений. Но эти физиологи ограничивались органами внешних ощущений и мышцами, реагирующими на внешние раздражители (при этом определялись пороги, время реакции и т. п.), тогда как Джемс и Ланге предложили взять за физиологическую основу эмоций ощущения, поступающие из внутренних систем.

Эмоции выступали как отражение процессов в этих системах. Тем самым они низводились с пьедестала, на который их возвело обыденное сознание, считавшее их самостоятельными, могучими двигателями поведения. Не касаясь методологических трудностей, с которыми не могла совладать гипотеза Джемса — Ланге, отметим, что, несмотря на свою умозрительность, она сыграла в свое время важную роль катализатора новых воззрений на эмоциональные процессы.

Заостренно парадоксальные формулировки Джемса усугубляли неудовлетворенность «самым скучным отделом психологии», как назвал Джемс огромную чисто описательную литературу об эмоциях, и стимулировали поиск новых руководящих идей в этой области, которые позволили бы и здесь утвердить принципы причинного анализа.

Оказала ли гипотеза Джемса — Ланге влияние на Кеннона, когда он приступил к исследованию физиологических механизмов эмоций? Вряд ли можно сомневаться в этом. Не только потому, что Кеннон учился у Джемса в Гарварде и мог познакомиться с его взглядами, так сказать, из первых рук. Ключевая идея Джемса давала физиологическое объяснение аффективных состояний, исходя из представления о том, что источник этих состояний скрыт в глубинах организма. Можно было расходелиться в понимании конкретных структур, откуда поступают импульсы, переживаемые как чувства гнева, радости и т. д. (Джемс и Ланге в этом вопросе действи-

тельно придерживались различных точек зрения), но это уже касалось требующих специального экспериментального анализа частных случаев, а не общего объяснительного принципа. Первоначально этот общий принцип у Кеннона был близок гипотезе Джемса — Ланге: эмоция трактовалась как продукт изменений во внутренних органах (а не в душе или сознании).

В предисловии к русскому переводу «Телесных изменений при боли, голоде, страхе и ярости» редактор перевода советский биолог Б. М. Завадовский писал, что кенноновская книга показывает, как положение Джемса «облекается на наших глазах в реальные, конкретные формы биологического эксперимента» [6, стр. 3], и это расценивалось как развитие материалистической линии, как продвижение по главной магистрали современного естествознания.

Но концепция Джемса — Ланге не имела никакой опоры в экспериментально проверяемых физиологических фактах. Ее авторы соотносили свои предположения с воображаемыми, а не реальными экспериментами. Давайте, предлагали они, устраним из картины эмоций внутрителесные модификации, и тогда эта картина сразу же испарится.

Первым проверил их предложение, но не в уме, а в лаборатории Шеррингтон. Он рассекал спинной мозг и нервы вагуса у собак, прерывая связи головного мозга со всеми внутренними органами: сердцем, легкими, желудком, печенью, селезенкой и т. д. После операции, несмотря на выключение интероцептивных полей (откуда поступают сигналы, воспринимаемые в форме органических ощущений), у подопытных животных сохранялось «эмоциональное поведение»: наблюдались гнев и радость, страх и отвращение [7].

По поводу опытов Шеррингтона в американской философско-психологической литературе возникла дискуссия. Обсуждался вопрос: действительно ли оперированные животные испытывали чувства, обозначаемые как гнев, страх и т. д., или у них остались лишь следы внешних проявлений этих чувств?

Сам Шеррингтон считал маловероятным, чтобы объективно наблюдаемым эмоциональным реакциям не соответствовали сопряженные с ними переживания. Но лидер восходящего к Джемсу функционального направле-

ния в американской психологии Энджелл полагал, что опыты Шеррингтона не опровергли гипотезы Джемса — Ланге, так как они не доказали ни того, что сигналы из внутренних органов безразличны для психических состояний, известных как аффекты, ни того, что именно эти эмоциональные состояния являются причиной внешне наблюдаемого эмоционального поведения (а не его производной, как полагал Джемс, утверждая, что мы бросаемся в бегство и именно поэтому испытываем страх) [7].

Ученик Джемса и друг Кеннона — Рольф Перри также считал, что опыты Шеррингтона лишены по отношению к гипотезе Джемса — Ланге опровергающей силы, хотя и утверждал это с меньшей категоричностью, чем Энджелл [8].

В разгоревшихся спорах экспериментальные данные Кеннона воспринимались в качестве говорящих в пользу Джемса — Ланге, а не Шеррингтона. В частности, в начале 20-х годов в книге американского психолога Хемфри «История человеческого ума» [9] кенноновская концепция интерпретировалась как физиологическое обоснование периферической теории эмоций, выдвинутой Джемсом.

Рассмотренные нами опыты Шеррингтона были поставлены в 1900 г., т. е. задолго до того, как Кеннон приступил к изучению эмоций. И поскольку кенноновские работы проводились значительно позднее, казалось, последнее слово в пользу «периферической» теории — за нами. Но сам Кеннон занимал осторожную позицию и через несколько лет, приступив к экспериментальной проверке вопроса, сделал в конечном счете вывод, согласно которому источником эмоций служат физиологические процессы не периферического, а центрального порядка.

Во втором издании своих «Телесных изменений» он возражал против того, чтобы «многочисленные события», происходящие во внутренних органах в результате сильного возбуждения, как это детально было показано в предшествующих главах, интерпретировались в качестве поддерживающих теорию Джемса — Ланге [2, стр. 357].

Подобно Шеррингтону, Кеннон проверял верность предположений Джемса — Ланге, исходя не из спекулятивных соображений, а из того, что подсказывал физиологический опыт. Однако не только с Джемсом — Ланге, но и с Шеррингтоном, как мы увидим дальше, он не

согласился в вопросе о том, в каких частях мозга размещены центры эмоций. И их расхождения касались не только локализации функций, но и общей проблемы организации и регуляции поведения.

В начале 20-х годов в Гарвардской лаборатории появилась новая экспериментальная модель — симпатозктомированное животное, т. е. животное, у которого был полностью удален симпатический отдел вегетативной нервной системы. Модель была изобретена (в отличие от модели Шеррингтона) не для проверки теории Джемса — Ланге, а в совершенно иных целях, связанных с возникновением у Кеннона новой исследовательской программы. Об этом речь пойдет дальше. Но модель позволила проверить и периферическую теорию эмоций.

В предшествующих работах Кеннон, как помнит читатель, установил важную роль симпатической системы при эмоциональном возбуждении. Лишенные же этой системы подопытные животные месяцами жили в лаборатории.

Естественно, что в их висцеральных органах не могли происходить вызываемые возбуждением симпатических ганглиев пертурбации. Однако эмоциональные реакции, обычно свойственные этим животным, полностью сохранялись (кроме поднятия шерсти). Симпатозктомированная кошка в присутствии собаки поднимала лапу с выпущенными когтями, издавала угрожающие звуки, оскаливала зубы.

В связи с замечанием Перри о том, что внешнее эмоциональное поведение само по себе оставляет нерешенным вопрос, переживает ли животное (в мозг которого уже не поступает поток сигналов из внутренних органов) эмоцию или нет, Кеннон писал: «Конечно, следует допустить, что мы не имеем реального основания ни для утверждения, ни для отрицания «переживаемой эмоции» у этих ущербных животных. Однако мы имеем основание судить об их отношении к теории Джемса — Ланге. Главную часть «переживаемой эмоции» Джемс приписал висцеральным ощущениям. Ланге приписал ее полностью ощущениям, поступающим от системы кровообращения. Оба утверждали, что если эти органические ощущения устранить, то от эмоций ничего не останется. Шеррингтон и гарвардская группа изменили эту процедуру, устранив ощущения хирургически. У подопытных животных



исчезали все висцеральные сдвиги, производимые посредством симпатических путей при сильном возбуждении. Равным образом исчезла возможность возвращения импульсов по этим каналам, а у животных Шеррингтона также и по каналам вагуса. Соответственно положению Джемса переживаемая эмоция должна была бы в своей значительной части исчезнуть, а по Ланге, она должна была бы исчезнуть полностью... Однако в действиях животных, поскольку им это позволяли нервные связи, не происходило изменений в интенсивности эмоциональных проявлений. Иначе говоря, операции, которые должны были бы, в терминах теории, в значительной степени или полностью разрушить эмоциональное переживание, тем не менее позволяли животному вести себя так, как оно всегда поступает, испытывая ярость, радость или страх» [2, стр. 350].

Джемс писал: «Я совершенно не могу представить себе, что за эмоция страха останется в нашем сознании, если устранить из него чувства, связанные с сильным сердцебиением, коротким дыханием, дрожью губ, с ослаблением членов и с возбуждениями во внутренностях» [5, стр. 291].

Взглянув на симпатэктомированную кошку в кенноновской лаборатории, Джемс мог бы убедиться в том, что это животное проявляло аффект страха, не испытывая (из-за удаления симпатических ганглиев) никаких изменений в сосудистой системе, дыхании и других телесных системах.

Наряду с фактами, наблюдаемыми при десимпатизации, Кеннон выдвигает ряд других аргументов против «периферической» теории. Претендующая на причинное объяснение эмоциональных состояний, она не выдерживает испытаний именно с точки зрения принципа причинности. Соответственно этому принципу она должна была бы объяснять различия между отдельными эмоциональными состояниями (о бесконечном многообразии которых говорит непосредственный опыт) различием в вегетативных реакциях. Между тем висцеральные изменения при симпатической стимуляции в любых случаях одни и те же. Для симпатического отдела характерен широкий диффузный эффект, включающий в качестве компонентов усиление сердечной деятельности, торможение перистальтики и секреции пищеварительных желез, расшире-

ние зрачков, потоотделение, возрастание количества сахара в крови и т. д. «Эти изменения наблюдаются при большом возбуждении в любых обстоятельствах» [2, стр. 351].

При столь резко различающихся между собой аффектах, как ярость и страх, в глубинах организма тем не менее происходят однотипные сдвиги. Более того, эти сдвиги могут совершаться, не вызывая эмоций, как это наблюдается, например, при сильном охлаждении, асфиксии, высокой температуре.

Следуя принципу причинности, сторонники объяснения эмоций внутриорганическими изменениями должны были бы ввести представление о дополнительных факторах, позволяющих отдифференцировать телесный субстрат одного чувства от других (при общем для всех возбуждении), а также указать, почему при одних и тех же вегетативных изменениях эмоции иногда разгораются с огромной силой, иногда же вообще не возникают.

В поисках ответа на эти вопросы следовавшие за Джемсом сторонники периферической теории перенесли акцент с висцеральных (интероцептивных) ощущений на двигательные (проприоцептивные).

В Соединенных Штатах Америки нарастало влияние поведенческого подхода. Он получил кульминационное завершение в радикальном бихевиоризме, начисто отвергнувшем какой бы то ни было научный смысл понятий об ощущениях, эмоциях, переживаниях и т. д., объявившем эти понятия пережитком времен схоластики и алхимии. Идущие от Джемса функционалисты (Энджелл, Дьюи, Перри и др.) не придерживались столь крайних воззрений, но и они выдвигали на передний план двигательную активность, рассматривая ее не только как чисто телесную реакцию (таково было мнение Уотсона и других «радикальных» бихевиористов), но и как реакцию, имеющую психическую тональность в виде связанных с ней ощущений.

Это было использовано с целью объяснить причины эмоциональных различий, не отступая от исходного «периферического постулата» Джемса. В частности, Энджелл защищал мысль о том, что разнообразие эмоций обусловлено разнообразием чувственных сигналов, поступающих не из гладких мышц, а из скелетной мускулатуры, а Перри ввел представление о «двигательных установках», из-

менение которых придает эмоциональным реакциям различную физиономию.

Эти теоретические соображения не выдержали проверки физиологическими неврологическими опытами. Клинические исследования показали, что ощущения, производимые мышцами, сами по себе не обладают эмоциональной тональностью. Они приобретают ее благодаря возбуждению таламической области.

Против предположения о том, что эмоции возникают в результате вегетативной «бури», говорили также эксперименты, смысл которых состоял в том, чтобы вызвать эту «бурю» искусственным путем. Их методику как бы подсказал сам Кеннон. Ведь одним из его важнейших достижений являлось доказательство того, что адреналин провоцирует телесные изменения, подобные по всем главным параметрам эффектам действия симпатической нервной системы. И если из этих изменений, как постулировалось периферической теорией, рождаются эмоции, естественно было предположить, что их можно вызвать также искусственным путем, вводя в организм адреналин.

В опытах Маранона был испробован этот метод. Испытуемые сообщали о возникающих под влиянием адреналина различных соматических ощущениях, но истинных эмоций они не испытывали. Выводы из этих экспериментов позволили Маранону провести четкое различие «между восприятием периферических явлений при вегетативной эмоции (т. е. телесных изменений) и психической эмоцией в собственном смысле слова, которая в этих случаях отсутствует» [2, стр. 357].

Лишь тогда, когда перед инъекцией адреналина экспериментатор создавал у испытуемых эмоциональный настрой путем беседы с ними о волнующих их событиях, адреналин как бы подкреплял этот настрой. Он, таким образом, лишь поддерживал соответствующими телесными изменениями эмоциональное состояние, которое имело центральный, а не периферический источник.

Дискуссии вокруг гипотезы Джемса — Ланге не прошли для Кеннона бесследно. Они повлияли на него в двух направлениях. Прежде всего они вынудили его переосмыслить роль вегетативных сдвигов, вызываемых в первую очередь симпатической системой.

Из споров по поводу воздействия висцеральных импульсов на формирование эмоций вытекало, что вклад

этих импульсов не может рассматриваться как значимый или во всяком случае как решающий. С каких позиций следовало тогда расценивать происходящие при аффектах изменения во внутренних системах? Ведь именно изучению этих изменений было отдано несколько лет напряженного труда, принесшего Гарвардской лаборатории Кеннона славу в мировой физиологии. Если главное значение указанных изменений не в обеспечении физиологического базиса эмоций, а работ Кеннона — не в дальнейшем развитии линии, намеченной Джемсом и Ланге (как представлялось многим), то в чем же оно состоит? Таков был первый жизненно важный для Кеннона как исследователя вопрос, размышление над которым подготавливало наряду с другими обстоятельствами его главное теоретическое достижение — учение о гомеостазисе.

«Поскольку висцеральные процессы не являются, к счастью, значительным источником ощущений, поскольку даже крайние нарушения в этой области не дают заметного эмоционального опыта, мы можем теперь понять, почему эти нарушения не могут служить средством различения таких резко выраженных эмоций, как страх и ярость, почему озноб, асфиксия, гипергликемия и лихорадка не сопровождаются эмоциями, а также почему полное исключение висцеральных факторов из выражения эмоций не изменяет эмоционального поведения» [2, стр. 358].

Сигналы, идущие из органов, регулируемых симпатической нервной системой, являются весьма слабыми. Неудивительно поэтому, что они играют незначительную роль в эмоциональном комплексе. В чем же тогда биологическая ценность многообразных и удивительных проявлений активности симпатической системы? По Джемсу, висцеральные ощущения, и только они, придают восприятию эмоциональный аромат, интимную теплоту и богатство переживаний.

Кеннон пришел, опираясь на физиологический эксперимент, к выводу, что Джемс наделил эти ощущения совершенно несвойственной им функцией.

«Процессы, происходящие во внутренних органах в результате деятельности симпатической системы, являются поистине замечательными и разнообразными. Их смысл для организма, однако, состоит не в том, чтобы придать переживаниям определенную окраску, но скорее в таком

приспособлении внутренней «экономии», которое не позволило бы — вопреки сдвигу во внешних обстоятельствах — существенно нарушить однообразный уклад внутренней жизни» [2, стр. 358].

В дальнейшем идея о симпатической системе как регуляторе стабильности — постоянства всех показателей организма — станет ключевой для книги «Мудрость тела», которая выйдет вслед за вторым изданием «Телесных изменений».

Но в связи с опровержением периферической концепции эмоций вставал и другой вопрос. Если сигналы, идущие из внутренних органов (интероцептивные ощущения), не могут рассматриваться как субстрат эмоциональных состояний, то где же находится этот субстрат? Ведь Кеннон занимался физиологией эмоций. Его программа состояла в том, чтобы исследовать телесные изменения, происходящие именно при «главных эмоциях», а не иных проявлениях деятельности организма. Он начинал с указания на то, что эмоции являются фундаментальными реакциями, играющими огромную роль в «телесной экономике» [2, стр. 2], и что знание об этих могучих пружинах поведения крайне мало, так как физиологи ими не занимались, передав этот предмет в руки философов, психологов и исследователей в области естественной истории (биологов-эволюционистов). Исследование функций симпатической системы, которым Кеннон занимался, воодушевленный перспективой создать истинно физиологическое учение об эмоциях, к поставленной цели (несмотря на принципиально важные находки) все же не привело. Следовало ли отказаться от первоначальной задачи и оставить область эмоций у ее прежних «владельцев», либо по-прежнему предъявлять физиологу на нее свои права?

Кеннон выбрал второй путь. Поскольку изучение периферических субстратов решающего успеха не принесло, он изменил ориентацию. Объектом поиска стали высшие нервные центры. О том, что именно в них заложены главные физиологические регуляторы эмоций, говорили уже рассмотренные опыты Шеррингтона, подопытные собаки которого при прерванных связях с источником внутренних ощущений проявляли страх, ярость и другие формы эмоционального поведения.

Задолго до Шеррингтона, в 1887 г., В. М. Бехтерев пришел к выводу о том, что физиологические механизмы

эмоций сосредоточены в таламической области [10]. Оригинальность этой идеи, как и всякой иной, может быть адекватно оценена лишь в конкретном историческом контексте. Органом психических состояний было принято считать кору больших полушарий головного мозга. Из этой посылки исходил в своей концепции и Джемс, по мнению которого эмоция возникает, когда импульсы внутренних органов достигают коры.

Бехтерев доказывал, что эмоциональные реакции должны иметь собственный структурно-функциональный статус, отличный от кортикального. В подтверждение этого положения он приводил различные доводы: клинические, генетические, экспериментальные. Он отмечал, в частности, что эмоциональные реакции наблюдаются у ребенка в очень раннем возрасте, когда их корковая регуляция еще невозможна. Он сообщал, что после экстирпации больших полушарий у кошек и собак эти животные продолжали проявлять типичные признаки аффективного поведения, пока у них не удалялся таламус.

Бехтерев выступил почти одновременно с Джемсом и Ланге. Но идейная атмосфера в 80-х годах благоприятствовала утверждению периферической теории, стимулировавшей и работу Кеннона. Нужно было пройти ряд испытаний, чтобы убедиться в бесперспективности периферической концепции эмоций и проявить интерес к центральной, исходный пункт которой Кеннон нашел у Бехтерева. Но историческая справедливость требует отметить, что сам Бехтерев воспитывался на работе Сеченова «Рефлексы головного мозга», в которой излагалась схема «мозговой машины» с двумя главными механизмами: тормозящим и усиливающим.

Первый механизм был открыт в таламической области самим Сеченовым, с именем которого с тех пор связана разработка тормозных явлений в центральной нервной системе. Что касается усиливающего механизма, то, считая его также локализованным в головном мозгу, Сеченов предполагал, что именно он служит субстратом страстей, т. е. эмоциональных импульсов.

Сеченовская схема и обострила зоркость Бехтерева к фактам, положенным им в основу представления о том, что механизм аффектов следует искать в подкорковых центрах.

## Таламус как орган эмоционального поведения

Через много лет Кеннон разыскал статью Бехтерева в немецком журнале. С ее изложения [2, стр. 361] он начинает одну из новых глав второго издания «Телесных изменений». Глава называлась «Эмоция как функция таламуса».

В противовес гипотезе о том, что эмоция генерируется процессами в коре, отражающими изменения во внутренних органах и мышцах, роль физиологического субстрата эмоций возлагалась на таламус. Он трактовался как посредствующее звено во взаимодействии между органом сознания — корой и висцерально-мышечными структурами. «Между корой и периферией лежит диэнцифалон, интегральный орган эмоционального уровня, куда поступают и откуда исходят разряды и который при соответствующей стимуляции способен установить стереотипные формы двигательных реакций лица и тела, типичные для различных аффективных состояний» [2, стр. 365]. За этим выводом стояла серия новых экспериментов, проведенных в Гарвардской лаборатории.

От симпатико-адреналовой системы Кеннон обратился к головному мозгу. В опытах Бриттона и Кеннона (1925) декортицированная кошка проявляла весь комплекс признаков сильнейшей ярости [11, стр. 282]. Вскоре Бард показал, что эта мнимая ярость сохраняется после удаления всех отделов мозга, лежащих перед диэнцефалоном, и исчезает лишь тогда, когда разрушается нижняя передняя часть таламической области [12, стр. 515].

«Эти результаты отчетливо указывают на таламус как район, в котором при отсутствии кортикальной регуляции разряжаются нервные импульсы, вызывающие крайнюю степень «эмоциональной» активности: как мышечной, так и висцеральной» [2, стр. 362].

Картина поведения таламического животного свидетельствует, согласно Кеннону, в пользу положения о том, что эмоция в ее внешнем выражении является сложным безусловным рефлексом. Типичной эмоции присущи «все характеристики простого рефлекса» [2, стр. 244].

Она является врожденной, быстро вспыхивающей, постоянной и полезной по отношению к определенной категории стимулов. Она отличается от элементарных рефлексов «не качеством, а сложностью» [2, стр. 244].

Телесная «формула» эмоций, по Кеннону,— одна и та же для всех высокоразвитых живых существ, включая человека [13]. Заложённая в древней части мозга — мозговом стволе, она разворачивается на различных уровнях филогенеза стереотипно и автоматически, притом в любых обстоятельствах, адекватных ее биологическому смыслу. Ее автономность подтверждается физиологическим экспериментом. Удаление надстраивающихся над таламусом центров у подопытных животных ничего не изменяет ни в мышечной установке, ни в висцеральных функциях (расширение зрачков, повышение давления, выброс адреналина и т. д.), характерных для обычного эмоционального поведения.

Нервная организация эмоционального поведения может быть, по Кеннону, представлена следующим образом: «Внешняя ситуация стимулирует рецепторы, и возникающее возбуждение направляет импульсы в кору, где они ассоциируются с условнорефлекторными процессами, определяющими направление реакции» [2, стр. 368].

Известные сочетания кортикальных нейронов активируют таламические процессы. Эти процессы могут возникнуть и под действием внутренних импульсов. Но в обоих случаях возбуждение таламуса производит стереотипные формы реакций, типичные для аффективных состояний.

В действительности, однако, новая кенноновская схема основывалась на определенном понимании не подкорки самой по себе, а корково-подкорковых отношений. Он подчеркивал, что «хотя нервный центр выражения эмоций является субкортикальным... однако корковые процессы участвуют в общей реакции на ситуацию, вызывающую сильные чувства» [2, стр. 257].

В трактовке же функций коры Кеннон руководствовался павловским учением об условных рефлексах. Он опирался на него в объяснении механизма нарушений, вызываемых эмоциями, и путей восстановления нарушенных функций. Кеннон ориентировался на учение об условных рефлексах в своей полемике с известным французским психологом Пьероном, который усматривал в эмоциях «аффективные разряды ненормально интенсивной нервной энергии», которые, якобы врываясь во внутренние органы, производят там разрушительную работу. Это дало Пьерону повод поставить под сомнение саму идею биологической целесообразности эмоций, что решительно



противоречило кенноновским представлениям, сложившимся на почве учения Дарвина.

Возражая Пьерону, Кеннон отмечал, что любая система организма при известных обстоятельствах может начать функционировать ненормально. Если, утрачивая свою истинную целесообразность, эмоциональный процесс становится патогенным, то необходимо вскрыть факторы, сдвигающие его в этом направлении.

И здесь Кеннон обращается к принципу «обусловливания», как его называли американские исследователи, т. е. условнорефлекторного изменения поведения.

Как показали эксперименты Уотсона (использовавшего идеи Бехтерева и Павлова), у младенцев можно создать отрицательно-эмоциональное отношение к совершенно нейтральным объектам, сочетая восприятие этих объектов с чувством страха (вызываемым утратой опоры) или чувством гнева (вызываемым ограничением движений). Аналогичным образом возникают, по мнению Кеннона, различные эмоциональные пристрастия и идиосинкразии. В корковых центрах во время сильного потрясения возбуждается множество нейронов. И в дальнейшем любой из компонентов этого множества способен по ассоциации восстановить следы пережитого [2, стр. 259]. Актуальная эмоция производит вегетативные изменения (в основе своей биологически полезные, мобилизующие силы организма). Следы же этой эмоции, возникая в ситуации, далекой от первоначальной, уже не имеют утилитарного значения и, повторяясь, начинают наносить ущерб организму, все резче и резче нарушая естественный ход внутриорганических процессов.

На основании этого Кеннон высказывает ряд практических соображений, касающихся возвращения эмоционального поведения к норме. Не следует допускать закрепления патологической связи путем повторения. Поэтому необходимо как можно раньше ее прерывать. Бесполезно убеждать в том, что нет оснований для волнения, если не устранена его реальная причина. (Эта причина действует через таламический центр, убеждение же ограничено уровнем коры, которая прямого воздействия на внутренние органы не оказывает.)

«Известно, что условные раздражители можно затормозить и они перестанут вызывать свой обычный эффект, если в их действие вмешаются новые необычные раздра-

жители («исследовательское поведение», описанное Павловым)... Этот метод обычно применяется, чтобы прервать длительное влияние условий, поддерживающих вредное эмоциональное состояние» [2, стр. 265]. Эти рекомендации даются и житейской мудростью. Но Кеннон стремился показать, что за ними стоят закономерности экспериментально изученной И. П. Павловым кортико-субкортикальной нейродинамики. В связи с этим он подчеркивал, что придерживается строго физиологической ориентации. «Употребляя физиологическую точку зрения, я рассматриваю эмоции в терминах нервных импульсов, подобно тому как я могу рассматривать нервные импульсы, идущие из «моторной зоны» коры, в качестве регуляторов движений скелетной мускулатуры» [2, стр. 263]. Если раньше он делал упор на роль адреналового фактора в эмоциональном поведении, то теперь — на роль нервной регуляции, в трактовке которой, как мы видели, он находился под влиянием павловских представлений.

Центральной структурой эмоционального процесса он считал таламус, а сам процесс относил к разряду безусловных рефлексов. Поведение же в целом, по Кеннону, подчиняется законам высшей нервной деятельности, субстратом которой служит система кортико-субкортикальных отношений. С этих позиций Кеннон критиковал как сугубо морфологический, так и чисто психологический подход к эмоциональному поведению. Слияние этих двух подходов имеет, по Кеннону, важное значение для медицинской практики. Врач, привыкший морфологически мыслить, признает явное нарушение лишь в случае, если оно может быть продемонстрировано под микроскопом. Но «страхи, заботы, состояния гнева не оставляют явных следов в мозгу. Что в таком случае делать с ними врачу?»

С другой стороны, эти таинственные чувства, которые вздымаются в нашей груди из неизвестных источников, не являются ли они волнениями «души»? В этом случае опять же что делать с ними врачу? Нужно ли тогда удивляться, что люди, охваченные эмоциональным стрессом, обращаются за помощью не к врачам, проявляющим к ним безразличие, а к священникам и к тем, кто признает реальность этих производящих потрясения состояний» [2, стр. 262].

Кеннон надеялся, что отстаиваемый им физиологический подход позволит пройти мимо Сциллы «морфоло-

гизма» и Харибды «психологизма». Он хотел, чтобы люди могли избавляться от своих тревог и страхов, опираясь на точное естественнонаучное знание.

Говоря о психологах (отнесенных им к той же категории, что и священники), он не называет имени Фрейда. Но именно психоаналитики приобретали все большую популярность в качестве «врачевателей человеческих душ».

Критикуя субъективную психологию, Кеннон усматривал единственный выход в том, чтобы мыслить о душевных состояниях в «терминах нервных импульсов». Скрытой предпосылкой этой установки являлось убеждение в том, что реальным является только нервный процесс, но не психический. Из этого следует, что иной психологии, кроме субъективистской, Кеннон и не представлял.

Здесь он оказался в одном стане с физиологами-редукционистами (сводящими психическое к нервному) и с бихевиористами (сводящими психическое к реакции на стимул). Но развитие науки, вопреки этим представлениям, показывало, что и психическое может быть предметом объективного и причинного исследования. Для этого требовалась коренная методологическая переориентация. Кеннон же, сам внесший крупный вклад в изучение такого важнейшего психологического феномена, как эмоции, с естественнонаучных позиций, отказывал психологическому познанию в объективности<sup>1</sup>.

Это, однако, не должно дать повод умалить историческую роль Кеннона в создании основ современного учения о физиологических механизмах эмоционального поведения.

Давая обзор многочисленных клинических и экспериментальных данных о нейроэндокринных коррелятах эмоций в послекенноновский период, Э. Гельгорн и Дж. Луфбороу отмечают, что «монументальный труд Кеннона представляет собой классическую попытку в этом направлении» [14, стр. 101]. Со времен Кеннона знание об

---

<sup>1</sup> В конкретном анализе Кеннон постоянно наталкивался на факты, которые не могли быть объяснены «в терминах нервных импульсов». Он, например, отмечал «интересный факт, состоящий в следующем: нередко полного объяснения путей возникновения тревоги (ее причин) достаточно, чтобы быстро и полностью устранить эту тревогу» [2, стр. 262]. Очевидно, что осознание причин, их рациональный анализ — это психологический, а не физиологический процесс.

эмоциях существенно продвинулось благодаря достижениям нейрофизиологии, биохимии, внедрению в физиологическое и психологическое мышление кибернетических схем [18, 19].

Проблемы, которые выдвинул и над которыми бился Кеннон: какова функция эмоций в поведении организма как целого, каковы их нервные субстраты и гуморальные индикаторы, а также каковы корреляции между их внешним выражением и субъективным переживанием, — по-прежнему остаются центральными для исследователя эмоциональной сферы. Но сегодня в ответах на них содержится много нового. Для Кеннона мир эмоций (в физиологическом плане) был по существу ограничен двумя всеобщими формами, обеспечивающими выживание организма. Идея основных форм (по кенноновской терминологии, «главных эмоций») и в настоящее время довлеет над физиологической мыслью.

Так, один из самых крупных специалистов в этой области Карл Прибрам указывает, что он, развивая идеи Кеннона о реакциях «агрессии и бегства», выделяет четыре фактора. «Наши четыре фактора, дополняющие классификации Кеннона, включают пищевое и половое поведение» [15, стр. 227]. Прибрам при этом проводит существенное различие между мотивами и эмоциями. Эмоции (в отличие от мотивов) — это процесс внутреннего контроля, механизм саморегуляции. Они зависят от притязаний индивида, его заинтересованности в достижении цели, информированности о ситуации и от оценки результата своих усилий.

Очевидно, что, возникая в столь сложной системе отношений, они не могут иметь нейрогуморальным основанием какой-либо ограниченный субстрат. Поэтому вслед за Кенноном современные физиологи говорят о взаимодействии корково-подкорковых структур. Вместе с тем в этом взаимодействии выделяются звенья, за которыми признается особо важное значение в том, что при определенных обстоятельствах поведение приобретает резко выраженную аффективную окраску. И здесь современные физиологи расходятся с Кенноном, который считал таким звеном таламус. Клинические и экспериментальные данные говорят в пользу представления, согласно которому решающая роль принадлежит гипоталамо-лимбической системе [16—20].

## Глава пятая

---

### Вклад У. Кеннона в теорию травматического шока

Летом 1914 г. началась первая мировая война, подобно пожару охватившая европейские страны. К концу 1914 г. воевали Австро-Венгрия, Германия, Турция, Россия, Франция, Сербия, Бельгия, Великобритания, Черногория, Япония. В последующие годы в военные действия втянулись и другие государства.

6 апреля 1917 г. Соединенные Штаты Америки объявили войну Германии. В этот период фронт военных действий в Европе разросся. Воюющие стороны истощились и устали. Войне же не видно было конца. Американская печать приносила вести с фронтов о трудностях, связанных с лечением воинов. И вот, американские медики организовали Медицинский экспедиционный корпус для отправки в Европу. Десятки уже получивших известность ученых подключились к работе в этом корпусе. Каждый из них оставил свои занятия, клиники, лаборатории, чтобы добровольно отправиться в Европу для оказания помощи раненым.

Кеннон, с напряженным вниманием следивший за войной, решил не оставаться в стороне. Несмотря на то что в его Гарвардской лаборатории научная работа шла полным ходом, он поставил перед собой цель отправиться в Европу и заняться в фронтовых условиях весьма актуальным вопросом — исследованиями происхождения, течения и лечения травматического шока. До первой мировой войны проблема шока разрабатывалась не очень интенсивно, хотя представление о шоке зародилось несколько столетий тому назад.

## Развитие представлений о шоке

История развития представлений о шоке уходит своими корнями в глубину прошедших столетий. Упоминания о симптомах шока находят еще у Гиппократов. В 1575 г. французский хирург Амбруаз Паре описал изменения функций некоторых органов и симптомы, характерные для шокового состояния. Французский врач Ледран в более определенной форме высказался о шоке, условиях его возникновения и признаках в 1737 г. При этом термин, которым он обозначил шок, — «secousse» — был переведен на английский язык как «shock». С тех пор термин стал общепринятым. В 1795 г. Латта назвал этим термином поражения, вызванные электрическим током. В 1872 г. хирург Самуэль Гросс точнее своих предшественников описал и классифицировал симптомы шока<sup>1</sup>.

Блестящие для своего времени работы по шоку оставил великий русский хирург Н. И. Пирогов. Он описал картину шока, наблюдавшегося им во время Крымской кампании, подметив самые типичные черты этого патологического процесса.

Вот как Н. И. Пирогов охарактеризовал шокового больного: «С оторванной рукой или ногой лежит он ооченелый на перевязочном пункте. Тело холодное. Лицо бледное, как у трупа. Взгляд неподвижен и обращен вдаль, пульс, как нитка, прощупывается едва. На вопросы ооченелый или вовсе не отвечает или только про себя, чуть слышным шепотом. Дыхание едва заметное. Рана и кожа почти нечувствительны, но, если большой нерв, виисящий из раны, будет чем-нибудь раздражен, больной легким сокращением мышц лица проявит признаки чувства. Иногда это состояние проходит через несколько часов, иногда продолжается до самой смерти» [6, стр. 51].

Гронингер в 1885 г. пытался подвести итоги и дать общую картину расстройства сердечно-сосудистой системы при шоке. Он указал, что шок зависит от истощения нервных элементов спинного мозга [7].

Конец XVIII столетия явился началом экспериментальной эры: ученые стали воспроизводить шок и исследовать

---

<sup>1</sup> История изучения проблемы шока отражена во многих источниках [1—5].

довать его механизмы. Криль в 1899 г. ставил опыты на животных и пришел к выводу о том, что падение кровяного давления вызывается первичным истощением нервных центров. Хюэлл в своих работах, относящихся к началу XX в., выделил шок «сердечного» и шок «сосудистого» происхождения [8].

Одновременно с накоплением экспериментальных данных ученые перешли от догадок о механизме шока к построению теорий о его происхождении.

Э. А. Асратян в своей книге о шоке [3] писал, что почти 200 лет преобладала нейрогенная теория шока, т. е. первопричиной развития шоковых явлений авторы считали поражения нервной системы. Позже, по мере расширения проводимых в разных странах экспериментальных исследований, были получены новые разнообразные факты.

Эти факты к тому же по-разному интерпретировались авторами, и в результате возникло много теорий происхождения и развития шока. О некоторых из них будет сказано ниже.

Однако можно считать, что до первой мировой войны литература о шоке была весьма ограниченной. Лишь непосредственная хирургическая практика на поле боя дала обширный материал, и его изучение стимулировало теоретические и экспериментальные исследования по проблеме шока.

Итак, Америка по образцу Англии сформировала медицинскую бригаду. Кеннон без колебаний вступил в нее (напомним, что к этому времени он был уважаемым профессором, а кроме того, отцом пятерых детей). Ничто, однако, не могло удержать ученого от выполнения его гражданского долга, каковым он считал работу во фронтовых условиях. Англичане подали пример участия в медицинской бригаде физиологов, в числе которых были Генри Дейл, Чарлз Шеррингтон, Эрнст Старлинг, Уильям Бейлисс. Американцы направили в Европу не менее авторитетных специалистов: Кеннона, Гарвея Кушинга, Роже Ли, Роберта Осгута, Джозефа Ауба. В мае 1917 г. американские медики прибыли в Европу. Первым пунктом, откуда они должны были разъехаться в соответствии с назначением, был Лондон. Далее Кеннон направился в небольшой городок Дани Камье недалеко от Булони.

Еще раньше, продумывая задачи, стоящие перед ар-

мейскими хирургами, Кеннон решил посвятить свою деятельность изучению шока и борьбе с этой тяжелой патологией. Об этом намерении Кеннон поведал полковнику Эллиоту, который представлял во Франции Английский медицинский комитет по научным исследованиям. Кеннон был направлен в Бетюн. Он вспоминал впоследствии, что генерал Пайк, к части которого относилось медицинское подразделение в Бетюне, встретил его шуткой: «А, это тот самый Кеннон, по милости которого меня пичкали висмутовой кашей, когда у меня болел желудок! Вот я ему покажу!» [9]. Разумеется, при этом просьба Кеннона была удовлетворена, и он стал заниматься лечением раненых, у которых развивался шок.

Маленький городок Бетюн был близок к линии фронта. Эта часть Фландрии когда-то находилась под игом Испании. Улочки и дома Бетюна сохранили следы испанской архитектуры. Теперь жители в большинстве эвакуировались, вместо экипажей и автомобилей по улицам ехали фургоны с ранеными.

Особенно много раненых стало прибывать в середине лета. Шли дожди, раненые были буквально залеплены глиной и грязью, смешанной с кровью. Они гибли десятками сразу по прибытии в госпиталь. Август принес Кеннону особенно большую практику по борьбе с шоком. Кеннон описывал один из случаев: «Вспоминается больной с оторванной рукой, переломами обеих ног. Его кровяное давление было 68 мм.рт. ст., пульс 148, число дыханий 34 в минуту. Он испытывал удушье, просил «дать воздух» [9, стр. 64]. Не зная точно, какие же отклонения в деятельности разных систем организма имеют место при шоке, Кеннон и его помощники отметили, что симптомы у этого больного могут быть вызваны ацидификацией — появлением избытков кислых продуктов в тканях, крови, лимфе. Поскольку лечебные мероприятия при шоке не были четко разработаны, — предстояло обосновать их и разработать — лечили «на ощупь». Больному ввели содовый раствор, с тем чтобы противостоять ацидозу. Оказалось, что это средство дало хороший результат: кровяное давление у раненого поднялось до 86, а вскоре и до 114 мм рт. ст., и он заснул. Окрыленные этим успехом врачи решили утвердить введение щелочного раствора как обязательное мероприятие при шоке. Но радость оказалась преждевременной. Введение раствора соды в дру-



гих случаях если и улучшало состояние больных, то ненадолго.

Кеннон вновь и вновь искал средство эффективной помощи шоковым больным... Он пришел к выводу, что ацидоз — вторичное явление и помощь должна быть оказана раньше, до того как ацидоз разовьется.

Тем летом Кеннон сблизился с шотландским врачом Джоном Фрезером, с которым вместе разрабатывал средства борьбы с раневым шоком. Они вместе обрабатывали раны и выхаживали особенно тяжелых больных, бродили по городу вечерней порой, любуясь старинной архитектурой. Кеннон полюбил шотландские песни, которые пел в свободное время молодой врач, почувствовал тягу ближе познакомиться с Шотландией — страной свобододолюбивых, веселых людей, с добрым сердцем и открытым характером. В дальнейшем Фрезер стал известнейшим хирургом и, работая в Эдинбургском университете, поддерживал связь с Кенноном.

В ноябре Кеннон и доктор Фрезер получили возможность отправиться в Англию для того, чтобы выполнить серию экспериментов по шоку. Эксперименты были продиктованы самой жизнью, а смысл их сводился к расшифровке механизмов патологических явлений при шоке. Эксперименты должны были помочь в разработке эффективных мер борьбы с шоком.

В Лондоне Кеннон явился в Университетский колледж с тем, чтобы включиться в работу, проводившуюся известным английским физиологом Бейлиссом. Лондон в тот год не избежал участи многих европейских городов: военного напряжения, даже бомбежек. Война наложила отпечаток и на деятельность ученых. Лаборатории виднейших английских физиологов, которые посетил Кеннон, перестроили свою работу на нужды фронта.

Кеннон неутомимо трудился с Бейлиссом над экспериментальным изучением шока у собак, кроликов, кошек.

Уильям Мэддок Бейлисс (1860—1924) пользовался большим авторитетом не только в Англии. Его имя было известно и в других странах. Бейлисс получил образование в Оксфорде и в Лондонском медицинском колледже. С начала XX столетия он активно занимался изучением пищеварительных ферментов, коллоидных растворов и их роли в организме, работал над вопросами физиологии кровообращения, функций нервной системы и т. д. В кни-

ге «Путь исследователя» Кеннон посвятил Бейлиссу несколько теплых строк. Кеннон считал Бейлисса человеком выдающейся эрудиции.

Кеннону довелось быть свидетелем, как во время работы к Бейлиссу зашел известный фармаколог Кешни (с именем которого связано создание теории мочеобразования), специально чтобы уточнить какую-то химическую формулу, которая ускользнула из его памяти. Он немедленно получил точный ответ. Кеннон писал, что Бейлисс был также прекрасным собеседником, живо откликавшимся на любые темы. Приходилось Кеннону работать также и с другим крупным английским физиологом, Э. Старлингом.

Эрнст Генри Старлинг (1866—1927) родился в Бомбее. Образование получил в Англии, затем совершенствовался в Германии в лабораториях Кюне и Гейденгайна. Старлинг много занимался вопросами физиологии кровообращения (вспомним «закон сердца», сформулированный Старлингом).

Наряду с этим он не оставлял без внимания физиологию пищеварения, лимфообразования и т. д. Его лаборатории в Лондонском университетском колледже также переключились на изучение механизмов шока.

Итак, в Лондоне деятельность Кеннона протекала в тесном контакте с английскими физиологами Бейлиссом и Старлингом.

Будучи в Лондоне, Кеннон узнал о своем назначении президентом Красного Креста — медицинского научно-исследовательского общества, организованного для обмена опытом с французскими и английскими медиками. Это общество собиралось ежемесячно в Париже для обсуждения актуальных задач медицинской службы армии. В марте Кеннон закончил очередную серию экспериментов и направился в Париж. Здесь ему довелось встретиться с замечательным французским ученым Рише.

Шарль Рише (1850—1935), крупнейший французский ученый, отличался широтой и многообразием своих интересов. Ему в равной мере были близки физиология, микробиология, биология.

В 1913 г. за работы по анафилаксии Рише была присуждена Нобелевская премия. Как вспоминает Кеннон, Рише был большим оригиналом. Помимо занятий физиологией и медициной он писал стихи и пьесы, занимался

исследованием спиритизма, парапсихологией. Он был известен и как создатель модели самолета. Рише проводил также активную общественную пропаганду, отстаивая пацифизм. После кратковременного пребывания в Париже, где Кеннон имел возможность посетить некоторые госпитали и кафедры, он был направлен в город Дижон. Здесь в его распоряжении были лаборатория и большая группа врачей, с помощью которых он должен был разрабатывать мероприятия по борьбе с шоком. Кроме того, армейские хирурги ближайших и отдаленных воинских подразделений направлялись в Дижон к Кеннону для краткосрочного обучения методам борьбы с шоком. Кеннон, таким образом, стал возглавлять как бы центр повышения квалификации армейских хирургов. Через некоторое время (шел 1918-й год) Кеннону пришлось прервать свою деятельность, так как он был приглашен в Лондон Королевским обществом для прочтения «крунианской лекции» (ежегодно читаемой самым выдающимся, по оценке Королевского общества, физиологом). Кеннон, вспомнив свои научные достижения за предшествующие годы, когда он занимался в Гарварде изучением пищеварения, посвятил лекцию механизму жажды [10].

Возвращение во Францию совпало с передислокацией войск. Кеннон был назначен в 42-ю дивизию и оказался в прифронтовой полосе в момент самой ожесточенной атаки немецких войск. Госпиталь подвергался артиллерийскому обстрелу, соседняя хирургическая палатка была разрушена. Кеннон и другие врачи вынуждены были работать в окопах. В конце концов то, что осталось от госпиталя, погрузили на грузовики и эвакуировали. Дороги были забиты беженцами. Казалось, что вся страна в движении: вереницы людей ехали, шли, толкая перед собой велосипеды и детские коляски, забитые вещами. Тяжелое впечатление оставило это зрелище в сознании и памяти Кеннона на долгие годы.

Кеннон вернулся в Дижон, чтобы продолжать работу по подготовке врачей для борьбы с шоком. К концу октября на фронтах стало спокойней и Кеннон получил возможность проинспектировать несколько госпиталей на севере страны. Наступившие холода усугубляли трудности. Больные мерзли в палатках. Не лучше приходилось и врачам, которые в полной мере прочувствовали условия фронтовой походной жизни.

С группой врачей Кеннон двигался на попутных машинах по дороге в Париж. По возбуждению, охватившему толпы беженцев, почувствовалось, что произошло что-то из ряда вон выходящее. Так Кеннон узнал об окончании войны. Радостная весть передавалась из уст в уста. Беженцы, солдаты, раненые — все почувствовали великое облегчение и радость избавления от страшного бедствия.

Вскоре американцы покинули Европу и вернулись домой. Кеннон смог вновь заняться прерванной научной работой. Но предварительно надо было подвести итоги сделанному, написать статьи, а может быть, и книгу, обобщив личный опыт борьбы с шоком. Кеннон наряду с восстановлением прежней тематики в лаборатории Гарварда обрабатывает еще и материалы опытов по шоку. В результате появились статьи и книга, сконцентрировавшая все, что в этот период было известно о происхождении и механизме развития явлений у шоковых больных [11—13].

Казалось бы, на этом завершился этап жизни Кеннона, связанный с войной и «вынужденной» темой — изучением шока. Но судьба еще раз вовлекла ученого в работу по этой проблеме. В мае 1940 г. Кеннон был избран председателем Комитета по борьбе с шоком и переливанию крови. И опять американцы активизировали свою деятельность по борьбе с шоком в связи с событиями в Европе. В Европе шла вторая мировая война. Фашистские полчища оккупировали одну за другой соседние с Германией страны. В этой обстановке Кеннон стал организатором широко проводимой исследовательской работы. Ученые под его руководством искали и испытывали в экспериментальных условиях различные кровезамещающие составы, работали над оптимальными способами консервации крови. Был предложен метод изготовления сухой плазмы, которая сохраняла все необходимые свойства и использовалась для внутривенного введения.

Под руководством Комитета по борьбе с шоком, и в частности Кеннона, Эдвин Кон проводил исследования компонентов плазмы и их значения для организма (были получены альбумины плазмы).

Велись исследования по классификации разных видов шока, по выявлению специфических черт ожогового, травматического и гемотрансфузионного шока. Разрабатыва-

лись схемы лечения, очередность различных противошоковых мероприятий.

Комитет по существу организовал службу донорства в Америке. Он имел широкую связь с медицинской службой различных европейских стран.

Как бы логическим продолжением деятельности Кеннона по научным контактам с зарубежными странами явилась его работа в качестве президента Американско-советского медицинского общества. О деятельности Кеннона в этом обществе, об издании специального журнала и о контактах с Советским Союзом написано в последующих главах.

### **Работы У. Кеннона по проблеме шока**

Выше говорилось об обстоятельствах работы Кеннона в период первой мировой войны над проблемой шока.

В 1943 г. в Советском Союзе были переведены на русский язык и опубликованы в виде сборника отдельные статьи Кеннона, касающиеся вопросов этиологии, патогенеза и лечения шока. В предисловии, которое написано Х. С. Коштойнцем, Кеннон характеризуется как «один из самых выдающихся физиологов нашего времени, глава физиологии в Соединенных Штатах Америки, почетный член АН СССР» [14, стр. 3]. Коштойнец отдает должное общественной деятельности Кеннона, говоря: «Его речь с трибуны XV Международного физиологического конгресса в 1935 г. была открытым призывом к ученым всего мира встать на борьбу с фашизмом во имя спасения науки и культуры» [14, стр. 3].

Коштойнец останавливается на сущности достижений Кеннона в вопросах физиологии, связанных с шоком: «ему принадлежит токсемическая теория; доказательство значения и величины критического уровня кровяного давления, при которых неизбежно начинают развиваться симптомы шока».

В сборнике всего семь глав. Каждая глава представляет собой статью, напечатанную в то или иное время в одном из научных журналов. Содержание глав по порядку их изложения:

1) Физиологические факторы, связанные с хирургическим шоком;

- 2) Исследование природы раневого шока;
- 3) Ход событий при вторичном раневом шоке;
- 4) Раневой шок;
- 5) К вопросу о возможных токсических и нервных факторах в возникновении травматического шока;
- 6) Изучение экспериментального раневого шока (токсического фактора);
- 7) Изучение экспериментального раневого шока (критического уровня при понижении кровяного давления).

Подчеркивая достижения Кеннона в вопросах исследования шока, Коштойиц указывает, что в России шок изучался еще Н. И. Пироговым. Исследования токсической природы шока в большом объеме проводились Н. И. Бурденко и другими советскими учеными.

В 1923 г. в США была издана монография Кеннона о шоке под названием «Traumatic shock». В этой монографии, содержащей более 200 страниц, вопрос о шоке изложен систематизированно и последовательно. Автор охватил большое число литературных источников и детально описал свои эксперименты, а также собственные теоретические соображения относительно механизмов патогенеза шока [13].

Приступая к изложению сущности работ Кеннона о шоке, мы оговариваемся заранее, что не ставим своей целью освещать сложнейшую проблему шока в целом и место в ней работ Кеннона. По-видимому, такой анализ послужил бы темой самостоятельной книги.

Не придерживаясь последовательности изложения Кенноном вопросов происхождения, развития и лечения шока в его книге, попытаемся выборочно показать взгляды Кеннона на существующие теории развития шока, его заслуги в экспериментальном обосновании этих взглядов, изложить представления ученого о механизмах шока.

### **Симптомы шока**

Как уже говорилось, работы Кеннона явились результатом его непосредственного участия в лечении ранений на фронтах первой мировой войны в Европе и его экспериментальных исследований. Кеннон определял шок как патологическое состояние, связанное с резким падением кровяного давления и угнетением всех жизненных

функций. Для описания шока он цитировал высказывание о картине шока, приводимое профессором Фишером: «Он лежит совершенно спокойно, не обращая внимания на происходящие вокруг него события. Зрачки глаз расширены и медленно реагируют на свет. Он бесцельно и апатично смотрит перед собой. Его кожа и слизистые оболочки видимой части бледны, как мрамор, а руки и губы имеют синеватый оттенок. Крупные капли пота видны на его голове и бровях. Все тело на ощупь кажется холодным, термометр показывает под мышками температуру на  $1,5^{\circ}\text{C}$  ниже нормальной. Чувствительность сильно притуплена по всему телу, и только когда больному причиняют очень болезненный нажим, он делает слабые защитные движения... Мочи немного, и она очень густая, но в ней отсутствуют следы сахара и белка. Пульс почти неощутим и очень быстрый. Пациент сохраняет сознание, но отвечает медленно и тогда, когда ему задают повторные, надоедающие ему вопросы... Он жалуется на холод, слабость, омертвелость конечностей. Его дыхание характеризуется долгими глубокими вздохами, чередующимися с очень поверхностными, которые едва заметны и снижены».

Кеннон считал, что наиболее выраженными симптомами, проявляющимися у шоковых больных, бывают: нарушение или снижение кровообращения, расстройство дыхания, нарушение чувствительности и движения.

### **Нарушение чувствительной и двигательной функций**

Причиной снижения чувствительности при сильных раздражениях, которые, несомненно, сопровождают каждый случай шока, согласно работам Шеррингтона, может служить блокирование синапсов афферентных путей. Он утверждал, что блокирование этих синапсов является общим свойством любой рефлекторной дуги при потоке раздражений, и указывал на эту особенность как на причину адаптации рефлекторной дуги к действию раздражителей. Не оспаривая самого факта блокирования синаптического афферентного проведения в рефлекторной дуге, Кеннон приводил опыты своего ученика У. Портера [15], показавшего, что в основе этого явления лежит анемизация.

Синаптическое проведение ухудшается именно в связи с нарушением кровообращения, которое при шоке бывает первичным.

Рассматривая понижение дееспособности мышц и их активности, Кеннон также приписывал эти изменения первичному нарушению кровоснабжения и связанному с этим фактором снижению интенсивности обменных реакций. Было также показано резкое повышение порога раздражения мышц при шоке. При нарушении кровоснабжения мышц соответственно уменьшается количество выделяемого мышцами тепла, а это в свою очередь влечет за собой уменьшение интенсивности обменных реакций и снижает способность мышцы сокращаться. Так, в мышцах процессы развиваются по типу «порочного круга».

### **Кровообращение при шоке**

Характеризуя гемодинамику организма при шоке, Кеннон исходил из того, что она складывается из двух компонентов: деятельности сердца и состояния сосудистой системы. В условиях проводившихся Кенноном экспериментов, а также по данным наблюдений над шокowymi больными на фронте, деятельность сердца как таковая не являлась причиной падения кровяного давления. Кеннон ссылается на опыты Манна [16] и утверждает, что само сердце при шоке не дефектно. Оно реагирует на введение адреналина, на раздражение блуждающего нерва; следовательно, не в сердце причина характерного для шока падения артериального давления. Впрочем, не все опыты различных авторов имеют в этом вопросе однозначный характер: например, Хоуэлл [17] показал, что при шоке парализуются тормозящие влияния блуждающего нерва на сердце. Кеннон же, как и многие другие ученые, считал, что учащение сердечных сокращений и их ослабление при шоке развивается как вторичное явление в связи со снижением возврата крови к сердцу, реагирующему на такую анемизацию по закону Старлинга: уменьшенное поступление в сердце крови приводит к слабому растяжению кровью полостей сердца и к ослаблению сокращений, результатом чего и является уменьшенный выброс сердцем крови. Старлингом было показано, что искусственное снижение кровяного давления у



животных до уровня 80 мм рт. ст. приводит к учащению и ослаблению сердечных сокращений. Кеннон пришел к выводу, что наиболее значительную роль в развитии шока играет сосудистая система, изменения в которой и служат причиной падения кровяного давления. Кеннон последовательно анализировал, какое же звено сосудистой системы оказывается при шоке наиболее пораженным. Сосудодвигательный центр продолговатого мозга, который многие исследователи считают наиболее пораженным, по мнению Кеннона, остается более или менее интактным. О том, что сосудодвигательный центр не претерпевает значительных изменений, говорили проводившиеся Кенноном опыты [13, 14]. Кроме того, некоторые авторы показали, что при шоке в условиях низкого артериального давления все же можно получать сосудистые рефлексy при раздражении соответствующих сосудисто-рефлексогенных зон. Было доказано, что при шоке имеют место перераспределительные явления в сосудистой системе, что также не может осуществляться без участия сосудодвигательного центра. Например, при шоке наблюдается сужение сосудов кожи при одновременном расширении сосудов внутренних органов.

В опытах У. Портера и др. [15—17] показано, что при денервации уха кролика в условиях шока при искусственном повышении кровяного давления сосуды денервированного уха наполняются кровью в значительно большей степени, чем сосуды интактного уха. Следовательно, и при шоке сосуды при обычных условиях обладают определенной степенью сосудистого тонуса, зависящего от активности сосудодвигательного центра.

Кеттл в Гарвардской лаборатории видел, что в опытах на кошке состояние шока не препятствует сужению просвета сосудов задней конечности при нанесении раздражения на соответствующие нервы. Значит, сосудодвигательный центр не теряет своей дееспособности [18, 19].

Кеннон указывал, что в начальной стадии шока сосудодвигательный центр, напротив, повышает свою активность в ответ на анемизацию мозга и достаточно долго может находиться в состоянии такой повышенной активности. Лишь длительная и глубокая анемизация его приводит к критическому падению в связи с полной потерей периферического сосудистого тонуса, и развивается такая стадия шока, которая приводит к смерти. Рассматривая

изменения при шоке в разных отделах сосудистого русла: артериях, капиллярах, венах, Кеннон пришел к выводу, что именно капилляры подвергаются наибольшим изменениям при шоке. (Следует отметить, что эта точка зрения поддерживается большинством исследователей.)

Говоря о циркуляторных расстройствах при шоке, нельзя миновать такое явление, как снижение количества циркулирующей крови. При этом речь идет не только о раненых, потерявших много крови, но принимают во внимание также раненых, имеющих закрытые травмы, не сопровождаемые выраженной кровопотерей. Факт сам по себе вызывает сомнения. Об уменьшении циркулирующей крови при шоке говорят многие исследователи. Куда же устремляется кровь при шоке, где она содержится в депонированном виде, будучи выключенной из циркуляции?

Кеннон присоединяется к мнению некоторых авторов, что основным местом застоя крови при шоке служат сосуды брюшной полости, в частности система воротной вены. Застой крови способствует расширению русла капилляров и выходу жидкой части крови в окружающие ткани. Как указывает Кеннон, некоторые авторы находят, что кровь в воротной вене при шоке становится более концентрированной. Застой крови в брюшной полости способствует снижению интенсивности окислительных процессов в этой области, в результате чего образуются недоокисленные продукты обмена, имеющие сами по себе кислый характер и приводящие, как всякие продукты с низким рН, к местному расширению сосудов. Все это опять-таки по принципу «порочного круга» приводит к еще большему застою крови в сосудах бассейна воротной вены.

Бассейн капиллярного русла по сравнению с артериальным, как известно, очень велик; по данным, приводимым Кенноном, просвет аорты равен  $4,4 \text{ см}^2$ , в то время как суммарный просвет капилляров достигает  $8800 \text{ см}^2$ . При длине капилляра в  $0,05 \text{ см}$  емкость русла капилляров составляет около 440 мл. Здесь речь идет о функционирующем капиллярном русле в организме, находящемся в состоянии покоя. Как известно и доказано многочисленными исследованиями разных авторов, в покое функционирует лишь небольшая часть капилляров, а большинство из них находится в спавшемся состоянии.

Следовательно, при физической нагрузке, часто предшествующей состоянию шока, а также в случае сосудистой патологии капиллярное русло может многократно расширяться, вмещать количество крови, в несколько раз превышающее то, которое оно вмещает в нормальных условиях.

Следует отметить, что в одной из статей Кеннон выдвигает и другую точку зрения на локализацию расширенного участка в сосудистой системе, утверждая, что больше всего расширенными оказываются сосуды мышц. Именно в мышцах вырабатывается наибольшее количество недоокисленных продуктов обмена, приводящих к местному расширению капилляров. Именно на сосуды мышц не оказывает своего суживающего действия адреналин, который обязательно обильно выделяется при условиях эмоционального напряжения, являющегося спутником всякого шока. «Объем циркулирующей крови,— писал Кеннон [14, стр. 71],— снижается скорее всего под действием усиленной фильтрации в мышцах, где сосуды необычно расширены при одновременном спазме сосудов кожи и желудочно-кишечного тракта». Таким образом, в работах самого Кеннона имеются противоречия по вопросу о том, где депонируется кровь при шоке. Это отражает вообще противоречивость фактических данных, приводимых разными исследователями по многим вопросам, связанным с шоком. Кеннону принадлежат оригинальные эксперименты, в которых он добивался стойкого снижения кровяного давления в сосудах и исследовал при этом различные стороны окислительных процессов.

### **Кеннон о теориях шока.**

#### **Жировая эмболия как причина шока**

В статьях и монографии, посвященных шоку, Кеннон подвергает детальному анализу теории о происхождении и развитии шока, сформулированные другими авторами.

Кеннон останавливается на теории жировой эмболии. Представление о том, что жировая эмболия является первопричиной патологических явлений при шоке, было впервые высказано Уорсеном в 1919 г. Согласно этой теории, при размождении тканей и особенно костей капельки жира попадают в кровоток — в венозное русло —

и, приносясь с кровью в сосуды малого круга кровообращения, вызывают эмболию — закупорку мелких сосудов легких. Авторы этой теории считают, что в связи с эмболией и развиваются все другие симптомы: падение кровяного давления, учащение дыхания и т. д. Подтверждением служат эксперименты с введением в кровь экспериментальных животных взвеси — эмульсии жира (например, сливок). При этом немедленно развивается шокоподобное состояние [20].

Опираясь на данные других авторов и собственные эксперименты, Кеннон отрицает значение жировой эмболии как обязательного фактора развития шока. Кеннон в своих экспериментах почти не отмечал жировой эмболии легких при шоке [13]. Напротив, как он неоднократно высказывался, наличие жировой эмболии сосудов малого круга кровообращения сделало бы неэффективным внутривенное введение крови шоковым больным. На деле же гемотрансфузия — одно из основных лечебных мероприятий при шоке. Наблюдения под микроскопом легких экспериментальных животных, проведенные Г. Випплом [21], не показали наличия жировой эмболии в сколь угодно значительном объеме.

Таким образом, по мнению Кеннона, жировую эмболию нельзя считать основной причиной шока, во всяком случае она не может быть первопричиной шока.

### **Изменения дыхания и кислотно-щелочного равновесия**

Широкое распространение получила в свое время теория Яндрелла Гендерсона, объясняющая патогенез шока гипоканией<sup>1</sup>. Гендерсон видел в основе развития шока следующие механизмы. Под влиянием болевых импульсов у травмированных людей или животных возникает резкое — гиперпноное — учащение дыхания. В связи с учащением дыхания из организма выделяется большее, чем в норме, количество углекислоты. Потеря углекислоты —

---

<sup>1</sup> Карл Уиггерс в своей книге о шоке писал: «Несмотря на то что к 20-м годам Гендерсон отказался от своей теории гипокании в пользу теории первичных сосудистых изменений, его имя все же осталось связанным с теорией гипокании» [1, стр. 13].

гипокапния — приводит к скоплению в крови (избытка) щелочных ионов. Щелочные ионы, не будучи нейтрализованными, выделяются с мочой через почки. Таким образом, сдвигается кислотно-щелочное равновесие. В связи с уменьшением резервной щелочности (запаса веществ щелочного характера, способных нейтрализовать кислоты) в тканях образуются ненейтрализованные кислые продукты распада. Они влияют на периферические сосуды, вызывая их расширение и падение кровяного давления. Для подтверждения своей теории Гендерсон [22] ставил опыты на животных, подвергая их гипервентиляции легких путем избыточного искусственного дыхания. Результатом таких экспериментов на здоровых в остальном животных всегда являлось резкое падение кровяного давления — шок.

Для нормализации симптомов шока Гендерсон предлагал в числе прочих мероприятий вводить угольную кислоту, что, по его представлениям, должно было бы приводить к восстановлению щелочных резервов, так как щелочи вымываются в сосудистое русло из тканей для компенсации ацидоза от введенного углекислого газа и, кроме того, перестают интенсивно выводиться почками. Восстановление щелочности крови приводит к нормализации обменных реакций в тканях и способствует восстановлению кровяного давления.

Кеннон особенно подробно останавливается на критической оценке теории Гендерсона, приводя много возражений, основанных на рассуждениях, собственных экспериментах и опытах других авторов. Так, Кеннон указывал на опыты с введением в организм исследуемых животных молочной кислоты. Авторы, вызывая таким образом сдвиг кислотно-щелочного равновесия, наблюдали снижение щелочного резерва крови. Однако при этом не развивались типичные симптомы шока. Невозможность моделировать шок путем введения кислот в организм говорила не в пользу теории Гендерсона.

Большая серия опытов Кеннона и его сотрудников посвящена изучению соотношения между уровнем кровяного давления и характером активной реакции крови (степенью кислотности). Эти опыты должны были дать ответ на вопрос: что же все-таки является причиной, а что следствием — ацидоз или падение кровяного давления? Для проведения опытов этой серии Кеннон разра-

ботал оригинальную методику регулируемого снижения кровяного давления в сосудистом русле, о которой говорилось выше. Суть методики заключалась в том, что кошке в полость перикарда вводили канюлю, связанную с напорным сосудом, заполненным раствором Рингера для теплокровных. Посредством этого приспособления оказалось возможным вводить в полость перикарда то или иное количество жидкости, сдавливать сердце и тем самым снижать выброс крови в аорту, а следовательно и давление в сосудистой системе. Методика позволяла снижать давление на определенное время и до необходимого уровня. По мере снижения кровяного давления и развития шока у экспериментального животного Кеннон проводил свои многочисленные наблюдения над состоянием различных функций организма. В частности, он нашел так называемый «критический уровень кровяного давления», при котором развивается шок. В опытах на кошках (кровяное давление кошек близко к человеческому) критический уровень был установлен в среднем в пределах 80 мм рт. ст. Такое сниженное давление приводило к шоку только при длительной экспозиции.

Кеннон и его сотрудники определяли резервную щелочность крови при разных уровнях кровяного давления. Резервная щелочность определялась по Ван-Слайку вычислением объемного процента угольной кислоты, которая могла быть связана 100 мл плазмы после того, как кровь находилась в соприкосновении с воздухом, содержащим 5,5%  $\text{CO}_2$  (что равно концентрации  $\text{CO}_2$  в легочном альвеолярном воздухе).

Оказалось, что при давлении около критического — 80—70 мм рт. ст. — в крови содержится еще достаточно много угольной кислоты — около 50 объемн. %, что составляет нижнюю границу нормы. Однако при этом noticed многие симптомы шока: измененное дыхание, падение температуры тела и т. д. Эти опыты, по мнению Кеннона, говорили о том, что ацидоз и вообще сдвиги в кислотно-щелочном равновесии в крови не являются первопричиной шока, как это считал Гендерсон. Изменения кислотно-щелочного равновесия возникают вторично, являясь результатом низкого давления крови.

Опыты Гендерсона, в которых гипервентиляция приводила к развитию шока, не говорили, по мнению Кеннона о доминирующем значении гипоксии. Эти опыты

Кеннон объяснял по-своему, с точки зрения изменения гемодинамических условий в организме при гипервентиляции. Учащенное и углубленное дыхание препятствует возврату крови к сердцу в результате повышения сопротивления в грудной клетке, и сердце в связи со сниженным венозным возвратом начинает учащенно и ослабленно выбрасывать кровь, что снижает артериальное давление и приводит к шоку.

Кеннон оспаривал и предложение Гендерсона вводить для нормализации кислотно-щелочного равновесия в кровь углекислый газ. Он указывал на свои наблюдения над ранеными, у которых развивался шок и без заметного учащения дыхания. Далее Кеннон утверждал, что сама клиническая практика учит, что при шоке надо избавляться от углекислоты, а не вводить ее или какие-либо другие кислые продукты. Кеннон указывал еще на одно существенное обстоятельство, противоречащее представлениям Гендерсона. У шоковых больных и экспериментальных шоковых животных сам характер одышки, если она и наблюдается, таков, что частое и очень поверхностное дыхание не может приводить к гипоксии. В процессе такого дыхания в верхних дыхательных путях циркулирует лишь немногим больше той порции, которая заключена в так называемом «вредном пространстве», т. е. носоглотке, гортани, трахее, бронхах, где не происходит газообмена, и, таким образом, в легких скорее задерживается углекислота, чем выводится, как это представляет себе Гендерсон.

Говоря о первичности падения кровяного давления и вторичном характере ацидотических сдвигов в крови, Кеннон приводит данные, основанные на собственных экспериментах, показывая уровни щелочных резервов в зависимости от уровня кровяного давления.

---

Артериальное кровяное давление	Средний объемный процент насыщения крови углекислотой	Артериальное кровяное давление	Средний объемный процент насыщения крови углекислотой
90	53	72	35
75	44	59	24 (стр. 94)

---

Обращаясь к наблюдениям над ранеными, Кеннон использует следующую таблицу для показа связи пониженного давления с изменением щелочных резервов в организме человека.

*Критический уровень кровяного давления  
у людей и насыщение крови углекислотой*

Систолическое кровяное давление	Средний объемный процент насыщения крови углекислотой	Колебания	Число случаев
96—102	48	40—56	5
90—92	49	41—58	7
82—86	49	43—52	5
72—78	43	30—49	10
62—68	36	21—42	11
52—59	24	20—27	5

В книге Кеннона о шоке приводится много таблиц подобного рода, мы для иллюстрации выбрали лишь одну из них.

В таблицах показано, что лишь при очень значительном снижении кровяного давления начинает изменяться насыщение крови углекислым газом. В то же время, по данным Кеннона, достаточно снижения давления до критического уровня, чтобы начал развиваться шок. При этом уровне явления ацидоза, по данным Кеннона, еще нет.

Итак, по мнению Кеннона, изменения газового состава и реакции крови для шока являются вторичными. Кеннон отрицал ведущее значение жировой эмболии в развитии шока. Он отрицал также гипоканнический механизм шока, зависящий от снижения углекислоты в крови — гипоканнии. Как же Кеннон относился к идее о ведущей роли поражения центральной нервной системы при шоке, идее, имевшей хождение еще более столетия тому назад?

### **Нейрогенный механизм развития шока**

Кеннон не мог не остановить свое внимание на нейрогенной теории происхождения шока. В соответствии с этой теорией, которой придерживались и в настоящее время



мя придерживаются многие авторы, шок развивается в результате истощения регулирующих кровяное давление центров нервной системы в связи с бомбардировкой ее импульсами из пораженного — травмированного — участка организма.

Следует оговориться, что в некоторых случаях развития первичного шока пейрогенная природа его настолько несомненна, что даже самые ярые приверженцы других теорий не могут ее отрицать. Напрасно было бы обвинять Кеннона в недооценке нервного механизма развития шока в этих демонстративных случаях. Кеннон писал: «Было бы необдуманно, надеюсь, утверждать, что нервные импульсы не играют роли при возникновении шока. Действительно, существуют случаи, в которых, по-видимому, возникает чисто нервный шок от ничтожных ранений. По личному опыту и указанию других наблюдателей я решаюсь сказать, что такие случаи редки — громадное большинство случаев шока связано с сильным повреждением тканей ... как показали наши опыты, по существу нет соотношения между возникновением шока в таком случае и чрезмерным раздражением центральной нервной системы...» И далее Кеннон утверждал, что «афферентные импульсы не прибывают из пораженной области с такой интенсивностью, чтобы оказать глубокое влияние на центральную нервную систему» [14, стр. 47]. Так, не отрицая того, что некоторые виды шока являются по своему механизму чисто неврогенными, Кеннон считал, что в большинстве случаев поражение нервной системы носит не первичный, а вторичный характер.

Чтобы доказать, что нервный фактор не играет решающей роли при шоке, Кеннон делал следующие опыты. У кошек под эфирным наркозом травмировались ткани бедра. Для этого бедро помещалось на металлическую подставку и разбивалось ударами молотка. Кожа при этом сохранялась, наружного кровотечения, как правило, не было, а раздробленные и разможенные мышцы и иногда кости приводили к медленному развитию (на протяжении 20 минут) шока, картина которого была максимально сходна с картиной развития раневого шока у человека на поле боя<sup>1</sup>. В нескольких сериях опытов для

<sup>1</sup> Некоторые авторы утверждают, что неправильно идентифицировать шок животных и человека, следует находить лишь наиболее близкие формы.

выявления роли нервной импульсации из поврежденного участка тела кошки поврежденную конечность денервировали. Оказалось, что шок развивался так же, как и с сохраненными нервами конечности.

В других сериях экспериментов у кошки с разможенными тканями бедра перерезали спинной мозг. Таким образом, импульсы из области травм не имели доступа к структурам. И в этих опытах шок развивался так, как если бы перерезки не было. «Эти данные ясно показывали, — писал Кеннон, — отсутствие существенной связи между возникновением шока и чрезмерным раздражением центральной нервной системы». Кроме того, развитие шока в условиях эфирного наркоза само по себе свидетельствовало о незначительной роли нервной системы в патогенезе всех симптомов шока. Кеннон останавливается и на оценке тех морфологических изменений в клетках центральной нервной системы, которые были описаны некоторыми авторами, исследовавшими мозг шоковых животных. Разумеется, длительная анемизация приводила к патологическим сдвигам во внутренней структуре нервных клеток. Такие сдвиги наблюдал, например, Долли в клетках Пуркинье мозжечка [23]. По многочисленным данным, основанным на физиологических экспериментах и последующих морфологических исследованиях разных авторов, следует, что изменения в структуре нервных клеток возникают в различных отделах нервной ткани при нарушении кровообращения не одновременно. Пирамидные клетки коры головного мозга показывают изменение окрашиваемости уже спустя 8 минут после анемизации. В клетках Пуркинье эти изменения видны после 20-минутного нарушения кровоснабжения. В клетках продолговатого мозга, где заложен и сосудодвигательный центр, нарушения структуры наблюдаются в связи с анемизацией, длящейся около получаса, а клетки спинного мозга, где расположены центральные нейроны симпатической системы, изменяются только после часового нарушения притока крови<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> В настоящее время многими исследователями хорошо изучены морфологические изменения в тканях мозга при шоке. В книге И. Р. Петрова и Г. Ш. Васадзе [24] приводятся данные различных авторов, говорящие о наличии не только гистологических изменений в нервных клетках при шоке, но и изменений биохимических.

В опытах Кеннона с переживающими симпатическими ганглиями оказалось, что их клетки переносят анемизацию, длящуюся 2—3 часа, без заметных сдвигов в их морфологической структуре. Исходя из сказанного, Кеннон считал, что при шоке, когда фактически нет полной анемизации и клетки мозга получают хотя и уменьшенное, но все же достаточное количество крови, нет оснований предполагать, что нервная ткань травмируется и за счет этого возникают все изменения на периферии, характерные для шока. Таким образом, изменения в нервной системе, возникающие при шоке, Кеннон считал, за некоторыми исключениями, вторичными и не решающими в патогенезе симптомов шока.

### Шок как результат кровопотери

Наибольшего внимания, по мнению Кеннона, заслуживали теоретические представления о развитии шока как о результате кровопотери — уменьшения количества циркулирующей крови. При этом Кеннон анализировал две возможности. Кровопотеря может быть внешней — непосредственное вытекание крови из травмированной части тела<sup>1</sup>. Кроме того, кровопотеря может быть внутренней и выражаться не столько в кровоизлиянии в окружающие ткани при закрытом ранении, сколько в так называемой экземии. Экземией еще Гиппократ назвал явление сгущения крови за счет выхода в ткани жидкой ее части. В условиях экземии всегда уменьшается количество циркулирующей крови.

мического характера. К таким изменениям относятся: снижение креатинфосфата, аденозинтрифосфорной кислоты, увеличение содержания неорганического фосфора и молочной кислоты. И. Р. Петров считает эти химические изменения предпосылкой развития торможения, являющегося первопричиной шока.

<sup>1</sup> В настоящее время есть тенденция дифференцировать состояние шока и состояние, развивающееся в результате кровопотери. И. Р. Петров и Г. Ш. Васадзе считают травматический шок более тяжелым патологическим состоянием, при котором возникают химические и структурные изменения клеток центральной нервной системы, приводящие к торможению — ступору. При кровопотере нервные центры скорее возбуждены, изменения зависят от гипоксемии, имеется склонность к обморочному состоянию в большей мере, чем к разлитому торможению, характерному для картины травматического шока [24].

Принимая во внимание, что сгущение крови всегда сопровождается шоком, что легко доказать с помощью гематокрита — прибора, показывающего соотношение плазмы и форменных элементов, Кеннон не оспаривал роли сгущения крови в патогенезе шока. Однако, чтобы установить, является ли экземия первопричиной шока, Кеннон проводил специальные эксперименты. В одной из серий опытов с размождением тканей бедра он прибегал к такой методике: после разможения ткани правого бедра и развития шока, выражавшегося в падении кровяного давления, Кеннон отсекал пораженную и интактную конечность на одинаковом уровне, предварительно перевязывая сосуды, и затем взвешивал обе конечности. Оказалось, что поврежденная конечность весит за счет экземии больше интактной всего на 10%. Такая небольшая разница свидетельствовала о том, что в ткани выходит из сосудистого русла незначительное количество жидкости, и не могла объяснить общее падение кровяного давления. Следовательно, причина шока не в экземии, хотя отрицать ее наличие нет никаких оснований. Экземия, таким образом, рассматривалась Кенноном как вторичное явление при шоке. Сгущение крови, по мнению Кеннона, служит причиной повышения сопротивления кровотоку в сосудах, приводит к дополнительной затрате тепла и способствует снижению температуры тела, что в свою очередь уменьшает интенсивность окислительных процессов, приводит к ацидотическим сдвигам в крови, в связи с чем дополнительно расширяются сосуды и т. д. Таким образом, опять-таки по типу «порочного круга» повышение вязкости крови в результате экземии включается в схему процессов патогенеза шока.

Кеннон более бегло касается и других теорий развития шока, в частности теории шока, выдвигаемой Селье [25].

Известный канадский патолог Ганс Селье (1901) — творец широко известной концепции стресса и адаптационного синдрома — подходил к вопросу о механизме шока своеобразно. В основе шока он видел развитие неспецифического общего адаптационного синдрома — повышенную функцию гипофиза и надпочечника. Эта повышенная активность указанных эндокринных желез обусловлена «стрессорным действием травмы». Селье в своих исследованиях считал, что гипертрофия надпочечников

является одним из характерных признаков шокового состояния. Упоминая о теории Селье, Кеннон с сомнением указывал, что гипертрофии надпочечников у животных, пораженных шоком, он не наблюдал, а констатировал у шоковых животных скорее обратное явление. С нашей точки зрения, эти данные не противоречат концепции Селье об обязательной роли коры надпочечников в любом патологическом процессе. Как известно, состояние коры надпочечников и выделение гормонов коры носит фазовый характер.

При стадии адаптации наблюдается гиперфункция коры и гиперпродукция ее гормонов. В стадии истощения, наоборот, кора атрофируется и количество выделяемых гормонов резко падает. Кеннон, видимо, наблюдал конечную фазу шока, сопровождаемую истощением надпочечников.

Что касается самого Ганса Селье, научное творчество которого в конце 30-х годов лишь начало разворачиваться, то, несмотря на несколько прохладное отношение Кеннона к его концепциям, высказанное позже, он все же считал Кеннона своим идейным предшественником. Много позже, говоря о своих симпатиях к ученым предшествующих поколений, Селье указывал, что его «идеалы» — Клод Бернар, Луи Пастер, Роберт Кох, Пауль Эрлих и Уолтер Кеннон, при этом добавляя: «Но благодетельствовал меня лишь Кеннон, которого я лично знал как кристально чистого человека и ученого. Он имел огромное влияние на меня, и всю мою жизнь я чувствовал его близость».

Моя работа, касающаяся стресса, во многом стимулирована его открытием симпатических критических реакций. И данная книга («От мечты к открытию». — *Авт.*) несет в себе отпечаток его духа. Я связан с доктором Кенноном неразрывными нитями. Я полагаю, он не возражал бы против такой оценки, если бы был жив».

Говоря о своем отношении к научному творчеству Кеннона, Селье подчеркивал, что он проникся идеями Кеннона и не ставил своей целью избегать сходства со своим идеалом: «Ведь дети не могут воспрепятствовать сходству со своим отцом». Впрочем, одинаковые черты в научном творчестве по-разному преломляются у исследователей различных поколений, указывал Кеннон. «Ученые не могут возникать спонтанно, без предшественни-

ков. Но, в отличие от сына «по крови», сын «по мышлению» может по крайней мере сам выбрать родителя».

Мы не будем останавливаться на критической оценке, даваемой Кенноном другим теориям шока. Все они переплетаются так или иначе с описанными выше.

Разумеется, оценивая критически теории развития шока, принадлежащие другим авторам, Кеннон не мог не составить собственное представление о ведущем механизме в развитии шока. Таким ведущим механизмом Кеннон считал токсемию, т. е. накопление в крови токсических веществ.

### **Токсемическая природа шока**

Рассмотрим концепцию Кеннона о токсемической природе шока, которая осталась и в наши дни широко известной и вошла во все учебники и руководства по вопросу о шоке.

В одной из статей своих о шоке Кеннон напоминает, что вещества, способные снижать кровяное давление, были описаны физиологами еще в прошлом столетии. В частности, он приводит работы Р. Гейденгайна о действии гистамина на кровяное давление [12]. Гистамин в опытах Гейденгайна, введенный экспериментальному животному, повышал проницаемость капилляров, увеличивая лимфообразование, способствовал выходу жидкой части крови из сосудистого русла, сгущению крови. Через некоторое время после введения всякий раз наступало падение кровяного давления. Дейл, Ледлоу (1909) показали, что при введении гистамина капилляры расширяются, что легко можно наблюдать под микроскопом. Становятся видимыми те капилляры, которые незадолго до того находились в спавшемся состоянии. Это приводит к увеличению порозности капиллярной стенки и к появлению выпота в ткани жидкой части крови. Кровь при этом, естественно, сгущается. Такие же факты были установлены и в отношении пептона. В 1909 г. Л. Попельский [26] опубликовал данные опытов, в которых действовал на экспериментальных животных экстрактами, полученными из разных органов и тканей, и всякий раз наблюдал паретический эффект экстрактов на капиллярную стенку и связанное с этим падение кровяного давления. Перечисленные экспе-

риментальные данные были многократно подтверждены различными авторами. Термин «пептоновый шок» вошел в жизнь, и сам способ получать шок введением пептона стал стандартным для моделирования шоковых состояний. Таким образом, ко времени, когда Кеннон стал работать над вопросами патогенеза и этиологии шока, существовали четко доказанные факты о гипотензивном действии на кровяное давление некоторых химических веществ, способных выделяться при известных условиях в организме [27].

В своих рассуждениях о природе шока Кеннон исходил из априорного убеждения об образовании токсических веществ в травмированных тканях. Для выявления роли таких химических веществ, выделяющихся травмированными тканями, Кеннон ставил опыты с использованием своей собственной методики — размножения под наркозом конечности животного. Во всех случаях при этом он наблюдал, как уже говорилось, развитие шока, наступающего не тотчас после травмы, а спустя 20 минут. При травме в условиях предварительного наложения жгута на конечность шока не возникало. При снятии жгута, наложенного до нанесения травмы, немедленно развивался шок. Если травмировать конечность и после возникновения первых признаков шока наложить на травмированную конечность жгут, симптомы шока прекращались, но восстанавливались с новой силой при снятии жгута. Все это доказало, что в области травмы возникали токсические продукты, которые, всасываясь в кровь, приводили к развитию шока так же, как введение пептона или гистамина в сосудистое русло. Опыты подобного рода, проведенные Кенноном и его сотрудниками с большой тщательностью и на большом экспериментальном материале, убедили ученого, что токсические продукты играют решающую роль в симптомах развития раневого шока. Напомним, что при этом Кеннон не отрицал возможности возникновения чисто неврогенного шока при внезапных травмах и в результате мгновенной реакции нервных центров (вернее, мгновенного пареза сосудодвигательного центра).

В поисках специфических веществ, вызывающих шок при травме, Кеннон и Бейлисс проводили эксперименты с размножением различных тканей: мышц, стенки кишечника. Опыты ставились также с ущемлением на дли-

тельное время кишечной петли, с разрушением лёгочной ткани и т. д. [13]. Оказалось, что во всех случаях в кровь выделялись вещества, способствующие возникновению и развитию шока со всеми его характерными симптомами.

Факт гибели раненых от шока после снятия долго пролежавшего на конечности жгута уже во время первой мировой войны стал азбучной истиной для хирургов, работавших на передовых позициях. Возникла и стала оправданной тенденция не падать частей тела, надолго лишенных кровоснабжения, так как ампутация их предотвращала развитие тяжелого шока, связанного с включением длительно анемизированной конечности или другой части тела в общую циркуляцию. Важно отметить, что Кеннон одним из первых подчеркнул, что длительная анемизация приводит так же к образованию токсических продуктов, как и травма. Особенно большое значение придавал Кеннон действию раневых токсических продуктов при возникновении вторичного шока. Под этим термином Кеннон понимал развитие тяжелых шоковых явлений после длительного (час и более) снижения артериального давления до 80 мм рт. ст. или ниже. Резкое ухудшение состояния экспериментального животного при этом, как описывает Кеннон, усугублялось тем, что токсические вещества из анемизированных тканей все в большем количестве появлялись в кровяном русле. Падение кровяного давления приводит к уменьшению снабжения тканей кислородом, в результате чего нарастает ацидоз. Ацидоз способствует все большему повышению проницаемости капилляров. Последние теряют жидкость из крови, так как она переходит в ткани, кровь при этом все больше сгущается. В конечном итоге под влиянием изменений такого рода, взаимно усиливающих друг друга по типу «порочного круга», теряется активность нервных центров, в частности сосудодвигательного центра, что, по мнению Кеннона, и является «последним актом трагедии», так как «потеря сосудистого тонуса, связанная с полным прекращением деятельности сосудодвигательного центра, бывает необратимой» [14, стр. 56]. Для подтверждения токсемической теории шока Кеннон приводит некоторые выводы французского хирурга Кеню, который, как и Кеннон, придавал первостепенное значение токсемии в развитии шока у раненых (наблюдения проводились на шоковых боль-



ных в период первой мировой войны) [27, 28]. Кеннон ссылаясь на данные Кеню, утверждавшего, что:

1) шок, который развивается не в первые минуты после ранения, нельзя считать неврогенным;

2) шоковые больные характеризуются обширным распадом тканей, о чем свидетельствует повышение содержания азота в моче (особенной опасностью грозят при этом появляющиеся в организме продукты белкового распада);

3) все факторы, которые благоприятствуют всасыванию продуктов распада из раны, одновременно способствуют развитию шока;

4) все факторы, препятствующие всасыванию раневых продуктов распада, препятствуют развитию шока.

Кеню в своих рассуждениях исходил также из многочисленных примеров пагубного действия на раненых длительно пролежавшего на конечности жгута.

Итак, в результате своих экспериментов, подтверждаемых клиническими наблюдениями, а также экспериментами других авторов, Кеннон приходит к выводу о том, что, кроме шока, вызванного непосредственной реакцией нервных центров, все другие виды шока имеют в основе как первичное явление действие токсических продуктов, попадающих в кровь из раневой области травмы. Токсические продукты в свою очередь вызывают расширение капилляров, падение кровяного давления, сгущение крови, ацидоз и т. д., т. е. начинают формироваться «порочные круги», приводящие к углублению шокового состояния [14, стр. 56].

Кеннон подчеркивал, что в условиях его опытов шок в результате разможнения конечности возникал и при денервации и при перерезке спинного мозга. Следовательно, в опытах путем исключения различных факторов и влияний нервного механизма была наглядно показана именно гуморально-химическая природа действующего агента. Каков же характер образующегося в тканях при травме токсического вещества? На этот вопрос Кеннон не пытался дать точный ответ. В одних его статьях есть высказывания, что это вещество типа гистамина, в других просто говорится о токсическом продукте. Природа токсического продукта до сих пор неизвестна, считает Кеннон, никто еще его не выделил. Однако никто еще и не доказал, что такого вещества нет. Дельберт и Кеню [28] высказывались таким образом, что основным токсическим

фактором можно считать собственные тканевые протеолитические ферменты, в обилии выделяющиеся и активирующиеся в области ранения. По мнению некоторых исследователей, главным токсическим фактором является пептон, вырабатываемый травмированными тканями. Уиггерс, говоря о токсемии, указывает на большое значение печени в выделении токсических продуктов [1, стр. 270]. Печень вырабатывает токсические вещества в состоянии аноксии при нарушенной доставке кислорода в условиях пониженного кровяного давления. Впрочем, Уиггерс указывал и вторую возможность: в печени могут не вырабатываться токсические продукты при шоке, а недостаточно нейтрализоваться собственные токсические соединения, которые и в норме поступают в печень из нижнего отдела кишечника. Возможно, что они появляются в крови шокового больного в избыточном количестве и усугубляют картину развивающегося шока. По-видимому, кроме того, эти печеночные вещества обладают свойствами вазодилататоров, т. е. расширяют сосуды. Однако сам Уиггерс, непревзойденный в те годы специалист по физиологии кровообращения, придавал большое значение кровопотере и гемодинамическим сдвигам как первопричинам шока. Он писал: «К концу первой мировой войны уже казалось неправдоподобным, чтобы истощение сосудодвигательного центра, дефицит надпочечников, ацидоз, акапния или жировая эмболия могли быть первопричиной шока, хотя в отдельных случаях они и могли считаться факторами; определяющими его течение. Казалось, с другой стороны, более вероятным, что комбинация токсических факторов с потерей крови или плазмы играла решающую роль» [1, стр. 14]. Таким образом, Уиггерс утвердил свою точку зрения на развитие шока как на результат совместного комбинированного действия многочисленных факторов, из которых в разных случаях разные факторы могут играть доминирующую роль. В числе таких факторов токсемия занимает значительное место.

Следует отметить, что концепция Кеннона о шоке находит широкое подтверждение в большой монографии по шоку, изданной в Филадельфии в 1942 г. Вирджилом Мунном [2]. Эта книга была посвящена Кеннону. На титульном листе ее говорится, что автор имеет удовольствие подтверждать и расширять интерпретации Кеннона. В основе последовательно перечисляемых автором симптомов

шока он видит отравление организма токсическими раневыми продуктами, изменяющими проницаемость капилляров, что и дает последовательно: расстройства водного баланса, отек мягких тканей, увеличение лимфотока, гемоконцентрацию, капиллярно-венозную «конгестию» — спадение стенок, стаз (прекращение движения) крови в некоторых периферических областях тела, точечные кровоизлияния и снижение кровяного давления, снижение интенсивности сердечных сокращений, изменения состава крови и т. д. Основным патогенетическим фактором Муп считал «расстройство водного баланса в результате нарушения периферической циркуляции, проявляющейся снижением объема циркулирующей крови, гемоконцентрацией и недостаточностью функции почек» [2, стр. 44]. В основе повышения проницаемости капилляров он видел «абсорбцию токсических веществ из раны»<sup>1</sup>.

### **Место работ Кеннона по шоку в ряду работ других исследователей**

Как известно, литература по вопросам шока в высшей степени многочисленна, крайне противоречива по результатам выполненных экспериментов и даже по результатам клинических наблюдений. Различные авторы придерживаются своих собственных теорий патогенеза шока. Приводить здесь данные других авторов, подтверждающие или опровергающие экспериментальные факты, полученные Кенноном, и его теоретические рассуждения, — значило бы перегрузить эту книгу обилием материала, имеющего специальное значение. Поэтому, для того чтобы все-

<sup>1</sup> В последние годы получен ряд данных, которые свидетельствуют об исключительно важной роли некоторых субклеточных механизмов в патогенезе шоковых состояний. В частности, установлено, что гипоксия, возникающая при шоке, приводит в ряде случаев к значительной лабильзации мембран лизосом, что сопровождается выходом лизосомных ферментов сначала в клетки, а после их самопереваривания и в сосудистое русло. Эти ферменты воздействуют на гладкую мускулатуру сосудистой стенки, переваривают мышечные клетки, что приводит в конечном итоге к падению сосудистого тонуса и резчайшему снижению артериального давления. Полагают, что именно этот механизм лежит в основе так называемых необратимых форм шока. Таким образом, можно сказать, что токсемическая теория находит некоторое подтверждение на новом уровне.

таким образом место работ Кеннона по шоку [29], обратимся всего лишь к одному дополнительному источнику, наиболее полно отражающему точку зрения наших отечественных физиологов на природу шока. Речь идет о монографии Э. А. Асратяна «Очерки по этиологии, патологии и терапии травматического шока» [30]. В этой небольшой книжке собран обширный материал о работах по шоку и теориях, выдвигаемых различными авторами. При этом Э. А. Асратян с самого начала предупреждает обычную ошибку авторов — исходя из собственной теории, признавать в развитии шока лишь один какой-либо механизм или фактор. Учитывая сложность, комплексность патологического состояния, именуемого шоком, Э. А. Асратян считает, что в разных случаях могут при развитии и возникновении шока доминировать различные факторы. При всем этом, однако, несомненно, по данным Асратяна, а также большинства наших отечественных исследователей, что в развитии шока играет во всех случаях первостепенную роль нервная система.

Так же как в свое время Кеннон, Э. А. Асратян в период второй мировой войны оставил свою работу по физиологии центральной нервной системы и занялся самым актуальным для военного времени вопросом — изучением механизмов травматического шока. Так же как и Кеннон, Э. А. Асратян работал в условиях фронта и наряду с этим проводил лабораторные эксперименты на животных, исследуя проявления шока. Он изыскивал новые средства для лечения шоковых состояний и вновь отправлялся на фронт, чтобы проверить действие этих средств в боевых условиях. Ставя опыты по изучению механизмов развития травматического шока, Э. А. Асратян использовал методику размножения конечности, предложенную и разработанную Кенноном. Цель его опытов сводилась к тому, чтобы установить, какова роль нервной системы в развитии шока. В отличие от Кеннона, он ставил опыты без наркоза, что приближало условия опытов к условиям ранений у человека, получаемых на поле боя. Прежде чем размножить ткань конечности животного, Э. А. Асратян в ряде случаев перевязывал брюшную аорту, а также нижнюю полую вену для предотвращения плазморреи. Таким образом, устранялось и влияние возникающих в области конечности токсемических факторов на организм в целом. В этих условиях после нанесения

100 или более ударов по конечности палкой у животного развивался шок. Таким образом, местно образующиеся продукты распада травмированной ткани не попадали в кровотоки и не могли оказывать прямое действие на периферические капилляры нетравмированных тканей и органов, а также на нервные центры, так как кровотоки в травмированной конечности искусственно исключались. Развитие шока в этом случае можно приписать только импульсации из места травмы. Если рассечь бедро экспериментального животного и, отпрепарировав нервы, изолировать конечность от организма, оставив ее связанной только нервами, шок при нанесении ударов на конечность в опытах Асратяна также развивался. Таким образом, факт бомбардировки нервными импульсами центральной нервной системы имеет, как показали Э. А. Асратян и многие другие экспериментаторы (Кабат, Уэлч, Кларк, Кутбертсон и др.), большое значение и не может быть сброшен со счетов даже в тех случаях, когда шок развивался спустя некоторое время после нанесения травмы.

Противоречивые данные, получаемые разными экспериментаторами при выявлении значения нервных импульсов из пораженного очага для развития шока, по-видимому, можно объяснить различными методическими приемами, которые использовали авторы, различием в выборе экспериментальных животных, способе нанесения травмы, виде наркоза и других условиях опытов. Для объяснения механизмов нарушения деятельности нервных центров под воздействием импульсации из раны Э. А. Асратян прибегает к теории павловского охранительного торможения. Охранительное торможение возникает и развивается в центральной нервной системе в связи с перераздражением ее сверхсильными или сверхдлительно действующими факторами. Охранительное — запредельное — торможение охватывает, по представлению Э. А. Асратяна, нервные центры и вызывает дезорганизацию функции сердечно-сосудистой системы и других защитных механизмов организма. Одним из основных патогенетических факторов Э. А. Асратян считает при этом нарушение трофических влияний, посылаемых центральной нервной системой на периферию. В частности, изменение проницаемости капилляров, по мнению Э. А. Асратяна, может быть связано с нарушением трофики капиллярной стенки и окружаю-



*Схема соотношения различных механизмов в развитии шока  
(по Э. А. Асратяну)*

щих тканей в ходе нарастания запредельного торможения в нервных центрах. Дальнейшие рассуждения о патогенезе шока Э. А. Асратян строил на сочетании всех перечисленных проявлений шока: плазмокровопотере, токсемии и т. д. Э. А. Асратян писал: «Кеннон на основании глубокого анализа материала периода первой мировой войны суммировал и систематизировал фактические данные о природе патологических процессов при вторичном шоке»<sup>1</sup> [3, стр. 52]. Именно вторичный шок, по пред-

<sup>1</sup> В отношении классификации шоков по времени возникновения в литературе нет единства мнений. Кеннон, например, считал первичными все виды шока, при которых нет заметных признаков паралича сосудодвигательного центра. Вторичный шок, по его мнению, характеризуется поражением этого центра. Отечественные хирурги (А. А. Вишневский и др.) считают вторичным шоком явления падения кровяного давления, развивающиеся через 4–24 часа после травмы, операции или снятия жгута и т. д. Кроме того, по степени тяжести Вишневский различает шок I степени при падении артериального давления до 90–100 мм.

ставлению Э. А. Асратяна, несет в себе весь комплекс описанных разными авторами механизмов с преобладанием в отдельных случаях то того, то другого из них.

Приведенная схема, как нам представляется, наиболее наглядно иллюстрирует возможные сочетания различных патогенетических механизмов при шоке. В своих дальнейших рассуждениях Э. А. Асратян исходит из того, что в разных случаях при развитии шока могут превалировать одни механизмы над другими, т. е. изменения в центральной нервной системе, или изменения гемодинамики, или, наконец, изменения оксигенации крови и тканей. Однако в любом случае при преобладании одного из механизмов неизбежно выражены в той или иной мере и остальные.

Мы обстоятельно останавливаемся на представлении Э. А. Асратяна о патогенезе травматического шока в связи с тем, что многие другие советские ученые придерживаются подобной точки зрения. Такое сходство взглядов вытекает из общности научной платформы представителей отечественной медицины; эта платформа — нервизм — приводит к оценке всех реакций организма на патогенные воздействия как рефлексорных, а роль центральной нервной системы признается ведущей.

И. Р. Петров и Г. Ш. Васадзе в своей книге, вышедшей в 1972 г., так высказываются о факторах, последовательно сменяющих друг друга в ходе развития шока: «При шоке наблюдаются первичные изменения функции центральной нервной системы и вторичные изменения функции эндокринных желез, сердечно-сосудистой и других систем организма. Вторичным изменениям (кислородной недостаточности, возникшей вследствие нарушения дыхания и кровообращения, нарушения обмена веществ, образованию токсических продуктов, усилению развития микрофлоры в кишечнике, повышению проницаемости мембран и т. д.) принадлежит важная роль в развитии шока, но они являются следствием нарушения нейрогуморальной регуляции функций органов и систем» [24, стр. 7].

Не ставя своей задачей в данной книге обсуждать проблему шока как таковую, мы опускаем все, что связа-

---

II степени с давлением 95—75 мм и III степени с давлением ниже 75 мм рт. ст. [31].

но с классификацией видов шока, а также стадий его развития, определением первичного и вторичного шоков. В этих вопросах много противоречий, и не они составляют главные черты достижений Кеннона в разработке проблемы шока.

Что касается лечения шока, то нам кажется возможным упомянуть об общих, не вызывающих ни у кого сомнений мероприятиях по лечению шока, описываемых Кенноном и многими другими авторами. К ним относятся: анестезия, согревание, введение обезболивающих и наркотических средств, введение крови или кровезаменителей.

Следует особо отметить, что Кеннон в результате совместных работ с Бейлиссом первый широко применил введение в сосудистое русло коллоидного раствора (Асасиа), способного удерживать жидкость в сосудистом русле, в отличие от кристаллоидных растворов, которые быстро покидают сосудистое русло и выводятся из организма. Коллоидный раствор, будучи введен в сосудистое русло, обладает способностью, таким образом, стойко повышать количество циркулирующей крови, а следовательно и уровень кровяного давления, в то время как растворы солей повышают давление лишь временно. Кеннон экспериментировал с добавлением в растворы, вводимые раненым, различных специфических веществ: адреналина, питуитрина и т. д. Последний, как считал Кеннон, мощный стимулятор сокращений гладкой мускулатуры, при введении должен стимулировать выжимание крови из расширенных сосудов брюшной полости и включение ее в общую циркуляцию.

В настоящее время все эти опыты, а также многочисленные другие опыты различных ученых, занимающихся проблемой шока, позволяют находить оптимальные составы для создания разного рода противошоковых жидкостей, в большом количестве входящих в арсенал средств борьбы с шоком<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Следует сказать, что помимо общепринятых мер борьбы с шоком, которые применяются сторонниками любых теорий, используются также и специфические препараты. Так, например, Э. А. Асратян предложил седативные (успокаивающие) средства: веронал, уретан, гедонал, препараты опия — с целью помочь нервным центрам наиболее эффективно использовать охранительное торможение, благодаря которому они смогут восстановить свою регулирующую деятельность.



Кеннон, учитывая свою теорию токсемии, призывал к большой осторожности в обращении со жгутом и к смелой хирургической тактике — иссекать пораженные ткани, чтобы избежать образования токсических продуктов и поступления их в кровоток.

Все то, что проделал Кеннон по борьбе с шоком, возможно, и не кажется значительным в наши дни. Однако в период первой мировой войны, на заре становления проблемы шока, всякий вклад в эту сложнейшую проблему имел большое значение.

## Глава шестая

---

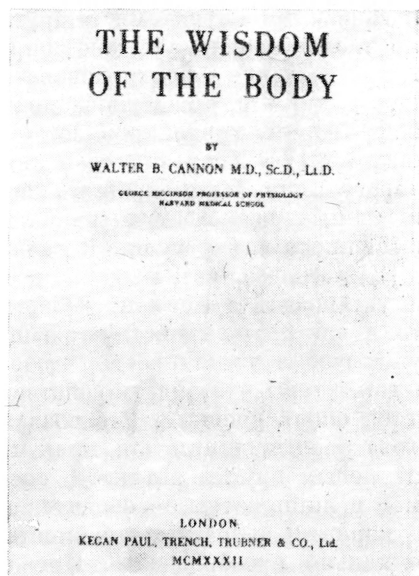
### Учение У. Кеннона о гомеостазисе

#### Зарождение принципа гомеостазиса в физиологии

По свидетельству самого Кеннона [1, стр. 281], основные представления о гомеостазисе [2] он впервые изложил в 1926 г. в работе «Некоторые общие характеристики эндокринного влияния на метаболизм» [3]. За содержанием этой статьи, опубликованной в «Американском журнале медицинских наук», стоял труд нескольких поколений исследователей, стремившихся понять «чудо биологии» — удивительную способность живого тела сохранять (вопреки непрочности компонентов, из которых оно построено, и воздействию множества вредоносных факторов) постоянство своих функций.

Пионером учения о гомеостазисе Кеннон справедливо считал Клода Бернара. Но, как обычно происходит в развитии познания, эти идеи зарождались в мышлении не одного только Бернара. Кроме того, лишь на следующем этапе развития физиологии они приобрели зримые контуры и важный рабочий смысл. Более зрелая форма, в которой они выступили благодаря изменившемуся за несколько десятилетий климату в биологической науке, позволила заметить в достижениях предшествующего поколения физиологов их первые ростки, получившие развитие лишь впоследствии.

Кеннон цитировал некоторые высказывания, в которых предвосхищался принцип гомеостазиса. В частности, он приводил утверждение Пфлюгера о том, что «причина любой нужды в чем-либо живого существа является также и причиной удовлетворения этой нужды» [4, стр. 57]. Это было сказано в 70-х годах прошлого века, и примерно тогда же бельгийский физиолог Леон Фредерик писал: «Живой организм характеризуется тем, что каж-



*Титульный лист книги У. Кеннона «Мудрость тела»*

дое нарушение само собой вызывает компенсаторную деятельность, призванную его нейтрализовать. Чем выше мы поднимаемся по шкале живых существ, тем многочисленнее, совершеннее и сложнее становятся регулирующие агенты. Они стремятся полностью освободить организм от неблагоприятных влияний и происходящих в среде изменений» [5].

Французский физиолог Шарль Рише задолго до того, как Кеннон с ним познакомился и подружился, высказал парадоксальную мысль: живое существо способно противостоять воздействующим на него колоссальным силам, не распадаясь под их напором только потому, что оно построено из нестойких веществ; именно это позволяет ему изменять свое поведение соответственно характеру внешней стимуляции. «Оно стабильно, так как модифицируемо; небольшая нестабильность — неперемнное условие истинной стабильности» [6].

Итак, уже в прошлом веке стал намечаться теоретический подход, проводивший демаркационную линию

между физиологическими объектами и другими объектами природы по таким признакам, как сопротивляемость дезинтеграции, стремление нейтрализовать нарушение функций, саморегуляция и др. Происходившее в сфере физиологической теории коррелировало с экспериментальными находками [7]. Хотя знание о конкретных механизмах саморегуляции было крайне несовершенным, в лабораториях ученых разных стран накапливались важные факты, касавшиеся саморегуляции различных функций и систем [8]. Многое, как мы знаем, в этом отношении удалось установить и Кеннону. Общее представление о том, что в организме действуют защитные силы, что ему присуща особая устойчивость, что сама его природа устроена так, чтобы отстаивать собственное существование, является очень древним. Его создала и культивировала многовековая медицинская практика. Свойства организма, как любых других объектов, сперва испытываются эмпирией и лишь затем переводятся на язык науки, уходящей корнями в практику и вместе с тем способной ее радикально преобразовать. При этом следует иметь в виду, что наука сильна своим особым интеллектуальным аппаратом, развивающимся по определенной логике. То, что в данную эпоху не может быть им ассимилировано, науке неподвластно и поэтому не может выступить в форме научного объяснения со всеми его проверенными историей преимуществами и в плане воздействия на практику. Поэтому само по себе представление о сопротивляемости организма разрушающим внешним влияниям было в те годы безразлично для прогресса научной физиологии. Более того, в определенный период оно могло восприниматься ее представителями как препятствие на пути этого прогресса, поскольку организму приписывалась некоторая сила, не сопоставимая ни с одной из познаваемых посредством естественнонаучных методов физических сил и действующая по принципам, ничего общего не имеющим с известными законами природы.

Влияние витализма сковывало физиологию с самого момента ее возникновения как самостоятельной науки до середины XIX в. В тот период физиология превратилась в науку благодаря изгнанию витализма и распространению на эту область исследований физико-химических понятий и методов.

Особое значение имело внедрение в физиологическое

мышление закона сохранения и превращения энергии, включившего организм в общий круговорот физико-химических процессов в природе. Продуктивность нового способа мышления о жизненных явлениях подтверждалась стремительными успехами физико-химического направления в физиологии. Истинно детерминистское по своей сути, оно произвело подлинную революцию, в атмосфере которой давние-предавние представления об особой активности организма, его способности противостоять среде и т. п. не могли восприниматься иначе, как пережитки донаучных времен.

Другим событием, определившим последующий путь физиологии, был триумф дарвиновского учения, в котором принцип определяющей роли внешней среды (безжалостно истребляющей все, что не способно к ней приспособиться) сочетался с идеей борьбы живых существ за существование, за выживание в этой среде. Тем самым вновь выступала проблема сохранения организма как цель, которой подчиняется ход всех его жизненных процессов, внутренних, с одной стороны, внешних — с другой.

Для физико-химического направления, объявившего крестовый поход против витализма, обращение к категории цели, т. е. допущение телеологических объяснений, означало измену научным принципам. Адептами этого направления провозглашалось, что указанная категория должна быть изгнана из исследований биологических явлений, поскольку здесь она так же бессмысленна, как в мире механики или энергетики. Методологические ресурсы физико-химического направления действительно были ограничены и обеспечить познание целесообразности живого не могли. Но поскольку целесообразность не фикция, выдуманная виталистами, а неотъемлемое свойство организма, физиологи продолжали сталкиваться с этим свойством в своей повседневной работе. Даже в том случае, когда они выступали под знаменами физико-химического направления, они вынуждены были в чем-то ему уступать, подмечая целесообразность организации всего живого.

Эту ситуацию шутливо охарактеризовал один из лидеров физико-химического направления Брюкке: «Телеология — это такая дама, без которой не может обойтись ни один биолог, однако с которой никто не решится появиться публично».

Что касается дарвиновского учения, то оно не только не отвергало целесообразность (телеологичность) живого, но впервые дало ей рациональное объяснение. Следует, однако, отметить, что в основе этого объяснения лежал вероятностный принцип. Целесообразность жизнедеятельности индивида (отдельного организма) трактовалась как эффект производимого природой отбора из множества форм, не сумевших выжить в силу своей неприспособленности к требованиям среды.

Дарвинизм предполагал, что живому телу присущи устойчивость, сопротивляемость дезинтеграции и другие признаки, игнорируемые объяснительной схемой физико-химической школы. В качестве сущностного признака живого выступало его стремление к сохранению. Но сохранение отдельного экземпляра вида относилось дарвинизмом на счет уничтожения множества других. Ключевым для Дарвина являлось понятие не индивида, а вида.

Эволюционное учение давало физиологам путеводную нить для понимания того, каким образом произошли чудесные приспособления, позволяющие отдельному организму устоять в «безжалостной» среде. В дальнейшем мы увидим, как искусно Кеннон воспользовался этой нитью. Эволюционное учение не раскрывало механизмы действия этих приспособлений в пределах отдельной системы, которую они оберегают и обслуживают. Да оно и не ставило такой задачи. Между тем первостепенная важность этой задачи для физиолога побуждала искать новые подходы, отличные и от узкого физико-химического направления, и от эволюционного. У его истоков стоял Клод Бернар. Выдающийся физиолог века, он был свидетелем огромного успеха этих направлений, однако не стал приверженцем ни одного ни другого. Он не воспринял их категорических установок. Дарвинизм остался ему чужд, а ограниченность прямолинейных физико-химических объяснений физиологических процессов побудила к высказываниям, давшим повод некоторым критикам заподозрить, не склоняется ли Бернар к витализму. Ни одна концепция не должна рассматриваться сама по себе, безотносительно к общему потоку идей, в недрах которого она зародилась. Физико-химическая школа, принеся физиологии крупные победы, оставляла без внимания интегральность организма. Для нее не представляла интереса не только внутренняя среда живого тела в ее целост-

ности и нераздельной связи компонентов. Роль внешней среды в качестве среды обитания также оставалась за пределами категориальной схемы этой школы. Главное значение придавалось физико-химическим характеристикам воздействующих на организм стимулов. Преимущество такой установки состояло в возможности использовать точные количественные методы, определяя закономерные соотношения между силой, весом, интенсивностью и другими параметрами внешних раздражителей, с одной стороны, изменениями в организме — с другой. Успехи физико-химической школы были неразрывно связаны с совершенствованием экспериментальной техники, с появлением физиологических лабораторий, оснащенных приборами, в изобретении которых работники этой школы успешно соревновались друг с другом.

Условия лаборатории оправдывали игнорирование физиологами этого направления любых воздействий на экспериментальный объект, кроме тех, которые поддаются количественному определению. Именно благодаря такому аналитическому подходу стал возможен стремительный прогресс экспериментальной физиологии.

Дарвиновское учение намечало иной подход к трактовке внешней среды, побуждало видеть в ней нечто соотносимое с условиями обитания живых существ. Среда не сводилась к совокупности раздражителей, расчленяемых и определяемых посредством выработанных физикой и химией процедур. Она мыслилась несравненно более широко — естественно-экологически, а не искусственно-лабораторно. Поэтому мы вправе сказать, что в русле дарвиновского учения глубокие преобразования испытывала не только категория организма, но и категория среды.

Смысл преобразований состоял в том, что среда рассматривалась не как неорганический или физический мир «вообще», а в ее отношении к организмам, их филогенезу, их возможностям и потребностям. Переход к экологической трактовке внешней среды потенциально содержал перспективу переориентации физиологии, ее перестройки на основе эволюционного учения. И такая перестройка вскоре началась. По-новому интерпретируя отношение «организм — среда», дарвиновская концепция акцентировала активность организма и тем самым побуждала снять знак равенства между двумя членами этого отношения, поставленный физико-химическим направле-

нием, пафос которого состоял в том, чтобы отождествить (в противовес витализму и на основе закона сохранения и превращения энергии) процессы в неорганической и органической природе, подвести их под один закон и сделать организм объектом математически точного знания. Снимая указанный знак равенства, дарвиновская теория стимулировала развитие идеи о двух средах: внешней, к которой приспосабливается организм, и внутренней, присущей ему самому. Сам Дарвин этой идеи не выдвигал, но подготавливал ее системой своих представлений. Поэтому вряд ли являлось случайностью, что Клод Бернар выдвинул свое положение о внутренней среде в 1859—1860 гг., т. е. именно тогда, когда мгновенно раскупленное «Происхождение видов» Дарвина потрясло весь научный и интеллектуальный мир. Клод Бернар не принял дарвинизм. Великому французскому физиологу был чужд эволюционный взгляд на живое. Но на его мышление не могли не воздействовать — явно или подспудно — поставленные Дарвином проблемы. Дарвин утвердил экологическое воззрение на внешнюю среду, Бернар — физиологическое воззрение на среду внутреннюю [7]. Оба воззрения независимо от того, как это осознавалось их авторами, дополняли друг друга. Оба воззрения шли на смену господствовавшей физико-химической интерпретации как внешних раздражителей, так и внутренних органических процессов. Они расщепляли положение о тождестве этих раздражителей и процессов; утвержденное физико-химической школой, создавая тем самым предпосылки нового понимания взаимоотношений между ними, которому предстояло стать основой изучения жизненных явлений в следующий период.

Согласно Бернару, у организмов имеется две среды: окружающая их внешняя, физическая среда и внутренняя, в которой существуют все живые элементы этих организмов. Внутренняя среда состоит из плазмы крови и лимфы.

Бернар впервые поставил вопрос о постоянстве внутренней среды и факторах, его удерживающих. Генеральная идея Бернара состояла в том, что именно благодаря этому постоянству организм приобретает независимость от внешних превратностей. Фиксированность внутренней среды трактовалась как условие свободной и относительно независимой жизни. На решении этой задачи — сохра-



нения среды, ее констант (кислород, соли, сахар и др.) — сосредоточена, по Бернару, деятельность всех витальных механизмов. О том, каковы эти механизмы, Бернар еще ничего сказать не мог. Но общая идея обладала огромным потенциалом. И через несколько десятилетий Холдейн оценил ее как наиболее плодотворную из идей, когда-либо созданных физиологами.

### Развитие Кенноном учения о гомеостазисе

К учению о гомеостазисе Кеннон продвигался, сам того не осознавая, когда разрабатывал свои предшествующие исследовательские программы о факторах пищеварения, о нейрогуморальных механизмах эмоций, о травматическом шоке. Об этом в предисловии к «Мудрости тела» он писал следующее: «Настоящая книга... в основном касается отношения автономной системы к саморегуляции физиологических процессов. В самом деле, должно было быть проведено и опубликовано немало исследований о роли автономной системы в регуляции различных функций организма, прежде чем была отчетливо понята связь этой регуляции со стабилизацией изменчивых показателей деятельности организма.

Мы нашли, что мы давно работали над изучением роли автономной системы в поддержании стабильности состояний, *сами не зная, что мы делали именно это*. Тогда уже открытые факты приобрели новое значение» [4, стр. VII—VIII].

Ученый может не осознавать происходящие в его мышлении сдвиги, хотя объективно эти сдвиги уже совершились и ведут исследовательский поиск к новым рубежам соответственно запросам логики развития науки. И лишь впоследствии, когда величина сдвига возрастает настолько, что становится для теоретического сознания «надпороговой», ученый начинает понимать, что задолго до того, как это произошло, в его наблюдениях и понятиях содержалось большее, чем ему представлялось первоначально.

Напомним, что уже в первый период творчества, когда в фокусе интересов Кеннона находились механизмы пищеварения, привычная схема, которой он оперировал в этом цикле исследований, оказалась непригодной, чтобы

объяснить причины прекращения автоматической деятельности желудочно-кишечного тракта при аффективных состояниях. Хотя этот факт крепко врезался в его память, он, быть может, и не сыграл бы никакой роли в его последующем научном развитии (подобно тому как многие «странные» явления оставляются экспериментаторами без внимания или относятся к разряду «исключений»), если бы не пробудил интереса к новым проблемам. Под впечатлением этого факта Кеннон, как мы знаем, изменил направление исследований, перейдя от пищеварения к физиологии эмоций. Между тем этот же факт имел, как впоследствии выяснилось, прямое отношение к проблеме гомеостатических регуляций. И указание на него неоднократно встречается в последующих кенноновских работах при размышлениях о «телесной экономике» — о гомеостазисе.

На данном примере мы можем проследить, как самый элементарный факт может развиваться, трансформироваться и обнажать такие глубины, о которых заметивший его исследователь и не подозревал. Поскольку в своем чувственном составе (как эмпирически наблюдаемое явление) этот факт остается тем же самым — торможение деятельности желудка при внешнем возбуждении во всех случаях однотипно, — то очевидно, что смысл трансформации, которые он претерпевает, определяется его интерпретацией, его отражением в представлениях экспериментатора. И когда впоследствии Кеннон возвращался к описанию феномена, обнаруженного в далекой юности, он смотрел на него совершенно другими глазами. Он видел в нем один из ярких фрагментов общей картины гомеостазиса: торможение деятельности желудка и кишечника является необходимым физиологическим сдвигом в общей совокупности функций, обеспечивающей направленность жизнедеятельности на сохранение гомеостазиса, когда он оказывается под угрозой. Но прежде чем оказаться включенным в обобщающую характеристику гомеостазиса, факт нарушения функций желудочно-кишечного тракта прошел через еще одну фазу в развитии кенноновского мышления, связанную с его работами по физиологии эмоций.

Феномен торможения, как уже знает читатель, дал толчок к этим работам, когда десятилетняя программа по исследованию механических факторов пищеварения была

исчерпана. В контексте кенноновской физиологии эмоций феномен торможения приобрел новую идейно-теоретическую интерпретацию. Он оказался под эгидой обобщающей идеи о «бегстве и борьбе». Эта идея, опять-таки потенциально, включала принцип еще большей обобщающей силы. Мы имеем в виду принцип гомеостазиса. Физиологические пертурбации при эмоциях выступали теперь не как нечто уникальное, стоящее особняком по отношению к нормально протекающим процессам и подчиняющееся иным, чем эти пертурбации, закономерностям. Напротив, они теперь трактовались как одно из частных проявлений одной закономерности, стоящее в ряду множества других, о которых речь пойдет далее.

Так, рассматривая уже после того, как учение о гомеостазисе было им сформулировано в развернутой форме, свои предшествующие исследования о вызываемых аффектами расстройствах во «внутреннем хозяйстве» организма, Кеннон писал: «Изменения, которые происходят при эмоциональном смятении, выглядят на первый взгляд как значительные нарушения гомеостазиса. Таковыми они и представляются сами по себе. Но они могут быть объяснены, я убежден, только как подготовка к сильному мышечному напряжению. Когда оно происходит, изменения во внутренней среде («флюидной матрице») сразу же оказываются полезными и они быстро нейтрализуются аффектами самого этого напряжения» [1, стр. 216].

Единственную возможность естественнонаучного объяснения столь необычной детерминации того, что совершается в телесном субстрате, предоставляло дарвиновское учение. Именно на него и ориентировался Кеннон в своей трактовке гомеостазиса. И этим его подход принципиально отличался от подхода Клода Бернара, которому был чужд эволюционный способ мышления, впервые распространенный именно Кенноном на системную организацию внутриорганических процессов. Кеннон отмечал: «Борьба за существование — это в значительной степени нервная и мышечная борьба. Организм, который быстрее и успешнее приспосабливается к среде, имеет преимущество перед своими менее удачливыми противниками. Функциональное совершенство имеет ценность в плане выживания, и мы можем с полным основанием рассматривать сложные устройства для мобилизации телесных сил, которые начинают действовать, когда требуется или пред-

восхищается интенсивное мышечное усилие как естественное последствие естественного отбора» [1, стр. 215].

В пользу того, что гомеостазис — продукт естественного отбора и одно из величайших выражений прогресса в живой природе, свидетельствует, согласно Кеннону, его несовершенство у тех классов позвоночных, которые предпочитают млекопитающим. Ведь именно в опытах над млекопитающими получены все сведения о механизмах гомеостазиса. О гомеостазисе у птиц почти ничего не известно [1, стр. 283]. Что же касается амфибий и рептилий, то наблюдения над ними показывают, что их организм «привязан» к температурным и другим физическим характеристикам окружающей среды несравненно сильнее, чем у более высоко организованных существ.

О том, что механизмы гомеостазиса не даны изначально, но завоеваны в процессе развития живого, свидетельствуют, согласно Кеннону, факты не только филогенеза, но и онтогенеза. Он указывает, в частности, на наблюдения Шреттера и Невини [1, стр. 284] за колебаниями процента глюкозы в крови у младенцев. Эти колебания в первые дни значительно больше, чем в последующий период. Известно также, что организм новорожденных, реагируя на холод, не способен удерживать стабильную температуру. Здесь проявляется сила биогенетического закона: как и в развитии вида, у каждого индивида в ходе его постнатального развития гомеостатические механизмы лишь постепенно приобретают свою удивительную способность стабилизировать ход внутриорганических процессов. Придерживаясь широкой эволюционно-биологической трактовки гомеостазиса, Кеннон искал возможности объяснить его генезис и развитие, исходя из идеи об усложнении организации живого. Одноклеточное существо непосредственно зависит от среды, полностью подчиняется тому, что она ему навязывает. Лишь многоклеточные приобретают возможность развить внутреннюю организацию, которая противостоит внешним по отношению к ней разрушающим воздействиям [1, стр. 288].

Понятие гомеостазиса нераздельно связано с понятием об организации, претерпевшим в истории биологической мысли, как известно, существенные преобразования.

Поэтому, прежде чем рассмотреть конкретно научный

вклад Кеннона в разработку учения о гомеостазисе, необходимо коснуться общих методологических представлений об организации функций, на которых оно базировалось.

### Организм как открытая система

Решающе новым являлось понимание организма как системы, относящейся к разряду открытых систем.

«В открытой системе, каковой является наше тело, составленное из неустойчивого материала и подверженное непрерывному воздействию условий, вызывающих в нем нарушения, его постоянство само по себе говорит о действии или готовности к действию агентов, поддерживающих это постоянство» [1, стр. 281].

Понятие открытой системы имело важный методологический смысл, разъясняя который Кеннон писал: «Постоянные условия, поддерживаемые в теле, могут быть обозначены термином равновесие. Это слово, однако, имеет достаточно точное значение, если его применять к относительно простым физико-химическим системам, где известные силы уравновешены. Координированные физиологические процессы, которые поддерживают большинство постоянных состояний в организме, столь сложны и своеобразны у живых существ (эти процессы включают совместное действие мозга и нервов, сердца, легких, почек и селезенки), что я предложил для таких состояний специальное обозначение — гомеостазис» [1, стр. 25]. Кеннон подчеркивает, что это особое равновесие, отличающееся подвижностью. Оно предполагает непрерывную изменчивость условий, напряженный динамизм, а не статичность. Для него характерны нераздельность вариативности и относительного постоянства. Именно подобные состояния присущи открытым системам. Само слово «системность» обозначает относительную стабильность компонентов. Открытость — зависимость от взаимодействия со средой, в ходе которого в системе происходят возмущения, угрожающие ее существованию. В этих условиях организм может сохраниться в качестве системы, лишь развивая специальную активность, направленную на поддержание стабильности.

«Существование комплексной системы невозможно без стабилизирующих процессов. Стабилизация же достигает-

ся благодаря тому, что любая тенденция к изменению сталкивается с нарастающей активностью факторов, сопротивляющихся этому изменению» [1, стр. 293]. Активность выступала в качестве важнейшего признака, включенного Кенноном в понятие гомеостазиса. Как и в подходе к организму как открытой системе, здесь обнаруживается своеобразная диалектика. Система и устойчива (иначе она не была бы системой), и неустойчива (подвержена непрерывным внешним и внутренним возмущениям). Активность в традиционной ее трактовке означала нечто противоположное автоматически протекающим процессам. В ней издавна было принято видеть спонтанное проявление энергии или жизненных сил, устремленность к заранее поставленным целям и т. д.

По Кеннону же, в условиях гомеостазиса активность представляет своего рода автоматизм. «Если состояние остается устойчивым, то так происходит потому, что любая тенденция к изменению **автоматически** сталкивается с возрастающей эффективностью фактора или факторов, которые сопротивляются изменению» [1, стр. 281]. Автоматическая активность. Это звучало так парадоксально. Но разве исходное кенноновское положение о гомеостазисе как «вариативном постоянстве» не относилось к ряду таких же сочетаний, кажущихся несовместимыми, включающими друг друга?

Для автоматического поддержания гомеостазиса необходимо, согласно Кеннону, два вида устройств: а) сигнальные устройства, чувствительные к любым изменениям, ставящим под угрозу гомеостазис; б) корректирующие устройства, которые изменяют запасы веществ в организме или скорость протекающих в нем процессов [1, стр. 285]. В этой формулировке общего принципа саморегуляции содержалась идея обратной связи. Впоследствии Кеннон, как мы видим, пользуется термином «сигнал» для обозначения фактора, на который система реагирует. Он выделяет и подчеркивает способность системы различать значимые для нее факторы — изменения в среде и пользуется термином «коррекция» для обозначения работы сервомеханизмов, регулирующих процессы, происходящие в самой системе.

Эти механизмы включаются, когда поступает сигнал о возмущении, угрожающем системе, и продолжают работать, пока не удастся вернуть ее в равновесное со-

стояние и нейтрализовать угрозу. Каким образом система «узнает» о решении этой задачи? Очевидно, только благодаря тому, что сигналов тревоги больше не поступает. Иначе говоря, деятельность сигнальных и корригирующих устройств взаимосвязанна, образует своеобразный круг. Эта взаимосвязь предполагала новое понимание причинности.

Мы уже касались вопроса об изменениях, которые претерпевала в контексте учения о гомеостазисе категория причинности, когда отмечали, что роль детерминанты процессов, происходящих в телесном субстрате в данный момент, была придана событиям, могущим произойти в будущем. Мысль о целевой направленности на будущее (равновесное) состояние лежала и в основе представления об обратной связи.

Для прежнего, механистического понимания причинности (довлевшего над аналитическим физико-химическим направлением) раздражитель и производимая им реакция — это две переменные, связь между которыми является внешней и однонаправленной, а не круговой. Такое механистическое понимание причинных отношений в физиологии установилось задолго до Кеннона. Однако задолго до работ Кеннона ряд открытий показал, что эти отношения не сводятся к схеме, по которой они уподоблялись воздействию одного изолированного тела на другое.

Особо следует отметить учение Сеченова о согласовании движения с выполняющим сигнальную роль «чувствованием». Такое согласование, по мнению Сеченова, охватывает все формы нервно-психических регуляций. Такие же идеи о кольцевом принципе реагирования систем организма можно встретить в творчестве многих ученых до Кеннона. В недрах логики развития физиологического познания неуклонно шел процесс преодоления механистической трактовки причинности.

Кенноновское учение явилось одной из важных вех на этом пути, имевшем ряд ответвлений, в том числе и ответвлении, приведшее к кибернетике. Напомним, что здесь посредником между Кенноном и Винером был Розенблют.

Другим важнейшим постулатом, содержавшимся уже в первоначальной кенноновской формулировке учения о гомеостазисе, являлось положение о том, что факторы,

из которых складывается общая схема гомеостаза, действуют не порознь, а комплексно и координированно, притом не только в данный момент времени, но и на протяжении всего периода конкретной реализации этой схемы. «Иллюстрацией могут служить сложные и комплексные реакции, совершающиеся в крови и одновременно в кровообращении и системе дыхания с тем, чтобы сохранить в плазме относительное постоянство кислотно-щелочного баланса, а также организация оборонительной реакции, направленной против падения температуры, когда защитные процессы сменяют друг друга в определенной последовательности» [1, стр. 282].

Прогресс в познании диалектики природы организма проник и в физиологию, разрушил ограничения, которые тяготели над биологической мыслью, освободил ее от плена категориальных схем, считавшихся незыблемыми. Мы специально обращаем внимание читателя на эти категориальные сдвиги в кенноновских представлениях об организме, его функциях, взаимоотношениях со средой и т. д., ибо невозможно оценить конкретные естественнонаучные достижения Кеннона и его школы, игнорируя события, происходившие на уровне общего строя мышления. Преобразования, которые испытывали принципы детерминизма, развития, системности, активности, являлись подоплекой того, что совершилось в лаборатории, того, что планировалось в эксперименте и выступало перед глазами физиолога. Кеннон вел речь о сугубо специальных вещах: об эндокринных влияниях на метаболические процессы, о соотношении гуморального и нервного и др. Но за этим стояла работа в новом режиме всего категориального аппарата физиологической науки.

### **Внутренняя среда (флюидная матрица)**

Система, организация, саморегуляция, обратная связь, причина и цель, часть и целое, структура и функция — все это предельно общие понятия, образующие категориальный синтез, сквозь призму которого Кеннон воспринимал проблемы физиологии. Но поглощен он был именно этими проблемами, и именно их разработкой определяется его роль в истории физиологии. Какие же физиологические явления были объектом его изучения, о каких



равновесных состояниях организма и о каких регуляторах этих состояний шла речь? Что понималось под внутренней средой и телесными придатками, на которые возлагалась работа по удержанию гомеостаза?

В своем представлении о внутренней среде Кеннон, как уже отмечалось, следовал за Клодом Бернаром. «Бернар сделал выдающийся вклад в наше понимание физиологии, когда он установил, что кровь и лимфа обеспечивают соответствующее и благоприятное окружение для живых клеток организма. Он давно указал, что внутренняя среда — это не только средство, благодаря которому питательные вещества доставляются к клеткам, скрытым в глубине тканей, отдаленных от поверхностей, находящихся в контакте с внешней средой, и благодаря которому эти клетки очищаются от экскретов, но также и то, что она (внутренняя среда) контролируется агентами, сохраняющими ее удивительно постоянной. Он отчетливо понимал, что организм свободен по отношению к внешним превращениям постольку, поскольку поддерживается это постоянство» [1, стр. 38]. «Обычно мы говорим о себе как о животных, обитающих в воздухе. Небольшое размышление, однако, откроет интересный факт, что мы отделены от окружающего нас воздуха слоем инертного материала» [1, стр. 27]. «Наиболее важное устройство, которое позволяет нашему телу сохранить стабильное состояние, вопреки условиям, которые могут оказаться деструктивными, является константный характер циркулирующих флюидов организма, в особенности циркулирующей крови. Наши живые части омываются этими флюидами. Мы существуем поэтому не в воздухе, который нас окружает,—мы отделены от него слоем инертного материала. Мы существуем в матрице, состоящей из флюидов (жидкостной матрице), которая обеспечивает нас приватной внутренней средой. Поскольку эта внутренняя среда, или жидкостная матрица, не подвергается заметным колебаниям, нет необходимости в том, чтобы производить внутреннее приспособление; внутренние органы могут осуществлять свои функции без того, чтобы они нарушались внешними обстоятельствами или возможными последствиями нашей собственной усиленной деятельности» [2, стр. 10].

Клетки живут не в воздушной, а в водной среде, или флюидной матрице. Они — обитатели воды, в которой ра-

створены соли и белковые или коллоидные материалы. Подобно одноклеточному организму, клетки нашего тела могут существовать только в потоке жидкости. Она и образует ту внутреннюю среду, на сохранение которой работают основные гомеостатические механизмы.

Итак, внутренняя среда идентифицируется Кенноном с флюидной матрицей, состоящей из «инертного материала». Более конкретно он понимал под ней плазму крови и лимфу. Вопрос об ингредиентах внутренней среды, об их точной и полной классификации Кеннон оставлял открытым для будущих исследований. К числу этих ингредиентов он относил: глюкозу, белки, жиры, кислород, воду, неорганические соли, определенное соотношение кислот и щелочей, секреты щитовидной железы и надпочечников, а также температурные свойства этой среды [1, стр. 39].

Все это «содержится в относительно однообразном состоянии во внутренней среде живых клеток высших организмов. Конечно, имеются колебания, но они обычно происходят в узких границах. Если эти границы нарушаются, то последствия могут быть очень серьезными... Обычно отклонения от средней позиции не достигают опасных крайностей, нарушающих функции клеток. Прежде чем эти крайности становятся возможны, в организме начинают автоматически работать устройства, которые возвращают нарушенное состояние к средней позиции» [1, стр. 39].

Таков, как уже отмечалось, общий принцип саморегуляции. Ее цель — сохранение «средней позиции», системы некоторых констант. Это достигается благодаря тому, что на страже системы стоят чувствительные к отклонениям вверх от среднего уровня или вниз от него агенты, запускающие в ход механизмы, восстанавливающие исходное равновесие.

В свете этого общего принципа Кеннон пересматривает обширный экспериментальный материал физиологии, касающийся различных систем и функций, прежде всего системы крови, поскольку она выступала, в его представлении, как субстрат гомеостазиса. В работах самого Кеннона и его сотрудников система крови, как мы уже знаем, изучалась и в плане изменений, происходящих при эмоциях, и в связи с травмами. Особое внимание уделялось коагуляции — процессу, который при аффективных со-

стояниях усиливался благодаря секреции адреналина (в 1914 г. это открыли Кеннон и Менденхолл), а при шоке, вызванном кровопотерей, выступал как фактор, противодействующий ей (чем больше терялось крови, тем быстрее происходил процесс коагуляции).

Что, казалось, общего между изменениями в динамике кровопотери, которые Кеннон наблюдал, с одной стороны, в своей лаборатории у подопытных животных, когда, раздражая чревные нервы, вызывал секрецию адреналина, с другой — у тяжелораненых, в прифронтовом госпитале? Но с широкой биологической точки зрения эти изменения имели общий гомеостатический смысл. Организм и животных и человека реагировал соответственно генетической программе, сохранившей память о миллиардах ситуаций, когда выживание в борьбе с противником выпадало на долю тех, у кого оказалось больше шансов на ускорение свертываемости. На геморрагию организм реагирует как целое. Точнее, он разворачивает серию тесно связанных между собой реакций. Различные физиологи наблюдали различные типы этих реакций. Мысль Кеннона соотносила их, интерпретировала как компоненты некоторого целого. Так, Пильчер и Солмен, а в дальнейшем Бейлисс и Бейнбридж заметили, что при геморрагии происходит регулируемое вазомоторными нервами сокращение периферических кровеносных сосудов. Этот же феномен наблюдается при шоке, когда падает кровяное давление [1, стр. 51].

Экспериментально Кеннон проверил этот феномен на подопытных животных в Дижоне во время первой мировой войны. Еще один существенный для понимания гомеостазиса факт состоит в том, что сокращение кровеносных сосудов (в особенности, по данным Ру и Джилдинга, кожи и скелетных мышц) вкупе с открытой Баркрофтом функцией селезенки как органа кроветворения автоматически производит перераспределение крови с тем, чтобы обеспечить снабжение таких наиболее важных для существования живой системы органов, как мозг и сердце [1, стр. 59]. К этому следует присоединить деятельность механизмов, восстанавливающих объем крови путем снабжения ее водой и солями, запасы которых содержатся в тканях организма.

Нужно было собрать все это множество проявлений жизнедеятельности воедино, чтобы из мозаики фактов,

добытых различными исследователями, сложить целостную картину. Однако очевидно, что, прежде чем складывать, следовало иметь хотя бы самую предварительную схему, которая в свою очередь не могла быть априорной, но непременно коренилась в опыте. Это был опыт не одного Кеннона и тех, с кем он работал. Вся физиология подготавливала новую систему представлений. Сам Кеннон отправлялся от Бернара, идея которого о постоянстве внутренней среды зародилась на перекрестке нескольких идейно-научных течений в физиологии середины прошлого века. Бернаровская идея долгое время оставалась вне поля зрения физиологов, пока не созрело время для ее восприятия. В другой связи Кеннон цитировал слова знаменитого американского физика Генри об открытиях, семена которых носятся повсюду, но не дают плодов, пока не попадут на благоприятную почву. Кеннон оказался подготовленным к ассимиляции и развитию того, что оставил Бернар. Концепция внутренней среды начала работать. Но для этого она должна была быть преобразована как в теоретическом плане, так и в своем эмпирическом составе.

Флюидная матрица Кеннона являлась и преемницей внутренней среды Бернара, и ее преобразовательницей. Общее соображение Бернара о том, что, лишь сохраняя постоянство внутренней среды, организм может противостоять среде внешней, оставалось неизменным. Но теперь это положение включалось в новый теоретический и экспериментальный контекст и соответственно (в силу системности не только организма, но и мышления о нем) приобретало неведомую Бернару рабочую нагрузку.

Если считать, что задачей познания является ответ на три вопроса: «что?», «почему?» и «как?», то Бернару применительно к рассматриваемой области физиологических исследований принадлежит честь ответа на первый вопрос. Он выделил внутреннюю среду в качестве совершенно особого предмета физиологии. На второй и третий вопросы ответил Кеннон. В отношении «почему?» ответ ему подсказала дарвиновская теория, которую мышление Бернара ассимилировать не смогло. Но главный вклад Кеннона определялся ответом на вопрос «как?». Это в свою очередь было подготовлено предшествующим развитием физиологии, в категориальном строе которой происходили уже рассмотренные нами сдвиги.

Применительно к обсуждаемой теме специального внимания заслуживают сдвиги, выраженные в идее саморегуляции. Чтобы не повторяться, мы отсылаем читателя к предшествующему изложению, где были рассмотрены представления о том, что организм сам — в силу своего внутреннего устройства — способен регулировать, организовывать, изменять ход процессов, которые в нем происходят. Некогда это удивительное свойство органических тел относилось за счет особой способности — души или витальной силы. Впитав в себя физико-химические понятия и методы, физиология освободилась от подобного мифологического объяснения. Но свойство, о котором идет речь, не укладывалось в физико-химические схемы. В различных разделах физиологии накапливались экспериментально контролируемые факты, касающиеся саморегуляции отдельных органов. Шаг за шагом выяснялось, каковы реальные телесные агенты, усиливающие, замедляющие, организующие деятельность этих органов. Следующий этап состоял в переходе от отдельных органов к организму в целом как саморегулируемой системе. Этот этап нераздельно связан с именем Кеннона. Рассматривая и оценивая ряд крупных достижений физиологии, касающихся саморегуляции функций отдельных органов (например, сердца), Кеннон увидел в них частное выражение более общего принципа. «Хотя некоторые органы, — писал он, — и находятся под таким способом управления, который удерживает их от того, чтобы действовать слишком быстро или слишком медленно, например сердце с его тормозящими или ускоряющими нервами, эти случаи могут рассматриваться как вторичные и дополнительные формы саморегуляции» [1, стр. 269].

Вторичные и дополнительные по отношению к чему? К саморегуляции главного «органа», по существу идентичного со стабильной и подвижной организацией живого тела в целом, а именно внутренней среды. «В главном стабильные состояния всех частей организма достигаются благодаря тому, что удерживается однообразным естественное окружение этих частей, их внутренняя среда, или флюидная матрица. Она является общим посредником, готовым носителем припасов и излишков и выравнивает температуру, обеспечивает фундаментальные условия, способствующие стабилизации, которая имеет место в отдельных частях» [1, стр. 269].

Кеннон различает два типа регуляций постоянства внутренней среды: гомеостазис веществ и гомеостазис процессов. Гомеостазис веществ реализуется посредством аккумуляции запасов как для немедленного использования, так и на будущее [1, стр. 272]. Гомеостазис процессов может быть хорошо проиллюстрирован примером терморегуляции. Баланс между производимой и утрачиваемой телом теплотой поддерживается благодаря непрерывным процессам [1, стр. 277], которые не находятся под контролем коры больших полушарий. «Запасы автоматически используются, и процессы ускоряются, когда снижается уровень сахара в крови, испытывается потребность во внешнем кислороде, кислота обнаруживает тенденцию накапливаться, а температура начинает понижаться» [1, стр. 279].

### **Нейромеханизмы гомеостазиса**

Каким же образом поддерживается гомеостазис, каковы телесные механизмы его регуляции?

Эту проблему («как сохраняется однообразие флюидной матрицы») [1, стр. 270] Кеннон считал «центральной для понимания природы, удивительной для наших тел» [1, стр. 269]. В общем механизме гомеостазиса Кеннон выделяет в первую очередь периферические сенсорные окончания, чувствительные к малейшей угрозе стабильности организма, и в этом случае сразу же запускающие в ход корректирующие устройства: «Если есть потребность в воде, то механизм жажды предупреждает нас об этом еще до того, как произойдут изменения в крови, и мы реагируем тем, что пьем. Если падает давление и необходимые запасы кислорода оказываются под угрозой, тонкие нервные окончания каротидного синуса посылают информацию к вазомоторным центрам и давление повышается. Если при сильных мышечных движениях объем крови, поступающей в сердце, увеличивается настолько, что деятельность сердца может быть расстроена, опять-таки возбуждаются нервные окончания и из правого желудочка идет импульсация, обеспечивающая ускорение деятельности сердца и тем самым кровотока. Если концентрация ионов водорода в крови изменяется, хотя бы незаметно, в направлении окисления, специальная чувствительная

часть системы, контролирующая дыхание, сразу же становится активной и благодаря возрастающей вентиляции легких угольная кислота выводится, пока не восстановится нормальное состояние» [1, стр. 270].

Хотя датчики информации (как стали говорить впоследствии) о других нарушениях гомеостаза физиологии неизвестны, так же как неизвестны способы включения корректирующих сервомеханизмов, они, полагал Кеннон, действуют по типу известных. Все эти реакции осуществляются с участием нервной системы. Вместе с тем, как показали эксперименты, отдельные органы способны выполнять функции гомеостатического характера самостоятельно, даже если лишаются управления со стороны нервной системы. Подобная локальная автономия присуща, например, печени, которая сама по себе способна накапливать и высвобождать запасы гликогена. Но главное значение имеют специальные центры регуляции гомеостаза, заложенные в нервной системе, которая, согласно Кеннону, в свою очередь разделяется на две системы: экстерофективную и интерофективную. «Цереброспинальная нервная система устроена с целью взаимодействия с внешней средой, изменения позиций организма в этой среде. Эта вовне направленная активность может быть соответственно обозначена как **экстерофективная**, и так называемая «произвольная нервная система» может быть совершенно точно обозначена как **экстерофективный** отдел нервной системы. Но мы уже знаем, что экстерофективная активность должна произвести совпадающие с ней изменения во внутренней среде. В этих условиях «непроизвольная нервная система» выполняет свою роль, влияя на сердце, мышцы и железы таким образом, чтобы сохранить готовность внутренней среды к продолжающемуся экстерофективному действию. Это вовнутрь направленное функционирование непроизвольной нервной системы дает право назвать ее **интерофективной** системой [1, стр. 236].

Термин «интерофективная система» Кеннон считает более правомерным, чем традиционные названия этого отдела нервной системы: автономная, вегетативная, непроизвольная. К сохранению стабильности организма имеют отношение все три отдела интерофективной системы: сакральный, тороко-люмбальный и краниальный. Сакральный отдел освобождает внутренние органы от мета-

болических отходов, от накопления веществ, препятствующих свободным действиям индивида. Краниальный отдел регулирует преимущественно защитные реакции (такие, например, как зрачковый рефлекс, оберегающий сетчатую оболочку от сильных световых раздражителей), а также реакции, необходимые для сохранения и поддержания на устойчивом уровне деятельности иннервируемых им внутренних органов. Этот отдел, согласно Кеннону, в частности, выполняет важную службу тем, что обеспечивает работу пищеварительных желез и гладкомышечного тонуса, необходимых для периодических сокращений желудочно-кишечного тракта. Контролируя секрецию инсулина, этот отдел играет роль в образовании гликогена печени. Как сакральный, так и краниальный отделы автономной нервной системы осуществляют реакции двух типов: простейшие рефлексy (типа зрачкового) и более сложные акты, связанные с аффективными состояниями. Примером последних могут служить «психическая секреция» и «психический тонус» мышц желудка и кишечника, сопровождающие ощущение запаха и вкуса приятной пищи. Уже это свидетельствует о тесной связи вегетативной системы с соматической (или, если принять терминологию Кеннона, интерофективной с экстерофективной). Ведь вкусовые и обонятельные ощущения возникают при возбуждении высших нервных центров, воспринимающих внешние воздействия. Еще резче выступает указанная связь при наблюдении за сферой внешних движений. Некоторые мышцы, как считал Кеннон, иннервируемые вегетативной нервной системой, все же поддаются контролю со стороны коры больших полушарий, и работа этих мышц может быть «модифицирована посредством волевых актов» [1, стр. 247]. Это, по мнению Кеннона, свойственно преимущественно мышцам, зависящим от краниального и сакрального отделов, называемых обычно парасимпатической системой. Совсем иную картину представляет деятельность тороко-люмбального (симпатического) отдела вегетативной нервной системы, где зависимость от высших нервных центров несравненно слабее, а связи с гомеостатическими регуляциями несравненно более интимны и глубоки. И хотя вегетативная нервная система в целом, во всех ее подразделениях обслуживает гомеостазис, «однако сакральные и краниальные отделы интерофективной системы лишь косвенно и довольно отдаленно гарантируют



постоянное состояние, тогда как средний, или тороко-люмбальный, отдел быстро и непосредственно предупреждает серьезные сдвиги во внутренней среде» [4, стр. 248]. Выдвигая положение о решающем значении для гомеостаза именно этого отдела вегетативной нервной системы, Кеннон развивает концепцию о симпатико-адреналовой системе. Мы полагаем, что она явилась его важнейшим вкладом в физиологию XX в. Обратим внимание на то, что симпатический отдел он обозначает термином «система». Не слишком ли много систем? Так, нервная система делится Кенноном на две системы: экстерофективную и интестофективную. Последняя опять-таки оказывается трехкомпонентным образованием, а один из компонентов возводится в ранг особой системы — симпатико-адреналовой. Быть может, следовало говорить о «подсистемах»? Однако Кеннона такой термин не устроил бы, даже если бы он и существовал в лексиконе его эпохи. Его ключевая идея состояла в том, чтобы синтезировать физиологические данные о нервной и гуморальной регуляции внутриорганных процессов в целостное учение. Весь опыт развития физиологии подводил к выводу о том, что нервные и гуморальные влияния представляют не обособленные классы процессов, а теснейшим образом соединенные между собой. В ходе исторического развития познания природы организма нервные и гуморальные факторы превратились в объекты специального анализа и на базе каждого из них возникла самостоятельная область исследований. Феномены, нераздельные в процессе жизнедеятельности, оказались искусственно разграниченными на уровне знания о ней. Но практика исследовательской работы вела к представлениям, восстанавливающим истинное родство нервного и гуморального и раскрывающим их системные отношения.

Кеннон соединил «симпатическое» и «адреналовое» дефисом, призванным отобразить в форме нового физиологического понятия системный характер функционирования особого целостного механизма, предназначение которого — обеспечить гомеостазис. Кенноновский термин отменял традиционную схему раздельности нервного и гуморального и утверждал их «межсистемность». Не обольщаясь в отношении уровня реальных, экспериментально обоснованных знаний о функциях симпатико-адреналовых аппаратов, Кеннон неоднократно указывал

на множество белых пятен в этом разделе физиологии. Так, например, при падении процента сахара в крови ниже критического уровня симпатико-адреналовые аппараты начинают работать в направлении повышения этого процента.

«Но что их запускает в ход, мы не знаем... Здесь требуется больше информации, прежде чем мы сможем уверенностью определить местонахождение тех агентов, которые стоят на страже» [1, стр. 271].

Одним из ярких примеров гомеостатического регулирования служит постоянная температура тела высших животных и человека. В отношении постоянства температуры тела высказывалась гипотеза, что в головном мозгу, а именно в его диэнцефальной области, имеется «чувствительный термостат», возбуждаемый двумя способами: либо температурой крови, либо нервными импульсами, идущими от поверхности тела [1, стр. 200]. Гипотеза базировалась на экспериментах, в частности, Изеншмидта, показавшего, что экстирпация больших полушарий не вызывала нарушений терморегуляции, но последняя полностью расстраивалась, когда от тела подопытного животного отделялся диэнцефалон.

Постоянно подчеркивая скудость физиологических знаний о нейрогуморальных регуляторах гомеостазиса, Кеннон упорно стремился расширить круг этих знаний. Он углубляется в изучение симпатической нервной системы — того отдела, которому, по его мнению, принадлежит ведущая роль в гомеостазисе.

### **Симпатэктомия и картина гомеостазиса**

В качестве главного экспериментального метода изучения участия симпатико-адреналовой системы в организации гомеостазиса Кеннон использовал симпатэктомию. Он шел испытанным путем, полагая, что исключение фактора, от чьего действия зависит определенная совокупность явлений, должно повлечь за собой их исчезновение.

К симпатэктомии прибегали и другие физиологи. Однако, производя эту операцию, они исходили из иных установок, чем Кеннон. В его сознании понятие субстрата, к изъятию которого из организма подопытных живот-

ных (кошки, собаки, обезьяны) он прибегал, обросло особыми ассоциациями. Они сложились задолго до того, как в его Гарвардской лаборатории появилась новая экспериментальная модель. Благодаря зародившимся научным замыслам эти ассоциации способствовали формированию общей схемы гомеостатических регуляций. Поэтому и в экспериментальных записях содержалась теперь новая информация. Гарвардцы проверяли правильность своей главной гипотезы. Вместе с тем им пришлось отвергнуть ряд представлений о вегетативной нервной системе, сложившихся в результате наблюдений других исследователей за симпатозэктомизированными животными. Кеннон отклоняет, в частности, выводы Мельтцера и Спадолини о том, что животные с удаленными симпатическими ганглиями вообще существовать не могут. В лаборатории Кеннона они благополучно существовали годами и в их внешнем поведении грубых отклонений от нормы не наблюдалось.

Термин «вегетативная система» имеет длительную историю. Он восходит, как свидетельствует его этимология, к учению о «растительных» функциях организма: о процессах роста, развития, общих и для растений, и для животных. Кеннон отверг это воззрение, исходя из опытов над котятками, у которых производилась односторонняя симпатозэктомия. Когда котята вырастали, их усыпляли наркозом и сопоставляли вес билатеральных парных органов, включая кости. Существенных различий в весе между органами правой и левой стороны не наблюдалось. На этом основании Кеннон сделал вывод о том, что симпатическая (вегетативная) система не регулирует развитие внутренних органов [1, стр. 257]. Она решает другие задачи. Кеннон не нашел также значимых корреляций между симпатической системой и скоростью основного обмена. После операции эта скорость изменялась несущественно (в пределах 10%). Кеннон подчеркнул, что следует осторожно отнестись к широко распространенному в клинической медицине мнению о двух типах состояний, обозначаемых терминами «ваготоническое» и «симпатотоническое». В обычных условиях функции краниального и тороко-люмбального (симпатического) отделов автономной системы действительно как бы противоположны друг другу. Это дало основание представлять их соотношение в виде «вегетативного баланса». Однако подобное противо-

поставление и, следовательно, принцип баланса не являются универсальными, распространяющимися на все органы. Об этом говорят опыты, в которых удаление симпатических ганглиев не влекло за собой доминирования антагонистической системы (хотя это должно было бы произойти, если бы действовал принцип баланса).

Подводя итоги изучению функций симпатического отдела, Кеннон указывает на диффузное воздействие ее на внутренние органы. При возбуждении симпатических центров наблюдается общий эффект: скажем, при охлаждении тела у подопытного животного не только поднимается шерсть, но одновременно тормозится деятельность пищеварительного тракта и сокращаются сосуды во всех частях тела. Диффузный характер влияния этой системы подтверждается также тем фактом, что ее импульсы возбуждают секрецию адреналина, который, распространяясь по кровяному руслу, влияет сходным образом на гладкие мышцы и железы всего организма [1, стр. 241]. Биологический смысл кооперации между импульсами симпатической системы и секреции адреналина в том, что последняя, как уже знает читатель, удлиняет время действия — пролонгирует влияние этой системы [1, стр. 242]. Если симпатический отдел производит диффузный эффект, то краниальный и сакральный отделы оказывают локальное и ограниченное во времени действие. Каждый из внутренних органов находится одновременно и под диффузным, и под локальным влиянием, поскольку они снабжаются двумя видами нервов. Кеннон сравнивает подобную форму иннервации с устройством музыкального инструмента, у которого имеются как отдельные клавиши, воздействием на которые производятся дискретные звуки, так и педаль, изменяющая звучание всех нот сразу [1, стр. 244]. «Педализирование» и есть функция симпатического отдела.

Таким образом, в совершенно различных условиях нарушения гомеостаза — будь то уменьшение запасов необходимых телу веществ или изменение скорости метаболических процессов — симпатико-адреналовая система действует одним и тем же набором реакций. И если, например, потоотделение при гипергликемии в обычных условиях не представляет для организма никакой ценности, то в других условиях, скажем при интенсивной мышечной работе, указанная вегетативная реакция гомеостатически целесообразна (поскольку в организме проду-

цируется большое количество тепла, выделение которого корректируется деятельностью потовых желез). Одновременно при мышечных усилиях снижается уровень сахара в крови, что влечет за собой высвобождение сахара из печени. Потоотделение и гипогликемия входят в общую комплексную реакцию. В результате при актуализации одного из компонентов комплекса возникают и другие, которые теперь уже могут оказаться неадекватными обстоятельствам [1, стр. 280].

### **Защитные устройства организма**

В центре интересов Кеннона, искавшего в течение многих лет возможно более надежный ответ на вопрос о том, «как сохраняется однообразие флюидной матрицы», находились нейромеханизмы гомеостазиса. Но он не ограничивался областью, в которой сам работал экспериментально, а использовал для обоснования своего учения также факты и идеи, добытые за ее пределами.

Важное значение Кеннон придавал выдвинутому американским физиологом Мельтцером в начале XX в. положению о том, что организм построен по «щедрому», а не узкоограниченному, скудному плану. «Потенциальная энергия, которой снабжены некоторые органы, такие, как сердце, диафрагма и т. д., — отмечал Мельтцер, — значительно превосходит то, что необходимо для нормальной жизни. Механизм многих функций дублируется, чтобы обеспечить их быструю реализацию. Во многих случаях функции одного органа обеспечиваются содействием других... Организм построен не на принципе экономии. Напротив, избыточность тканей и механизмов указывает на то, что безопасность является целью живого организма» [цит. по 1, стр. 225—226].

Подобно тому как в инженерных конструкциях учитывается «фактор безопасности», живые системы имеют запас прочности, позволяющий им выдержать испытания в экстремальных условиях. К защитным реакциям организма Кеннон относил безусловные рефлексy, восстанавливающие нарушенные процессы во внутренних органах [1, стр. 206], компенсацию функций, противодействие атакам патогенных бактерий. «При сопротивлении нападкам со стороны бактерий и их токсинов во флюидной матрице

действуют защитные агенты. Опять-таки мы замечаем, что здесь включаются процессы,— каким образом это происходит, мы все еще полностью не знаем,— которые сохраняют константность крови. Производятся антитоксины, нейтрализующие токсины, появляются антитела, участвующие в разрушении вторгшихся бактерий. И в результате как внутренняя среда, так и сам организм сохраняются в своем нормальном состоянии» [1, стр. 216].

С противодействием тела микроорганизмам Кеннон сопоставлял его противодействие опасным для этих тел макроорганизмам. «В длительной истории вида бактерии были не единственными живыми врагами человека, а в условиях дикой жизни они, возможно, были и не самыми главными. Имелись дикие существа, человеческие и предчеловеческие, подстерегавшие втихомолку и готовые напасть без предупреждения. И была также необходимость в борьбе, мести, безопасности, добыче. В такой грубой школе страх и ярость выполняли функцию подготовки к действию. Страх ассоциировался с инстинктом бегства, ярость или агрессивные чувства с инстинктом нападения» [1, стр. 213]. Сравнение реакций тела особи на заражение с ее эмоциональными вспышками могло показаться на первый взгляд парадоксальным. Но, руководствуясь общей идеей подчиненности всех процессов во внутренней среде принципу сохранения стабильности системы, Кеннон усматривал в самых различных свойствах тела частные выражения этого принципа. Из этого вытекало, что понятие гомеостазиса является производным от более общего объяснительного начала. «Механизмы гомеостазиса относятся к общей категории протективных функций» [1, стр. 202]. Гомеостазис — один из вариантов обширной группы «защитных устройств» [1, стр. 213]. Общим для всех этих устройств является автоматический характер их работы. Они функционируют независимо от сознания и воли как проявления «мудрости тела». С термином «мудрость» нераздельно соединялось представление об интеллектуальных качествах, о способности принимать разумные решения и адекватно действовать в конкретных ситуациях. Теперь эти качества оказывались изначально присущими живому телу. Утверждалось, что оно само по себе наделено мудростью. Передача функций, считавшихся привилегией высокоорганизованных существ, телесному устройству как таковому отнюдь не означала возврата

к представлениям о «психизме» физиологических объектов. Ведь «мудрость» защитных реакций объяснялась взаимодействием доступных объективному наблюдению и экспериментальному анализу телесных компонентов, организующих эти реакции. Вместе с тем тезис о том, что признаки «мудрости» заложены в автоматической регуляции работы внутренних органов, неизбежно сталкивался с вопросом о различии между этой работой и высшими формами адаптивного поведения. Данный вопрос имел несколько аспектов. Прежде всего физиологу необходимо было выяснить особенности функционирования образующих восходящий ряд нервных центров. Далее, хотя предмет изучения физиолога и являются телесные структуры, ему приходится, обращаясь к высшим среди них (головному мозгу), вступать в область психических явлений и тем самым неизбежно касаться соотношения нервного и психического. И наконец, приняв концепцию о факторах саморегуляции внутренней среды, он не может обойти проблему взаимодействия этой среды со средой внешней. Рассмотрим позицию Кеннона в этих вопросах.

### Гомеостазис и свободное поведение

Разделив экстерофективную (центральную) и интерофективную (вегетативную) системы, Кеннон не подверг вопрос о соотношении между ними специальному анализу, ни теоретическому, ни экспериментальному. Сосредоточившись на своеобразии механизмов гомеостазиса как поддержания постоянства среды внутренней, он трактовал их в качестве автономных, обособленных от регуляции поведения организма в среде внешней.

Мы уже знаем, что разделение двух форм деятельности организма на направленную вовнутрь и направленную вовне стало важным приобретением физиологического мышления. Однако механизмы организации этих форм оказались в кенноновской трактовке не только различными, но и лишенными внутренней связи. Это коррелировало с его представлениями о том, что вегетативные ганглии и кора головного мозга функционируют по совершенно различным типам: первая — по типу рефлекса, вторая — в качестве носителя психических функций, волевых и сознательных актов.

Понятие рефлекса явилось огромной победой детерминистской мысли. Целесообразные мышечные реакции, относившиеся прежде на счет вмешательства нематериальных факторов, объяснялись по типу действий «машин» — любой механической системы. Но уже у самой колыбели этого понятия рефлекс был противопоставлен процессам сознания, имеющим, как полагали, совершенно иные истоки и способ реализации. В течение нескольких столетий модель рефлекса претерпевала преобразования. Они касались и его нервного субстрата, и круга телесных явлений, подчиняющихся рефлекторному принципу.

В первой половине прошлого века сложилась схема рефлекторной дуги как функции низших нервных центров (спинного мозга). Поскольку же рефлекс мыслился «линейно» в виде мышечного ответа на внешнюю стимуляцию, постулат об определяющей роли этой стимуляции препятствовал тому, чтобы относить рефлекс к категории саморегулирующихся процессов (отличающихся обратной связью). Вместе с тем уже в первых классических изображениях рефлекса подчеркивалась его целесообразность, важность выполняемой им службы в плане защиты тела от возмущающих воздействий. На эту службу указывает и Кеннон, относя рефлекс к разряду «протективных реакций» [1, стр. 2].

В целом кенноновское понимание рефлекса имело столетнюю давность. Оно совпадало в основном с концепцией Маршалла Холла, выдвинутой в 30-х годах прошлого столетия. Рефлекс рассматривался как автоматическая реакция на раздражитель, опосредованная центрами, имеющая оборонительный смысл и отличная от актов сознания. Что же касается этих актов, то полагалось, что они, во-первых, имеют своим органом высшие центры головного мозга, во-вторых, возникают спонтанно и, в-третьих, направлены не на сохранение организма (это осуществляется автоматически), а на его свободное поведение во внешней среде. Подобный дуализм рефлекса и сознания, присущий концепции Кеннона, — еще одно свидетельство того, что в мышлении естествоиспытателей различные его уровни могут находиться на различных уровнях эволюции. Согласно Кеннону, «рефлекс — это простейшая реакция, мгновенный разряд нервного импульса в ответ на стимуляцию рецептора, в результате чего происходит мышечное сокращение» [1, стр. 233]. По



своей биологической функции это оборонительная реакция, которая «является совершенно произвольной и не связана с психической деятельностью» [1, стр. 233]. На более высоком уровне сложности разворачиваются реакции инстинктивного типа. В пользу их прирожденного характера свидетельствует то, что они могут наблюдаться у детей уже в первые месяцы, когда о подражании не может быть речи. К ним относятся смех, плач, а также типичные выражения гнева и страха. Центрами инстинктивных реакций служат базальные ганглии мозга. Физиологические выражения гнева, как продемонстрировал Бард, сохраняются после удаления тех частей мозга, которые лежат над базальными ганглиями, но исчезают с разрушением последних. Наконец, высшие формы поведения обусловлены работой коры больших полушарий головного мозга. Это, по Кеннону, «орган ассоциативной памяти», обеспечивающий «сложное приспособление мышечных реакций к нашему окружению» [1, стр. 233].

В качестве исследователя, придерживающегося естественнонаучной ориентации, Кеннон считал психику, включая ее высшие проявления, локализованной в мозгу, не отчуждаемой от мозга. Но этого было недостаточно, чтобы реализовать последовательно детерминистский взгляд на любые формы поведения целостного организма, включая психически регулируемые. Кеннон полагал, что рефлекс есть нечто принципиально отличное от психики, которая будто бы представляет мир явлений, совершенно иного порядка, чем рефлекторные. Тем самым Кеннон возвращался к представлениям, уже преодоленным передовой нейрофизиологией, прежде всего учениями Сеченова и Павлова. Если идеи Кеннона о саморегуляции постоянного внутреннего состояния и роли в этом симпатико-адреналовой системы были глубоко новаторскими, то в трактовке физиологических механизмов поведения он находился в плену традиционных воззрений.

И. П. Павлову, воспринявшему от Сеченова идею рефлекторной природы психических актов, объединенных с рефлексамися под эгидой понятия о сигнальном значении раздражителей как детерминантах ответного приспособительного поведения, принадлежала великая историческая заслуга преодоления расщепленности различных способов регуляции жизненных процессов. Но Кеннон, хорошо знавший павловские исследования, представивший их в

своем предисловии к английскому переводу «Двадцатилетнего опыта», неоднократно встречавшийся с Павловым и в Америке, и в России и в течение многих часов обсуждавший с ним физиологические проблемы, этой заслуги не увидел. Он мыслил в старых категориях и в «Мудрости тела» (вышедшей через несколько лет после указанного перевода павловского труда) излагал план устройства нервной системы и ее функций, исходя из традиционных представлений о рефлексе, не учитывая революционных изменений, которые испытала рефлекторная концепция в исследованиях Павлова. Быть может, на кенноновский подход повлияло разделение им функций нервной системы по признаку обслуживания двух сред: внешней и внутренней. Представляя рефлекс сугубо защитным, протективным актом, Кеннон считал его направленным исключительно на внутреннюю среду. Благодаря постоянству внутренней среды мы свободны от ограничений, навязываемых нам внешними и внутренними условиями. «В чем жизненный смысл приобретения организмом этой свободы?» — спрашивал в свое время Баркрофт. Отвечая ему, Кеннон писал, что гомеостазис, поддерживаемый как бы автоматически, открывает простор для высших форм нервной деятельности, высвобождая для этого кору головного мозга, этот субстрат сознательного поведения. «Посредством коры головного мозга мы устанавливаем интеллектуальные отношения с окружающим миром... анализируем опыт, занимаемся наукой, техникой и искусством, общаемся с друзьями, воспитываем детей, выражаем симпатии и т. д. — словом, ведем себя как человеческие существа», — писал Кеннон [1, стр. 284, 285]. Имеются лишь две альтернативы этой, обусловленной гомеостазисом свободе: либо рабское подчинение системы организма внешним и внутренним возмущениям с последующей неотвратимой дезинтеграцией системы, либо передача функций выполняемого гомеостатическими механизмами контроля сознанию, которое должно было бы в этом случае переключаться на регуляцию телесных процессов, но тогда утратить свою интеллектуальную направленность. Применительно к процессам, происходящим в его внутренней среде, тело, по мнению Кеннона, оказывается «мудрым» постольку, поскольку оно в силу работы своих автоматических устройств обнаруживает удивительную способность к саморегуляции, цель которой состоит в том,

чтобы сохранить устойчивость крохотной и хрупкой системы в противовес мощным разрушительным силам, внешним и внутренним. И эта цель ежесекундно достигается организмом без вмешательства разума, сознания или каких-либо иных агентов, скрытых от физиологического наблюдения и эксперимента и якобы недоступных для объяснения с помощью естественнонаучных средств. Но на счет чего следует отнести мудрость поведения во внешней среде, его целесообразность, адаптивность, обучаемость?

Гомеостазис, как показал Кеннон, отправляясь от формулы Бернара, открывает широкие просторы для «свободного поведения», органом которого служат высшие центры головного мозга. По какому, однако, принципу они работают? Что понимать под «свободой» поведения, которое они регулируют? Означает ли это его неподвластность детерминации, произвольность и анархию, в силу чего оно оказывается по ту сторону естественнонаучных объяснений?

Ответ, данный на этот вопрос Сеченовым и его последователями, состоял в том, что, несмотря на большое количество степеней свободы, отличающее ориентацию живых существ в окружающей среде, эта сфера подчиняется общим для всех проявлений жизнедеятельности законам, вполне определенным и доступным естественнонаучному познанию. Преобразованное понятие о рефлексе открыло перспективу моделировать по типу рефлекса механизмы тех «жизненных встреч организма со средой», которые носят интеллектуальный характер (являются, по сеченовской терминологии, «элементами мысли») и вместе с тем подобны по своему автоматическому характеру истинным рефлексам.

«Произвольность» внешнего поведения, с этой точки зрения, не отрицалась, но выступала как объект последовательно детерминистской интерпретации.

В исторической перспективе перед нами выступают три этапа разработки принципа саморегуляции в физиологии. В ходе развития научной физиологической мысли первую страницу открывала гарвеевская схема кровообращения. Далее, шаг за шагом ученым, рассматривающим разные виды деятельности организма, удавалось объяснить автоматическую их саморегуляцию. В этом отношении нельзя не вспомнить замечательное открытие И. Цио-

ном и К. Людвигом саморегуляции кровообращения, так наглядно проявившейся в функционировании аортальной сосудисто-рефлексогенной зоны. Было установлено, что рецепторы дуги аорты стоят на страже постоянства артериального давления. При повышении давления крови в аорте они посылают усиленную импульсацию в продолговатый мозг. Отсюда импульсы переходят на эфферентные нервы, тормозящие деятельность сердца, что нормализует давление крови. Мы не будем задерживать внимание читателя дальнейшими рассуждениями о саморегуляции в деятельности разных систем организма. Подчеркнем только, что жизнедеятельность организма в целом, с точки зрения саморегуляции постоянства его внутренней среды, впервые объяснил Кеннон. Так была открыта вторая страница. Имелась, однако, еще одна глобальная задача, которая требовала распространить принцип саморегуляции на взаимодействие организма с внешней средой, т. е. на область, где поведение живых тел обнаруживает признаки, побуждавшие считать его свободным.

Здесь в направлении, восходящем к Сеченову, продвигался Павлов, учение которого представляло третий этап в развитии знаний о саморегуляции жизнедеятельности. Кеннон объединил свои идеи под девизом «мудрость тела». Объяснил же он, как мы имели возможность убедиться, лишь те показатели этой мудрости, которые присущи динамике процессов, действующих внутри организма.

Между тем именно в сфере ориентации и поведения организма во внешней среде проявляется его высшая мудрость.

В естественнонаучном плане учение о гомеостазисе развивалось после Кеннона в нескольких направлениях<sup>1</sup>. В советской физиологии в работах школ И. П. Павлова, Л. А. Орбели, А. А. Ухтомского, и др. большое внимание было уделено влиянию на внутреннюю среду среды внешней.

В школе Л. С. Штерн изучалась роль в гомеостазисе тканевой или межклеточной жидкости и разрабатывалось положение о зависимости постоянства внутренней среды

---

<sup>1</sup> В характеристике этих направлений мы воспользовались любезно предоставленными в наше распоряжение материалами Г. Н. Касиля.

органов тканей от особых физиологических механизмов — гистогематологических барьеров. Новые подходы ввело учение канадского ученого Г. Селье о стрессе, считавшего Кеннона своим учителем<sup>1</sup>. С развитием кибернетики (одной из предпосылок которой явилась концепция гомеостазиса) проблема сохранения постоянства внутренней среды трактуется исходя из принципиальных кибернетических схем саморегулирования [9, 10]. Разрабатывается учение о полифункциональном и полипараметрическом характере гомеостатических регуляций на различных уровнях — от субмолекулярного до популяционного [11]. Открыты вариативность и индивидуальная изменчивость границ гомеостазиса, роль защитных и компенсаторных факторов в противодействии организма патогенным агентам и нарушениям динамического равновесия внутренней среды. Ряд современных физиологов (Э. Гельгорн и др.) считают, как и Кеннон, что главным механизмом поддержания гомеостазиса является вегетативная нервная система.

### Организм, общество и личность

Кенноновское учение о гомеостазисе — детище 20-х годов. Изложенное в физиологических и медицинских журналах, оно было обращено первоначально к специальной научной аудитории. Благодаря книге «Мудрость тела», понимание которой не требовало специальной подготовки, оно вызвало широкий интерес и резонанс далеко за пределами научного сообщества. Объяснялось это не только популярностью изложения. На обложке книги было сказано, что она представляет «первое детальное изложение способа, благодаря которому наши тела, вопреки многим возмущающим силам, сохраняют свою стабильность; оно подсказывает, как проблемы, извлеченные из мудрости тела, могут быть применены к проблемам социальной и экономической стабилизации».

Книга вышла в начале 30-х годов, в ситуации великой депрессии — жесточайшего экономического кризиса в ка-

<sup>1</sup> Хотя сам Кеннон, посетивший лабораторию Селье, не принял выдвинутую им в 1936 г. концепцию об общем адаптационном синдроме как особой реакции организма на сверхсильные раздражители (стрессоры).

питалистических странах. Высказывалось множество проектов, касавшихся того, как выйти из кризиса и добиться социально-экономической стабильности. Предложил свой проект и Кеннон.

Рекомендации, которые содержались в «Мудрости тела», принадлежали не политику, общественному деятелю или бизнесмену, а крупному исследователю, представившему экспериментальную науку. Естественно поэтому, что к ним прислушивались с особым вниманием. «Мудрость тела» быстро стала бестселлером.

Как мы видели, концепция биологического гомеостазиса соответствовала запросам логики развития физиологического познания и базировалась на прочном естественнонаучном фундаменте. Она обобщала огромную массу экспериментальных фактов и вела к открытию новых нейрогуморальных регуляций жизнедеятельности организма.

Каждый пункт учения о биологическом гомеостазисе подвергался соответственно критериям научности знания, скрупулезной экспериментальной проверке. Не прошедшее этой проверки, не выдержавшее испытания лабораторным опытом решительно вычеркивалось. Но, устремляясь из физиологической лаборатории в социальный мир, Кеннон утрачивал ориентацию, которой неотступно следовал в своей естественнонаучной программе.

Из исследователя реальности он становился конструктором умозрительных схем. Его надежда превратить гомеостазис из «чуда биологии» в «чудо социологии» была совершенно беспочвенной. Чтобы проникнуть в смысл исторических процессов, необходимо было подвергнуть их строгому, объективному анализу, осмыслить социальную реальность, исходя из присущих ей особенностей. Для этого в свою очередь требовалась адекватная методология. Кеннон же не смог подняться до подлинно научного историко-материалистического понимания закономерностей общественного развития. Подменив их биологическими, он пришел к ложным, по своей идейной сути реакционным выводам о социальных системах, о факторах и механизмах человеческого поведения. Перед его глазами развернулись мрачные картины экономических кризисов, империалистических войн, фашистских диктатур и других пороков, присущих капиталистическому строю.

Он писал о бедствиях, испытываемых трудящимися

массами, которые «не имеют права на труд, не имеют доступа к жизненно важной информации, болеют и не получают помощи, находятся в нищете» [2, стр. 46]. Он подчеркивал, что безработица ведет к утрате чувства личной безопасности. «Старые рабочие оказываются в положении выброшенных, так как их квалификация оказывается устаревшей. В этих случаях для многих из них персональная безопасность трагически недостижима» [2, стр. 40].

Он с возмущением говорил о тоталитарных режимах в Испании, Германии, Японии, поправших права личности и приведших к деградации культуры в этих странах. Но объяснить истинные причины этих явлений и найти пути избавления от них человечества Кеннон не смог.

Будучи замечательным натуралистом, он, обратившись к социальным проблемам, оказался политически несостоятельным мыслителем. Причиной фашизма Уолтер Кеннон считал «амбиции диктатора», личные качества людей, оказавшихся у власти, а не глубокие социально-политические процессы, происходящие в капиталистическом обществе в эпоху империализма. Революции, порожденные противоборством классовых сил, объясняются, согласно Кеннону, тем, что «руководители государства не сменяются достойными способными преемниками» [2, стр. 43].

Что касается экономической нестабильности, то она, согласно Кеннону, имеет своим источником не присущие капитализму антагонистические противоречия, а творческую активность человеческого мозга. «Функционирование человеческого мозга делает социальный гомеостазис существенно отличным от физиологического. Благодаря мозгу в поисках новых приемов и орудий мы в качестве открывателей и изобретателей попутно изменяем внутреннюю среду социальных организаций. Только таким образом мы улучшаем их. Но необходимым результатом этого является нарушение постоянства» [2, стр. 37]. В результате опытные рабочие в условиях технического прогресса не могут найти применения своему труду.

Пороки буржуазного строя он усматривал не в природе этого исторически обреченного общества, а в несовершенстве гомеостатических регуляций на уровне «тела политического». Страстный приверженец эволюционной теории, он полагал, что она объясняет механизмы не только биологического, но и социального развития. Ненауч-

ность попыток распространить на общественные процессы законы, установленные Дарвином, неоднократно отмечалась К. Марксом и В. И. Лениным.

Кеннон пошел этим ложным путем. Исходя из того, что гомеостазис в органическом мире — продукт длительной эволюции (лишь у млекопитающих внутренняя среда достигает высокого уровня стабильности), Кеннон полагал, что пороки и несовершенства человеческого общества детерминированы неразвитостью гомеостазиса. «Имеются исторические свидетельства того, что человеческое общество подвержено эволюционному развитию. И наблюдения показывают, что даже у цивилизованных наций оно находится на ранней стадии этого развития» [1, стр 20].

Подмена социально-исторического подхода эволюционно-биологическим неотвратимо вела к представлению о том, что уровень развития общества определяется степенью устойчивости его внутренней среды, его «гомеостазиса».

Кеннон развил сопоставление биологической организации с социальной в брошюре «Тело как гид в политике».

«В наше смутное время,— писал он,— когда старые обычаи не уважаются и предпринимаются попытки утвердить новые формы общества, когда планы настоящих и будущих действий покрывают облака сомнений, можем ли мы найти такую социальную организацию, которая даст нам большую безопасность, чем та, которой мы в настоящее время располагаем? Все живое стремится обезопасить себя: тигры — острыми зубами, аист — мощными крыльями, человек — одеждой и жильем. В человеческом обществе жизненные катастрофы особенно часты — кризисы с безработицей, войны, приносящие разрушение. В таких условиях возможно вовлечение больших масс в безумные действия. Поэтому мы и должны бороться за общество со стабильной организацией» [2, стр. 5].

Учение о стабильности живой системы должно, согласно кенноновскому плану, стать отправным также и для выяснения факторов, которые позволили бы стабилизировать взаимодействие компонентов «социального организма» и тем самым укрепить способность противостоять разрушительным влияниям. Некоторые существенные нужды организма, например потребность в воде или кислороде, легко удовлетворяются, тогда как другие, не менее существенные (потребность в пище, жилище, одежде,



медицинской помощи), не могут быть удовлетворены из-за отсутствия «социальной стабильности» [1, стр. 295]. «Нужно не только ожидать дальнейшей эволюции общества, но и стремиться к ней, притом не только продвигаясь вперед методом проб и ошибок, но и содействуя ей путем приложения интеллектуальных средств» [2, стр. 46]. Какие же интеллектуальные средства имеет смысл, по мнению Кеннона, пустить в ход, чтобы стимулировать эволюцию общества в направлении обеспечения каждому из его членов устойчивого безбедного существования в сочетании с возможностью свободного развития истинно человеческого в человеке? Над этим издавна бились социологи, мыслители различных направлений. Кеннон же предлагает обратиться к биологии. «Быть может, новое понимание устройств, предназначенных для стабилизации организма, позволит по-новому понять дефекты социальной организации и найти средства справиться с ними?» [1, стр. 288].

Соблазнительным является вопрос: «не полезно ли изучить другие формы организации — промышленные, домашние или социальные — в свете организации живого тела?» [1, стр. 287]. Кеннону было известно, что подобный вопрос неоднократно возникал в истории философской и социологической мысли. Неоднократно проводилась аналогия между «телом физиологическим и телом политическим» [1, стр. 287]. Теперь, полагал Кеннон, настало время подать голос биологу, который, хотя и не обладает ни широким взглядом философа, ни присущим социологу знанием всех сложных свойств общественной системы, тем не менее интересуется этой системой с точки зрения ее единства, целостности. «Сходство между телом биологическим и телом политическим давно возбуждало интересы философов, социологов и историков. Среди социологов, экономистов и деловых людей эти аналогии были дискредитированы на том основании, что подобные сравнения, как говорят, ничего не дают для понимания социальной структуры» [2, стр. 21].

Попытки сопоставить общество с организмом, показать закономерности исторического развития человеческих объединений по типу биологической эволюции действительно давно себя дискредитировали. Но и Кеннон следует тем же курсом, полагая, что слабость объяснения социальной динамики по образцу биологической кроется не в лож-

ности методологии, а в дефиците фундаментальных биологических знаний, способных пролить свет на социальное устройство. Этот дефицит, по его мнению, восполняют исследования телесного гомеостаза. «Не являются ли принципы, действующие в наших телах, достаточно фундаментальными, чтобы иметь социальное приложение? Не указывают ли выдающиеся достижения телесного гомеостаза, средства которого обнаружены совсем недавними открытиями, на искомые цели и средства их достижения в области социальной эволюции? Попытка ответить на эти вопросы не означает, что исследователи общества будут обеспечены новыми идеями; однако благодаря успехам физиологии будет лишь поставлен акцент на уже хорошо известных идеях» [2, стр. 23]. Между организмом и «обществом», по мнению Кеннона, прослеживается аналогия, не «анатомическая» (приравнивающая, скажем, рабочих к клеткам мышц, полицейских — к лейкоцитам, банкиров — к жировым отложениям и т. д.), а функциональная. «Аналогия может быть инструктивной, если взамен сравнения структурных деталей будет соотнесено выполнение функций в физиологической и социальной областях» [2, стр. 22]. Внутренней среде организма соответствует в жизни нации промышленное и сельскохозяйственное производство. Занятые в нем человеческие единицы «должны получать из потока товаров все необходимое: пищу, жилье и защиту от болезней». Поскольку это требование не всегда выполняется, нарушается гомеостазис, и это влечет за собой острые социальные конфликты. В организме каждый сдвиг гомеостаза мгновенно корригируется. В социальных процессах далеко не так. Здесь различные пертурбации вместо того, чтобы включить защитные устройства, имеют тенденцию к углублению. «Например, банковские крахи — явление самостимулирующееся и прогрессирующее... Точно так же и падение цен вызывает другое падение, кончающееся паникой» [2, стр. 27]. И в организме и в обществе происходит ускорение или замедление процессов, смысл которых в том, чтобы поддержать стабильный уровень продукции. Несовершенство социального регулирования сказывается в том, что вместо снижения уровня производства предприятия вообще закрываются и люди выбрасываются на улицу. Все эти свойственные капиталистическому способу производства явления могут быть, по мнению Кеннона, устра-

нены с помощью методов социального контроля. «Возможно, что средства, используемые высокоразвитыми животными для сохранения единообразия и стабильности своей внутренней экономики (т. е. для сохранения гомеостазиса), могут представить некоторые общие принципы установления, регуляции и контроля устойчивых состояний, такие принципы, которые оказались бы полезными для других видов организаций, даже социальных и индустриальных, страдающих от пертурбаций. Сравнительное изучение, возможно, покажет, что очень сложные организации должны иметь более или менее эффективные самоуправляемые приспособления, чтобы предупредить нарушение их функций или быструю дезинтеграцию их частей, когда они подвержены стрессу. И быть может, изучение методов самоуправления, применяемых более развитыми живыми существами, подскажет, как улучшить и усовершенствовать методы, которые все еще действуют неэффективно и неудовлетворительно» [2, стр. 25].

Считая мозг одним из главных виновников расстройств социального гомеостазиса, Кеннон вместе с тем полагал, что именно благодаря мозгу как органу высшей интеллектуальной активности удастся изобрести, опираясь на достижения физиологии, технику более совершенного общественно-экономического регулирования. Энтузиазм, с которым Кеннон первоначально высказывал эти идеи, постепенно ослабевал. И в своей завершающей книге «Путь исследователя» он возлагает надежды уже не на теоретически обоснованное решение вопроса о методах применения физиологических открытий к налаживанию социального гомеостазиса, а на «серендипити» (быть может, упорный поиск случайно подарит счастливую находку), как это нередко наблюдается в научном творчестве.

Но ведь случай благоприятствует подготовленному уму. Линия же, которой придерживался Кеннон, была несовместима с позитивным научным решением общественно-политических проблем.

Ложные воззрения Кеннона на закономерности общественной жизни повлияли на его подход к вопросу о соотношении между личностью и обществом.

Обстоятельства, благоприятствующие благополучию и процветанию личности, он представил в превратном свете. За исходное опять-таки принимался принцип гомеостазиса. Подобно тому, утверждал Кеннон, как физиоло-

гический гомеостазис является условием свободной жизни организма, гомеостазис социальный необходим, чтобы избавить людей от нужды и безработицы, от чувства беспомощности и страха. В примитивных условиях деятельность небольших человеческих групп напоминает функционирование одноклеточных организмов. Их зависимость от непосредственного окружения исключительно велика. Лишь в больших человеческих объединениях возникает нечто подобное внутренней организации или среды, обеспечивающей эволюцию этих объединений и разделение труда, напоминающее разделение функций между различными компонентами биологической системы. Связь индивида и общества аналогична связи отдельной клетки с целым организмом. Говоря о включенности индивида в многообразие социальных систем (семья, производство, нация), Кеннон отмечал, что в тенетах такой многоуровневой зависимости личность чувствует себя особенно беспомощной. «Состояния стабильности и нестабильности нации, промышленности и семьи теснейшим образом связаны между собой» [2, стр. 7]. Нарушение деятельности в «больших агрегатах» влечет за собой тяжелые последствия, которые отражаются и на «конечных единицах социальной структуры — человеческих существах» [2, стр. 7].

Вопреки представлениям Кеннона гомеостазис не может служить ни основанием гармонии социального и индивидуального, ни ведущим принципом становления творческой личности. Поясним эту мысль. Из учения о гомеостазисе следовало, что автоматизм вегетативной нервной системы освобождает высшие нервные центры от непосредственного вмешательства в механику телесных процессов. Тем самым создаются условия для того, чтобы мозг — орган сознания и воли — сосредоточил активность на более высоких целях. «Именно потому, что имеется внутренний гомеостазис, высшие функции мозга высвобождаются для специального употребления — для работы и игры, для приключений и исследований, для создания и восприятия произведений литературы и искусства и для всех видов социальных интересов» [2, стр. 37]. Не отвлекаясь на неотложные запросы организма, индивид способен посвятить себя свободной деятельности во внешнем мире, изобретать, творить и т. д. Соотношение между нервными центрами, обеспечивающими внутриоргани-

ческие нужды и центрами, регулирующими деятельность в окружающем мире, Кеннон неправомерно переносит на зависимость личности от общества. Если будет гарантирован социальный гомеостазис, полагал он, то индивид, освобождаясь от экономических и иных тягот, обусловленных его вовлеченностью в многоступенчатую социальную иерархию — от семьи до нации и государства, сможет развиваться как свободная творческая личность. Логика этого рассуждения вела к выводу, что расцвет творческого начала в человеке предполагает приобретение им независимости от общества, от системы социальных связей (которые, подобно внутриорганическим, должны, по Кеннону, регулироваться автоматически, не требуя от людей специальных творческих усилий). Иначе говоря, социальная среда рассматривалась лишь с одной точки зрения: она не должна препятствовать развитию личности. Но игнорировалась ее позитивная роль — роль неперменного стимула и источника этого развития.

Для культивирования сил и способностей каждого человека действительно необходима благоприятная социальная среда. Но кенноновская характеристика этой среды является абстрактной, внеисторической и ограничивается крайне неопределенным указанием на ее стабильное, равновесное состояние.

Чтобы раскрыть действительные предпосылки развития индивида, необходимо обратиться к историческому контексту, в котором оно совершается. И тогда взамен неопределенного равновесного состояния перед нами выступают конкретные условия становления личности, различные в различных общественных формациях.

Лишь общество, свободное от классовых антагонизмов, создает для личности объективные условия реализации ее сущностных сил.

Мы отметили, что, идентифицируя социальное регулирование с физиологическим, Кеннон отрезал себе путь к пониманию действительных закономерностей и механизмов развития общества, являющихся изначально историческими. Если понятие организма обогатилось в исследованиях Кеннона новым содержанием, то в понимании общественных явлений его взгляды совпадали со взглядами тех, кто и до него, исходя из менее совершенных представлений о живых телах, предпринимал попытки описать ход социальных процессов в биологических тер-

минах. Кеннон превосходил своих предшественников уровнем биологического, но не социального мышления. Вместе с тем его анализ системного характера гомеостатических регуляций содержал предпосылки обобщений, ведущих за пределы физиологии. Потребность в подходе, получившем в дальнейшем имя системного, ощущалась не только при изучении биологических объектов. Прогресс научного познания по всему его фронту настойчиво подготавливал общую теорию систем. «Имеются,— указывал Кеннон,— общие принципы организации, приложимые в широких масштабах к сложным объединениям сотрудничающих частей» [2, стр. 34]. Среди этих «общих принципов организаций», экстрагированных из исследований биологического гомеостаза, но действительных, согласно Кеннону, для любых «сложных объединений» (систем), выделялись такие, как стремление к сохранению стабильности, дифференциация и интеграция функций «сотрудничающих частей» с целью решения общей для всей системы задачи, согласование внешних и внутренних отношений, саморегуляция, обеспечиваемая своевременным поступлением сигналов об отклонениях от «средней позиции» и принятого курса с последующим включением средств восстановления стабильности, и др. Важнейшим фактором, выделенным Кенноном в качестве определяющего существование и функционирование системы, является фактор стабильности. Идеино-научный смысл этого положения обнажается в кенноновском сопоставлении стабильности с «экономией», т. е. энергетической характеристикой взаимоотношений живой системы со средой. Уже отмечалось могучее влияние, оказанное на биологическое мышление открытием закона сохранения и превращения энергии. Именно этот закон позволил физиологам вырваться из виталистского пленения и войти в семью естественных наук с их детерминистским складом мысли.

Энергетический подход утвердил единство всех материальных объектов как органических, так и неорганических. Но уже в пределах этого подхода сама логика познания живого посредством экспериментальных и количественных методов сталкивала исследователей с некоторыми особыми инвариантами жизнедеятельности. Так, например, М. Рубнер пришел к выводу, что организм способен переработать лишь определенное количество ка-

лорий, принимаемых с пищей (константа Рубнера). В физико-химических понятиях объяснить подобные явления было невозможно. Это побуждало вносить существенные коррективы в чисто энергетическую трактовку физиологических процессов. Она дополнялась, отражая конкретно-научные достижения, принципом стабильности в качестве неперменного признака функционирования организма как системы.

«Организм подсказывает, что **первейшее значение имеет стабильность**. Она более важна, чем экономия. Организм выбрасывает не только воду и соль, но также сахар, если он оказывается в избытке во флюидной матрице. Это не экономично. У организма возникают конвульсии, если запас сахара становится крайне мизерным, и они знаменуют высшую точку маневров, позволяющих извлечь сахар из его запасов в печени с тем, чтобы восстановить нормальный процент. Сильная дрожь может возникнуть с целью развить дополнительное тепло, предупреждающее падение температуры тела. Ко всем этим крайним факторам деятельности, расточительным с энергетической точки зрения, организм обычно не прибегает, так как достаточными оказываются более мягкие меры. Но они всегда наготове в случае, если необходимо сохранить единообразие внутренней среды. Очевидно, что в критические моменты экономия вторична по отношению к стабильности, и это поддерживается щедрой обеспеченностью тела факторами безопасности» [1, стр. 299].

Чтобы сохраниться в качестве системы, организму приходится приспосабливаться к внешним и внутренним отношениям.

Любая система (а не только организм) представляет, по Кеннону, ансамбль органов, «взаимозависимых и взаимодействующих ради благополучия целого» [2, стр. 39]. Из этого следовало новое, отличное от «атомистического», понимание вопроса о соотношении между частью и целым, развитое в дальнейшем общей теорией систем.

Эта теория складывалась благодаря достижениям различных дисциплин, в недрах которых совершался переход к новому методологическому осмыслению таких категорий, как часть и целое, причина и цель, структура и функция и др. Представление о системах воплотилось в кибернетике — науке об общих принципах управления и связи в живой природе, технике и обществе. Учение о

гомеостазисе сыграло важную роль в становлении кибернетического синтеза. Кибернетика доказала свою перспективность не только в сфере технических устройств. Ее методы оплодотворили науки о поведении человека, а изучение с помощью этих методов информационных и экономических процессов показало, что имеется большой социальный ареал, где правомерно применение таких моделей и концепций, которые являются общими для самых различных форм управления и связи. С возникновением бионики стало очевидно, что технические конструкции могут быть усовершенствованы путем использования некоторых изобретенных природой принципов устройства и поведения живых систем.

В стремлении к системности Кеннон, повторяем, не был одинок. Поэтому если в плане теоретическом его попытки объединить под эгидой гомеостазиса биологическое и социальное были несостоятельны, то его роль в развитии системного подхода следует оценивать иначе. Объективно, независимо от намерений и замыслов конкретных ученых принципы системного мышления утверждались повсеместно. Таково было требование времени.

Нам важно, однако, в плане разработки биографии понять обстоятельства, под давлением которых именно данный исследователь (в нашем случае Кеннон) вышел на новый путь. Известно, что ученым движут не только внутренние мотивы, создаваемые логикой разработки предмета, но и мотивы, являющиеся внешними по отношению к ней. Для Кеннона таким внешним мотивом, приобретшим, однако, для его личности исследователя-гражданина огромное сверхценное значение, стала установка на активное вмешательство в грозную социально-политическую ситуацию 30-х годов.

Он остро ощущал кризисный характер этой ситуации, горячо сочувствовал обездоленным, осознавал необходимость изменения сложившихся социальных порядков. Общественные беды и побудили его искать опору в «мудрости тела», обратиться к природе организма за подсказкой о том, как реорганизовать общество. Стало быть, к утверждению системного подхода в качестве общего для различных порядков явлений Кеннон шел под непосредственным давлением социальных обстоятельств.

В дальнейшем запросы технического прогресса, в свою очередь обусловленные социально-экономическими по-



требностями, побудили сопоставить с биологическими системами новые сверхсложные машины, которым вскоре было суждено произвести кибернетический «взрыв» в промышленности, связи и управлении. В теоретическом сознании самого Кеннона идея распространения на технические системы принципов, выявившихся при расшифровке тайн биологической саморегуляции, еще не зародилась. Но она созревала в научной атмосфере 40-х годов, заставив вскоре присоединить к «телу физиологическому» также и «тело техническое». Своим доскональным изучением гомеостаза Кеннон подготавливал этот решающий шаг.

### После Кеннона

Известный философ Альфред Уайтхед как-то заметил, что имеется два способа чтения истории: идя вперед и идя назад. В истории мысли нам нужны оба метода.

В предшествующем изложении мы шли преимущественно вперед, стремясь проследить, как в творчестве Кеннона зарождались и сменялись в хронологическом порядке различные замыслы и исследовательские программы.

Выяснилось, что неповторимый маршрут кенноновской мысли имел определенную логику и направленность. Учение об эмоциях восходит к исследованиям факторов пищеварения<sup>1</sup>, а схема гомеостаза складывается на перекрестке идей, сложившихся в связи с анализом биологического смысла эмоционального поведения, с одной стороны, травматического шока — с другой. Мы продвигались вперед и соответственно тому, как это происходило в исторической действительности.

Но при этом, чтобы понять динамику идей, приходилось постоянно оборачиваться назад, поскольку более раз-

---

<sup>1</sup> Не только в том плане, что замеченное при экспериментах по изучению перистальтики желудка ее торможение потребовало объяснения причин этого странного феномена, наведя в конечном счете на адреналовый фактор, но и в плане обращения к биологическому назначению испытываемого организмом голода как компонента общего механизма пищеварения. Голод не мог быть отнесен к разряду механических факторов и в дальнейшем в книге о телесных изменениях при эмоциях был поставлен даже в заглавии рядом с болью, страхом и яростью.

витая форма позволяла обнаружить то, что еще неявно просвечивало на предшествующем уровне. Так, например, только с вершины учения о гомеостазисе принцип «борьбы и бегства», которому, по Кеннону, подчинено эмоциональное поведение, мог выступить в виде частного проявления активности организма, направленной на поддержание стабильности его внутренней среды, как универсальной закономерности. Подобное прослеживание движения идей в двух направлениях (вперед и назад) не может быть ограничено отрезком, в рамках которого развертывалось творчество Кеннона. Оно непременно выходит за эти пределы.

Невозможно разобраться в генезисе кенноновских идей и проектов, не обратившись к Дарвину, Бернару, Джемсу и другим исследователям, зачастую незримо направлявшим его искания. Но не менее важно взглянуть на итоги этих исканий с позиций последующего периода, посмотреть, что же было после Кеннона, как выглядят его достижения в свете современного уровня разработки проблем, которыми он жил. Нельзя определить перспективу без ретроспективы.

Достижения ученого принадлежат не только его эпохе, и поэтому, когда говорят о перспективности его открытий и концепций, имеют в виду его воздействие на грядущие научные события. Если бы достижения ученого исчезали вместе с ним, вопрос о прогрессе науки, о передаче по эстафете тех крупниц объективной истины, которые ему удалось добыть, вообще утратил бы смысл. Но «нам не дано предугадать, как наше слово отзовется».

Наибольший интерес в плане анализа прогресса науки представляют «слова перспективные» — те, что будут «работать»<sup>1</sup> в мышлении следующего поколения, которое и произведет отбор в «лексиконе» своих предшественников. Лишь после этого, т. е. уже ретроспективно, станет очевидным, что именно являлось перспективным.

В качестве самого крупного достижения Кеннона была воспринята его концепция гомеостазиса, влияние которой распространялось далеко за пределы физиологии, захва-

---

<sup>1</sup> Под «рабочей функцией» следует понимать как сохранение знания, так и его опровержение, поскольку созидание в науке неотделимо от разрушения.

тив психологию и социологию и войдя в состав кибернетического синтеза. Естественно, что она не могла бы оказать столь могучее воздействие на умы, если бы выражала установку только одного исследователя. Кенноновские идеи легли на давно уже подготовленную для их восприятия почву. Его книга о мудрости тела сконцентрировала существовавшие в науке идеи. Кенноновская концепция опиралась на представления об организме как открытой системе, о саморегуляции ее поведения, об ее извечном стремлении к сохранению своих констант путем восстановления поколебленного равновесия.

Эти кенноновские взгляды были созвучны общим тенденциям развития научной мысли, в глубинах которой шло преодоление «классического» механизма и завязывались узелки новых категориальных схем. Понятие об открытой системе предполагало трансформацию таких фундаментальных категорий, как часть и целое, причина и цель, структура и функция. Складывался системный подход, триумфом которого явилась кибернетика.

Изменения происходили по всему фронту научного знания. Они отразились в появлении кенноновской концепции гомеостазиса, которая в свою очередь стала мощным катализатором переориентации мышления на системный лад.

Сила этой концепции состояла в ее великолепной физиологической оснащенности. Она явилась ученому миру во всеоружии экспериментально проверенных выводов, а не в форме свода теоретических постулатов. Она выступала не только как итог, но и как проспект, задающий темы для конкретных экспериментальных и клинических исследований регуляторов, скрытых в организме, но еще не обнаруженных физиологией.

Последующие физиологические открытия подтвердили исключительную продуктивность этого кенноновского проспекта, предпосылкой которого, подчеркнем еще раз, было новое теоретическое осмысление организма как целого и действующих в нем агентов и сил.

Вместе с тем дальнейшее развитие физиологии и психологии обнажило слабые стороны концепции гомеостазиса, побудило отказать ей в универсальности, ограничить сферу ее продуктивного применения.

Мы знаем, что на основе принципа гомеостазиса стало возможным новое детерминистское объяснение жизне-

деятельности. Гомеостазис утверждал иного типа связи между организмом и средой, чем чисто физические (механические) или физико-химические, а именно связи, при которых живая система, определяясь в своем поведении условиями существования, сохраняет целостность, т. е. относительную независимость от них, благодаря выработанным естественным отбором специальным механизмам. Такой подход позволил Кеннону дать принципиально новое объяснение вопроса о движущих силах поведения, о физиологических основаниях мотивации. Взамен того чтобы сводить эти силы к инстинктам<sup>1</sup>, Кеннон пошел по пути выявления доступных эмпирическому изучению факторов.

Между тем сохранение организмом своих основных констант требует при усложнении среды его обитания и поведения дополнительных условий. Возникают реакции условнорефлекторного порядка, т. е. реакции на свойства среды, которые сами по себе нейтральны по отношению к гомеостазису и приобретают значимость благодаря тому, что при их игнорировании гомеостазис уже не может быть обеспечен.

Из этой биологической схемы вытекало, что реакции на новые, необычные свойства среды (не предусмотренные генетической программой) приобретают свой мотивационный запал из все тех же гомеостатических ресурсов. Казалось, что сами по себе эти свойства безотносительно к поддержанию стабильности организма мотивационной значимостью не обладают.

Заинтересованность в них организма имеет единственный источник — стремление к сохранению целостности системы. Идея «обороны», «защиты» от среды выдвигалась в качестве доминирующей установки поведения. Активность по отношению к окружающему миру оказывалась производной от глубинного, заложенного в самой природе живого влечения к равновесию, к тому, чтобы удерживать жизнедеятельность на одном и том же стабильном уровне.

---

<sup>1</sup> Понятие об инстинкте, имевшее позитивный эволюционно-биологический смысл у Дарвина и Спенсера, утратило его после того, как некоторые психологи (особенно энергично Мак-Дугалл) стали трактовать его в качестве движущей силы социального поведения человека.

Принцип гомеостазиса запечатлел специфику биологической саморегуляции, ее коренное отличие от механического взаимодействия тел природы. Вместе с тем дальнейшее развитие биологии показало, что сколь велика бы ни была сила действия этого принципа, он не является универсальным объяснительным началом. В природе живой системы заложено стремление не только к равновесию, но и к его нарушению. Между физиологией регуляций и физиологией активности существует отношение дополнительности. Представление об этом по существу уже содержалось имплицитно в принятой Кенноном и другими исследователями гомеостазиса бернаровской формуле о том, что сохранение постоянства внутренней среды является непременной предпосылкой свободного и независимого поведения организма во внешней среде. Очевидно, что понятие «свободного поведения» не может иметь иной смысл, как только поведения активного, отличного по типу реализации от автоматических, строго детерминированных процессов гомеостатического характера, запускаемых в ход только под воздействием внешних по отношению к внутренней среде толчков. Ведь без этих толчков система безынициативна.

Но если физиология регуляций представляла область, успешно разрабатываемую и применительно к отдельным функциям организма, и применительно к организму в целом, то физиология активности («свободного поведения») оставалась белым пятном — задачей на отдаленное будущее. Между тем важность этой задачи стала осознаваться уже в кенноновские времена. В частности, против диктата идеи эквилибриума в биологии, т. е. представления о том, что смысл жизнедеятельности организмов определяется стремлением удерживать равновесное состояние, выступил А. А. Ухтомский. Концепцию равновесия он оценил как «аисторическую», чуждую подходу, требующему рассматривать каждую систему с точки зрения истории ее необратимого развития. Сторонники этой концепции, полагал он, все еще стоят на позиции классического, или, как называл его Ухтомский, «экзактного» (точного) естествознания XVIII в., «которое считало своей нормальной задачей видеть повсюду, в том числе и в физиологии, всего лишь твердые тела и результаты их взаимодействия в организмах. Там, где не удавалось свести явления на постоянные свойства

твердых тел и приходилось все-таки говорить о процессах и событиях, начинали в особенности импонируют случаи, когда два или несколько противопоставленных процессов образуют более или менее прочные равновесия, все вновь и вновь восстанавливающиеся. В физиологии это вело к обострению интереса в особенности к моментам уравнивания противоположно направленных процессов и событий» [12, стр. 48].

Ухтомский решительно возражал против приведения физиологических событий к «законам равновесия», против того, чтобы рассматривать эти события «вне и независимо от времени» [12, стр. 48]. Но именно на «законах равновесия», на трактовке физиологических событий как совершающихся «вне и независимо от времени» строилась схема гомеостаза.

Здесь сказалось одно из главных противоречий кенноновского мышления. С одной стороны, он считал гомеостазис продуктом естественного отбора, а не исконной телеологичности живого. Гомеостатические регуляции в их наиболее резко выступающих у теплокровных животных формах историчны в том смысле, что появляются лишь на очень высоких уровнях развития органического мира. Это положение служило для Кеннона основанием его общего взгляда на природу гомеостаза. Историзм принимался в макромасштабах времени. Но никакой объяснительной функции он не выполнял при переходе к микромасштабам, в пределах которых развертывается поведение исследуемых в экспериментальной физиологии объектов. Здесь за основу объяснения принимались «законы равновесия». Константы же, сохранению которых подчинена работа системы, мыслились независимо от необратимого времени.

«Равновесие,— подчеркивал Ухтомский,— способ укрыться от необходимости считаться лицом к лицу со временем и историей системы. Там, где есть относительное равновесие, это значит, что есть в наличности обратимый процесс с возвращением к исходному состоянию» [12, стр. 56].

Идея о том, что сами метаболические потребности организма и механизмы саморегуляции изменчивы, что они перестраиваются соответственно «истории системы», уже неспособной возвратиться к исходному состоянию, была чужда Кеннону. Эта идея стала утверждаться лишь

в послекенноновских представлениях о гомеостазисе. Последующее развитие физиологии, с одной стороны, восприняло и углубило идеи гомеостатического регулирования, достигнув в этом направлении важных результатов, с другой — ограничило притязания этой концепции, выявив обширную сферу процессов, требующих таких объяснительных схем, которые позволили бы исследовать живую систему под углом зрения не только ее открытости, но и активности, истории, «свободного поведения». Развитие новых электрофизиологических и биохимических методик изучения мозга расшатывало представление об организме как инертной системе, выводимой из равновесного состояния только под действием внешних по отношению к ней толчков. Открытие активирующей системы, локализованной в мозговом стволе, позволило изучить негемеостатическое «исследовательское» поведение, присущее уже животным. Тем самым принцип единства организма и среды выступил в двух различных мотивационных характеристиках: мотивация, направленная на «защиту» от среды, оказалась отныне нераздельно связанной с мотивацией, обеспечивающей активное изучение среды.

Как мы помним, Кеннон оставил в конечном счете за эмоциями лишь энергетизирующую функцию. И если оставаться в пределах гомеостатических объяснений, такой подход является единственно правильным. Но, обнаружив негемеостатические формы мотивации, физиология и психология прикоснулись к особому пласту эмоциональных состояний, не подчиняющихся принципу «борьбы и бегства», а отражающих потребность (уже у высших животных, в особенности обезьян) в новых впечатлениях, в поиске информации, в решении интеллектуальных задач, не имеющих отношения к гомеостатическим нуждам.

На уровне человека радикально преобразуются факторы мотивации и биологическая негемеостатическая активность (присущая уже животным) сохраняется в «снятом виде» в истинно человеческой социально-исторической активности с ее бесконечно многообразными эмоциональными всплесками в труде, познании и общении.

Кеннон надеялся, что его физиологические открытия позволят справиться со жгучими человеческими проблемами, корнящимися, по его мнению, в природе организма с его аффектами страха и агрессии, в несовершен-

стве социального гомеостазиса. Он искренне верил во всемогущество науки, ее способность спасти мир от войн, экономических кризисов, общественных потрясений.

Об иллюзорности этих представлений Кеннона еще в 1927 г. хорошо сказал редактор русского издания его книги об эмоциях профессор Б. М. Завадовский: «Русский читатель с большим интересом и удовлетворением примет стремление Кеннона бороться биологическими аргументами против войны и милитаризма, но он хорошо знает, что истинная и достигающая своей цели борьба против войны возможна только на почве теории и практики революционного марксизма. В этом отношении пережитый нами опыт социальной революции научил нас многому и заставил пересмотреть свои взгляды на социальную природу вещей не одних только тех, кто причисляет себя к прямым последователям Маркса.

Соответствующие главы этой книги будут приняты с большой долей необходимого скептицизма и критики подавляющим большинством русских читателей.

Нам же представляется, что именно поэтому эти главы представят для нас своеобразный интерес и ценность, выявляя ту исключительную, незаметную иногда для нас самих, революцию всего мышления, в силу которой мы научились одни и те же вещи видеть совершенно другими глазами, чем продолжают это делать наши товарищи по науке в странах Запада» [13, стр. 9].



### Автономные нейроэффektorные системы по У. Кеннону и А. Розенблюту

Большой заслугой Кеннона явились исследования функций симпатической системы, а также путей передачи симпатических импульсов на иннервируемые ткани, изучение роли химических факторов передачи симпатических импульсов.

Изучение симпатической системы явилось этапом работы Кеннона, логически вытекающим из его предшествующих исследований по физиологии пищеварения. Напомним, что Кеннон, раздражая симпатические стволы и наблюдая торможение кишечной перистальтики, отметил, что адреналин, будучи введен в организм, давал такой же эффект. Эмоции также тормозили моторную деятельность желудочно-кишечного тракта. Располагая такими данными, естественно, что Кеннон заинтересовался механизмами влияния симпатической системы на ткани и органы.

Этой проблемой Кеннон занимался много лет. Первые его труды вышли в свет в 1911 г., и до последних лет жизни Кеннон не прекращал исследований функций симпатических нервов и механизмов их влияния на органы. Многие работы были выполнены Кенноном совместно с его учеником и коллегой Артуро Розенблютом [1, 2]. Большинство результатов нашло свое обобщение в их совместной книге, названной «Автономные нейроэффektorные системы».

Имя А. Розенблюта — замечательного мексиканского ученого — известно во всем мире.

Ученик и последователь Кеннона — Розенблют был многогранным, высокообразованным физиологом. Кеннон считал его самым талантливым из своих сотрудников.

Теснейший научный контакт, духовная близость учителя и ученика, сходство научных идей и программы исследования — все это неразрывно связывает Кеннона и Розенблюта. Поэтому в книге о Кенноне нельзя не осветить хотя бы поверхностно основные моменты жизненного пути и творчества Розенблюта, тем более что эти данные никогда не публиковались на русском языке.

### Артуро Розенблют

Розенблют родился 2 октября 1900 г. в небольшом мексиканском городке Чиуауа. Его отец Юлий Розенблют был венгр, мать Мария Стирнс — мексиканка. Семья вскоре переехала в Мехико, и мальчик приступил к учебе в одной из школ столицы. Последующие семь лет Розенблюты жили в Новом Леоне, где Артуро завершил с прекрасными результатами школьное образование, одновременно усиленно занимаясь музыкой.

После окончания школы Артуро решил посвятить себя медицине и с этой целью поступил в Национальный университет в Мехико. Однако год спустя он должен был прервать учебу из-за отсутствия денег на обучение. Пришлось зарабатывать деньги игрой на рояле в ночном ресторане, а затем службой в книжной лавке. На счастье молодого человека вскоре его финансовое положение изменилось. Его брат занял значительный пост в одной промышленной компании и выделил Артуро некоторую сумму денег. Артуро осуществил свою заветную мечту — отправился в Европу продолжать образование. Он учился в университетах Германии и Франции и в 1927 г. получил ученую степень доктора медицины в Парижском университете.

По возвращении в Мехико Розенблют занял место ассистента, а через год — профессора в Национальной медицинской школе.

В 1930 г. Розенблют получил возможность совершенствоваться в Гарвардском университете в Бостоне на средства Гаггенхаймского фонда. Здесь Розенблют начал работать в лаборатории Кеннона, а с 1933 г. стал его доцентом. Он сотрудничал со своим руководителем в исследовании механизмов проведения нервного импульса. Благодаря его прекрасным способностям и умению совершенст-

вовать экспериментальную технику проблема разрабатывалась особенно успешно. В Гарварде Розенблют приобрел огромное влияние на студентов и коллег. Современники говорили, что он производил большое впечатление на всех людей, которые с ним общались, своим умом, живостью, общительностью и страстной преданностью науке. Розенблюта описывали как талантливого ученого, голова которого полна интереснейших и оригинальных идей, а руки владеют всеми тонкостями экспериментального мастерства. Розенблют, как и его учитель Кеннон, любил общаться с молодежью.

Кеннон, сразу оценивший способность мексиканского физиолога, писал: «За все время моего пребывания во главе кафедры физиологии я не видел ни одного другого физиолога, которого мог бы поставить в один ряд с Розенблютом по научной фантазии, критичности суждений и артистичной скрупулезности в выполнении сложнейших экспериментов. В то же время Розенблют отличался способностью писать научные статьи с замечательной четкостью и выразительностью. Розенблюту принадлежит ряд блестящих физиологических открытий, о которых он сообщает в серии своих статей. Подобные открытия еще не выходили из других лабораторий нашей страны» [3, стр. 25].

В 1931 г. Розенблют женился на Вирджинии Томпсон, уроженке штата Алабама. Супружество оказалось удачным. Вирджиния всю жизнь была надежным другом и помощником своего мужа.

Розенблют и Кеннон сотрудничали в Гарвардской медицинской школе 13 лет, до 1943 г. К этому времени Кеннон, по существующему в США положению, должен был уйти на пенсию. Вставал вопрос о том, кто будет возглавлять кафедру физиологии, которой Кеннон руководил с 1906 г.

Сам Кеннон, а также все, знавшие Розенблюта, считали его самым достойным кандидатом. Однако передать кафедру Розенблюту оказалось невозможным в связи с его мексиканским происхождением. Препятствия были непреодолимы, и Розенблют покинул Гарвард.

Розенблют вернулся в Мексику, руководствуясь стремлением укрепить науку в родной стране, внести в развитие физиологии Мексики свой вклад. Он получил приглашение организовать лабораторию физиологии при Нацио-

нальном институте кардиологии Мехико, руководимом доктором Игнацио Чавецом. Приглашение было принято, и Розенблют приступил к оснащению лаборатории новейшим оборудованием. Научная работа была им поставлена на самый высокий уровень. Вскоре лаборатория Розенблюта стала центром, куда стремились попасть физиологи Мексики и других стран Латинской Америки [4]. Нередки стали визиты молодых ученых из США и Европы.

По признанию физиологов, в 40—50-х годах Розенблют считался первым физиологом Южноамериканского континента. Современников поражали широкий кругозор ученого, многообразие его научных интересов. В Мехико, в дополнение к курсу физиологии, Розенблют читал специально разработанный им цикл лекций по математике для физиологов, а также цикл лекций по музыковедению. При этом он сам иллюстрировал лекции проигрыванием на рояле необходимых по ходу изложения музыкальных произведений. Лаборатория разрасталась, включив в себя отделение фармакологии. Из нее выходило большое число публикаций. Розенблют самостоятельно, а в большинстве случаев в соавторстве со своими учениками и сотрудниками работал над вопросами физиологии сердца, и особенно сердечной мышцы. Он исследовал механизмы проведения возбуждения по нерву, синаптические процессы, свойства гладких и скелетных мышц. Работал над вопросами о повышенной чувствительности денервированных структур.

Сотрудничество с Кенноном продолжалось, несмотря на разделяющее ученых расстояние. В 1945 г. Кеннон приехал в Мехико, чтобы сделать совместно с Розенблютом ряд экспериментов. Кеннон в это время был тяжело и неизлечимо болен. Он умер вскоре после возвращения из Мексики.

Результат сотрудничества Кеннона и Розенблюта — 12 статей и 2 книги по разным вопросам физиологии. Одна из них — «Автопомные пейроэффекторные системы» [5] — явилась итогом многолетнего изучения в Гарвардской лаборатории влияний вегетативных нервов на иннервируемые ими ткани, а также действия медиаторов симпатической и парасимпатической систем. Вторая книга «Повышение чувствительности денервированных структур» была издана уже после смерти Кеннона.

После смерти Кеннона Розенблют продолжал исследования механизмов проведения нервного импульса. Он исследовал соотношения химических и электрических процессов в нервах, гладких и скелетных мышцах. Широкое применение фармакологических препаратов позволило ему выявить интимные отношения между химическими медиаторами и рецептивными субстанциями, с которыми они соединяются.

Не прерывая экспериментов по упомянутым выше проблемам, а также по физиологии сердца, Розенблют в последующие годы стал уделять большое внимание изучению мозга. Он занимался исследованием деятельности различных мозговых структур, используя электроэнцефалографию, изучая поведенческие реакции, одновременно занимался невропатологией, психологией, вопросами философии. Перу Розенблюта принадлежит 150 статей. В год смерти Розенблюта (1970) вышла последняя монография ученого «Психика и мозг». Эта книга является оригинальным сочинением, в котором представлены физиологические основы некоторых психических процессов, а также дается философская оценка новым данным о деятельности мозга.

Однако все перечисленные физиологические работы Розенблюта не исчерпывают его научной деятельности. Еще в 30—40-х годах, будучи преподавателем физиологии в Гарвардской медицинской школе, Розенблют пришел к убеждению, что в результате дифференциации и специализации отдельных наук наблюдается их разобщение и научные открытия будущего должны лежать на грани смежных дисциплин.

Розенблют организовал семинары, на которые наряду с физиологами привлекал физиков, инженеров, математиков. Семинары эти вскоре приобрели большую популярность. В их проведении принимал также активное участие известный математик Норберт Винер. Обычно темой для проведения семинара служила какая-либо экспериментальная работа или опубликованная статья. Развертывалась горячая дискуссия, в ходе которой описываемый феномен получал теоретическое объяснение одновременно представителей физики, математики, философии. Дискуссии проходили остро, живо и необычайно плодотворно. В недрах таких дискуссий и зародилась оценка функций организма и автоматических механизмов — машин с об-

щих позиций с точки зрения теории управления. Так возникла кибернетика. Позже, продолжая разработку различных кибернетических схем, Винер подолгу работал в Мексике у Розенблюта. Они ставили совместные физиологические эксперименты, обсуждали результаты, и кибернетика крепчала и развивалась в статьях и книгах Винера при постоянной связи его с Розенблютом. Это сотрудничество, столь эффективное для физиологии и техники, было беспрецедентным в истории науки.

Четкие связи прослеживаются между учением Кеннона о гомеостазисе с его обязательными представлениями о саморегуляции разных систем организма и научными идеями Розенблюта, приведшими его к кибернетике, нашедшей свое окончательное оформление в работах Н. Винера. Рожденная на грани соприкосновения различных наук, кибернетика составила качественно новый базис для эффективного развития породивших ее дисциплин.

Артуро Розенблют умер в Мехико в 1970 г. Его научное наследие составляет гордость мексиканской науки.

Как уже говорилось, книга Кеннона и Розенблюта «Автономные нейроэффекторные системы» явилась итогом совместного научного творчества в Гарварде. Книга эта вышла в 1937 г. Но она и теперь представляет большой интерес. В ней отражены не только заслуги Кеннона и Розенблюта в разработке механизмов влияния и роли вегетативной системы, но также собран и обобщен большой литературный материал. В целом проблема получила в книге всестороннее освещение. Читатель, ознакомившись с ней, составит себе полное представление о состоянии проблемы в 30-х годах нашего столетия.

Прежде чем проанализировать научные заслуги Кеннопа в разработке вопросов вегетативной нервной системы и механизмов ее влияний, уместно вспомнить и перечислить хотя бы кратко то, что было известно до Кеннона о характере и механизмах влияний вегетативной нервной системы на органы и ткани организма..

## Открытие «медиаторов» — гуморальных посредников передачи нервных импульсов

Механизм передачи импульса на мышцу или другую иннервируемую ткань оставался на протяжении XIX в. невыясненным. Само существование синапсов с синаптическими щелями наводило ученых на мысль о том, что в этой области осуществляются какие-то химические процессы. В пользу химического механизма передачи нервных импульсов через синапсы говорил также установленный факт замедленного проведения возбуждения в этих структурах.

Использование химических веществ для изучения механизма перехода возбуждения с нерва на ткань началось с работ Клода Бернара (1813—1878), вышедших в середине прошлого столетия. Клод Бернар описал нарушение проведения возбуждения нерва на скелетную мышцу лягушки при воздействии на эту область ядом курае [6].

В первом десятилетии XX в. очень близко к открытию медиаторов подошел Эллиот [7]. Эллиот в 1904 г. ставил опыты с адреналином<sup>1</sup> и показал, что адреналин действует на гладкую мышцу, предварительно денервированную, так же как и симпатический нерв. Естественно было предположить, что симпатический нерв при возбуждении выделяет адреналиноподобное вещество.

Продолжая эксперименты в последующие годы, Эллиот удалял у животных оба надпочечника, после чего наблюдал резкое ослабление влияний симпатической системы в организме прооперированных животных.

В 1908 г. Хоуэлл и Дак [8] высказали предположение, что блуждающий нерв передает импульс в сердце посредством выделения калия. Их высказывание основывалось на полученном в эксперименте факте — увеличе-

---

<sup>1</sup> Что касается самого адреналина, то открытие его приписывают японцу Такаmine (1900). Он получил кристаллы из мозгового вещества надпочечника и дал этим кристаллам название «адреналин». Нельзя не отметить, однако, что Д. Абель в США еще в 1897 г. получил довольно чистый препарат — адреналин. В 1904 г. Ф. Штольц синтезировал адреналин. Это был первый синтез (искусственное получение) гормона.

ний содержания калия в сердечной мышце после раздражения вагуса.

Диксон и Хэймл в 1909 г. [9] изучали действие яда мускарина на сердце. Сердце останавливалось от действия мускарина, так же как от раздражения блуждающего нерва. «Можно представить, что эффект зависит от действия одного и того же механизма...— писали авторы,— возбуждение нерва вызывает освобождение гормона, который приводит к активности концевой эффекторный орган — мышцу или железу». Эти же авторы подошли еще ближе к открытию медиатора. Они воспроизводили остановку сердца раздражением блуждающего нерва, а экстрактом из остановленного сердца действовали на другое сердце. Последнее нередко останавливалось, но эффект был нестойким.

Дейл в 1914 г. [10], продолжая опыты с мускариновой останковкой сердца, нашел, что мускарин можно заменить ацетилхолином. Это тормозящее действие устранялось атропином.

Отдельные сведения о химических веществах, влияющих на сердце, продолжали появляться в литературе. Но решающую роль в экспериментальном доказательстве существования медиаторов сыграли опыты Отто Леви, и поныне считающиеся в физиологии классическими [11].

Отто Леви родился в 1873 г. во Франкфурте-на-Майне. После окончания университета в Страсбурге он работал под руководством А. Шмидебергера и В. Гоффмейстера, специализируясь по биохимии физиологии и фармакологии.

Желая расширить свои физиологические познания, молодой ученый отправился в Англию. В начале XIX столетия в этой стране физиологи особенно интенсивно разрабатывали вопросы, связанные с вегетативной нервной системой. Леви удалось работать под руководством замечательного английского физиолога Старлинга. Одновременно он осваивал методики в лабораториях Эллиота, Ленгли, работал и у Гаскелла.

По возвращении из Англии в 1909 г. Леви стал фармакологом в Граце, получив кафедру при университете. В Граце Леви проработал около 29 лет. После прихода к власти фашистов он вынужден был эмигрировать в США, будучи уже немолодым человеком. Он был приглашен заведовать физиологической лабораторией в Нью-Йоркском



университете. Леви унаследовал от английских физиологов интерес к вегетативной нервной системе и убеждение в том, что в нервных окончаниях выделяются химические вещества, способствующие передаче нервного импульса. По свидетельству Е. Б. Бабского [12], с 1921 по 1938 г. из лаборатории Леви вышло более 27 статей по вопросу о физиологии медиаторов. В начале 30-х годов Леви работал в тесном контакте с Дейлом, также посвятившим почти всю свою научную деятельность исследованию химии возбуждения. Генри Дейл и Отто Леви выполнили вместе весьма значительные для физиологии работы, в частности они изучили физиологические свойства гистамина. В 1936 г. они были удостоены Нобелевской премии.

История открытия Леви ацетилхолина как передатчика тормозящих влияний блуждающего нерва на сердце стала хрестоматийной и излагается во многих статьях и учебниках. 1921 год стал известен в физиологии как год открытия доказательств существования медиаторов.

Можно лишь напомнить, что, изолировав два лягушечьих сердца, Леви раздражал блуждающий нерв, принадлежавший одному из них. Перфузат, полученный при остановке исследуемого сердца от раздражения блуждающего нерва, вызвал остановку и второго сердца.

В 1926 г. Кан [13] сделал так называемую двурогую канюлю, на каждый из концов которой поместил по изолированному сердцу. Раздражая блуждающий нерв одного из этих сердец, он добился остановки и того и другого сердца, так как они омывались общим раствором Рингера.

### **Парасимпатический медиатор**

Проведя многочисленные варианты экспериментов, в том числе проверку опыта с двурогой канюлей, О. Леви твердо установил, что при раздражении блуждающего нерва в омывающую сердце жидкость выделяется «вагусштофф». При раздражении симпатического ствола выделяется «симпатикусштофф». Так были первоначально названы Леви медиаторы. Разумеется, исследователям, обнаружившим, что нервный импульс передается на мышцу сердца химическим путем, захотелось установить, какое же вещество названо ими «вагусштофф», ка-

кова его химическая структура. Для этого ставились опыты с моделированием (говоря современным языком) остановки сердца с помощью различных химических и фармакологических веществ.

Позже, в 1925 г., Леви совместно с Витановски [14] идентифицировал «вагусштофф» с ацетилхолином. Определены были и некоторые свойства ацетилхолина. По данным Леви и Навратила [15], оказалось, что водный раствор ацетилхолина разрушается с выделением холина и уксусной кислоты. Фермент, при участии которого происходит это разрушение, пестоек, теряет активность от нагревания до  $56^{\circ}\text{C}$ . Эзерип также разрушает этот фермент, получивший название «холинэстераза».

Параллельно Платтнер в 1926 г. [16] показал, что эзерип при добавлении в перфузат или в кровь, в которых содержится ацетилхолин, удлиняет его действие, так как препятствует разрушению ацетилхолина холинэстеразой.

Таким образом, к середине 20-х годов сложилось четкое представление о механизмах действия на ткани парасимпатических ветвей, в частности блуждающего нерва.

Дальнейшие исследования разных авторов привели к доказательству, что ацетилхолин выделяется во многих органах при раздражении подходящих к ним веточек парасимпатических нервов. Эзеринизация — введение в кровь экспериментальным животным эзерина — облегчала получение эффекта от действия ацетилхолина в этих опытах. Так, например, Б. П. Бабкин с сотрудниками [17] нашли, что стимуляция барабанной струны, приводящая к секреторной активности подчелюстной слюнной железы, одновременно вызывает выделение в кровь животного ацетилхолина, который приводит в активное состояние и вторую железу, чей нерв не стимулировался. Хансен и Рей в 1931 г. [5] убедительно показали, что при раздражении блуждающего нерва у беременной морской свинки наблюдается замедление сердцебиений ее плода. В этом случае речь могла идти только о циркуляции медиатора в крови. Энгельгардт в 1931 г. [18] опубликовал данные, говорящие о наличии ацетилхолина в жидкости, омывающей глаз, при стимуляции глазодвигательного нерва (также относящегося к парасимпатическим). В 1934 г. Торнтон [19] нашел, что стимуляция блуждающего нерва делает активным в отношении ацетилхолина перфузат легких (т. е. жидкости, искусствен-

но пропускаемой через легкие). Действие этого перфузата на ткань приводит к парасимпатическому эффекту (например, останавливает изолированное сердце лягушки). Сакральный отдел парасимпатической системы, как было выявлено, также выделяет ацетилхолин. Последний был обнаружен в перфузате мочевого пузыря, кишечника и т. д. Наконец, оказалось, что стимуляция сосудорасширяющих нервов также приводит к выделению ацетилхолина стенками сосудов непосредственно в кровоток (Франк, Нотманн и др.) [20]. Был описан такой факт: ацетилхолин, циркулирующий в крови, может разрушаться, если кровь пропускать через печень. Следовательно, в печени происходят какие-то химические реакции с вовлечением ацетилхолина.

Вслед за открытиями, которые подтверждали предварительные гипотезы ученых, считающих, что в организме все нервы парасимпатической системы должны выделять ацетилхолин, последовали другие открытия, несколько неожиданные для физиологов.

Дейл установил, что симпатические волокна, иннервирующие потовые железы, выделяют ацетилхолин и являются холинэргическими. Фельдберг и Минц в 1931 г. [21] нашли, что симпатические волокна, иннервирующие мозговое вещество надпочечника, также холинэргические. Так, оказалось, что активность парасимпатического медиатора вышла за пределы парасимпатической системы. Подобного рода факты можно было бы излагать и далее.

В ходе исследований парасимпатической медиации было показано, что ацетилхолин можно обнаружить в крови и перфузионных жидкостях значительно точнее с помощью биологических тестов, чем с помощью химических реакций. Объектами тестирования явились: прямая мышца спины пиявки, которая сокращается от действия ничтожных доз ацетилхолина; торможение сокращений сердца лягушки; снижение кровяного давления кошки. Опыт с определением ацетилхолина на изолированной спинной мышце пиявки ставится следующим образом. Мышца привязывается к стеклянному крючку, погруженному в стаканчик с рингеровским раствором. Второй конец мышцы с помощью зажима и нитки присоединяется к рычажку. При сокращении мышцы рычажок записывает на барабане кимографа кривую. Сокращение возникает при добавлении в окружающий мышцу раствор самых минимальных

доз ацетилхолина. Добавление эзерина увеличивает стойкость действия ацетилхолина. Мышца является очень чувствительным тест-органом<sup>1</sup> для определения ацетилхолина.

Второй тест-орган — сердце лягушки. Сердце изолируют, помещая его на канюлю Штрауба. В канюлю наливают раствор Рингера. Верхушка сердца присоединяется с помощью зажима и нитки к рычажку. Записывают на кимографе сокращения сердца, добавляя в канюлю тестируемую на содержание ацетилхолина жидкость. Ацетилхолин замедляет сердечные сокращения и снижает их амплитуду.

Для тестирования ацетилхолина по кровяному давлению кошки ставят острый опыт. Под наркозом вскрывают сонную артерию у кошки, вводят в нее канюлю, соединенную с помощью резиновой трубки с манометром. Писчик манометра записывает колебания кровяного давления. При введении в кровь животному жидкости, в которой хотят определить ацетилхолин, кровяное давление при наличии достаточного количества ацетилхолина падает.

Опыты подобного рода стали проводить с предварительным введением эзерина, препятствующего разрушению ацетилхолина. Сравнивая действие различных активных по отношению к вегетативной системе веществ, Дейл (1914) [10] выявил, что ацетилхолин, выделяясь в синапсах, действует, как никотин, а в эффекторных волокнах, как мускарин. В медицинскую терминологию с этого времени вошли два новых термина: «мускариноподобное» и «никотиноподобное» действие. Атропин блокирует мускариноподобный эффект; большие дозы никотина (равно как и самого ацетилхолина) парализуют передачу возбуждения в синапсах.

### **Медиатор соматических синапсов**

Представление о том, что соматический нерв передает возбуждение на мышцу с помощью химического вещества, возникло давно. Физиологами прошлого столетия при-

---

<sup>1</sup> Под тест-органом принято понимать орган, который по условиям эксперимента изменением своего состояния выявляет наличие интересующего экспериментатора фактора или помогает установить его интенсивность или количество.

менялся яд кураре в целях блокады перехода возбуждения на мышцу. Эта блокада рассматривалась большинством из них как химическое угнетение какого-то вещества, без которого мышца не может возбуждаться.

В конце 20-х годов А. Ф. Самойлов (1867—1930) собрал разрозненные данные различных исследований, касавшихся передачи возбуждения с нерва на мышцу. Он пришел к выводу, что передача эта может осуществляться только за счет выделения химических веществ [22].

Свои предположения Самойлов подкрепил опытами. Исходя из того, что все химические реакции, протекающие в живых тканях, в значительной степени зависимы от температуры данной среды, Самойлов определял скорость перехода импульса с нерва на мышцу в условиях разной температуры. В результате проделанных экспериментов он писал в своем заключении: «Мы сочли себя вправе предположить, что нервные окончания выделяют вещество, раздражающее мышечное волокно, и что этот механизм обуславливает проведение возбуждения от нерва к мышце... способность нервных элементов выделять химические вещества определенного действия кажется нам теперь, после опытов Отто Леви, не такой неожиданностью, как раньше. На основании его опытов укрепились учение о гуморальной передаче нервных возбуждений» [22, стр. 17]. Спустя несколько лет предположения, высказанные Самойловым, оправдались.

Дейл в 1934 г. [23] дал убедительные доказательства того, что ацетилхолин является медиатором и моторных соматических нервов, передающих импульсы на скелетную мускулатуру. Он раздражал соматический нерв, а затем собирал жидкость, омывающую мышцу, и испытывал ее на содержание ацетилхолина общепринятыми в этот период тестами: на спинной мышце пиявки, на лягушечьем сердце и кровяном давлении кошки. Оказалось, что жидкость (или перфузат исследуемой мышцы) обладает всеми свойствами ацетилхолина.

Далее сочетание электрофизиологических исследований, электронной микроскопии и чисто биохимических методик в работах разных ученых позволило установить выделение ацетилхолина в виде мельчайших пузырьков — квантов — в состоянии покоя в концевой пластинке, что приводит к возникновению «миниатюрных потенциалов». Другими словами, в синаптическую щель мио-

невральной пластинки постоянно выделяются крошечные пузырьки — «кванты» ацетилхолина. Они как бы «бомбардируют» постсинаптическую мембрану. Их выход находит свое выражение в малоамплитудных биотоках. Все явления наблюдаются в состоянии покоя. При возбуждении выход миниатюрных потенциалов ацетилхолина усиливается. Большие порции ацетилхолина, действуя на мембрану, вызывают изменения ее физико-химических свойств, приводящие к возникновению потенциала концевой пластинки.

Биохимики хорошо изучен механизм взаимодействия ацетилхолина с холинэстеразой, разрушающей его и делающей ацетилхолиновый эффект кратковременным и локальным. На основе точных представлений о переходе возбуждения с нерва на мышцу применяется целый ряд фармакологических веществ, названных миорелаксантами.

В поле зрения исследователей оказались и другие синапсы. В частности, встал вопрос о том, какой медиатор передает возбуждение с преганглионарных вегетативных волокон на постганглионарные. Несмотря на то что ганглии подвергались действию фармакологических агентов еще в опытах Ленгли, медиатор, передающий в них импульс на постганглионарные нейроны, не был выделен.

Впервые выделить его удалось А. В. Кибякову [24], который в 1933 г., перфузируя верхний шейный симпатический ганглий при раздражении симпатической цепочки, нашел, что перфузат также обладает свойствами ацетилхолина.

Гаддум и Фельдберг в 1934 г. [25], используя методику Кибякова, доказали, что это и есть ацетилхолин. Это обстоятельство подчеркивал Кеннон. По мнению Кеннона, открытия Кибякова и его последователей имели особую ценность, так как впервые доказали химическую передачу импульсов в синапсах вегетативных ганглиев. На основе этих открытий создавались фармакологические вещества, названные ганглиоблокаторами.

### Медиаторы симпатической системы

Как уже говорилось, Кеннон подошел к изучению медиаторов симпатической системы благодаря своим предшествующим работам, проводимым в двух направлениях. Во-первых, изучая моторику пищеварительного тракта, он

раздражал различные симпатические нервные стволы и наблюдал эффект торможения моторики [26]. Во-вторых, он исследовал влияние адреналина на двигательную функцию кишечника и при этом также выявил тормозящие его влияния. Таким образом, собственные эксперименты привели Кеннона к идее идентичности влияния симпатической системы и адреналина. Идея симпатической медиации, т. е. действия на ткань каким-то адреналиноподобным химическим веществом, созрела, надо было только найти способ убедительно доказать такую возможность.

К 20-м годам ученым были известны тесты на содержание адреналина в крови или в исследуемой жидкости. Особую чувствительность к адреналину, как оказалось, проявляет мигательная мембрана глаза кошки, денервированное или изолированное сердце теплокровных животных, небеременная матка кошки.

Кеннон использовал эти тесты в то время, когда Отто Леви в Австрии пытался доказать наличие медиатора, выделяемого блуждающим нервом в сердце лягушки. Кеннон с сотрудниками в Соединенных Штатах Америки с меньшим упорством искали пути доказательства того, что симпатический нерв действует на ткани также с помощью медиатора.

Работа Кеннона и Урайдла [27] была опубликована в «Американском физиологическом журнале» в 1921 г., в том же году, что и работа Леви. Независимо от Леви и одновременно с ним Кеннон, используя совершенно другую методику, доказал, что раздражение симпатических нервов приводит к выделению их окончаниями химического вещества, способного проникать в кровь, разноситься с кровотоком по организму и вызывать симпатикоподобные реакции.

Опыты ставились на кошках, причем одно и то же животное служило как источник симпатического медиатора и одновременно как объект, на котором тестировался получаемый медиатор. У кошек денервировались или удалялись надпочечники, с тем чтобы раздражение симпатических нервных стволов не вызывало выброса надпочечниками в кровь адреналина. Сердце денервировалось, для того чтобы исключить рефлекторные влияния на его деятельность, обусловленные приходом импульсов по эфферентным нервам. Сердечные сокращения регистрирова-

лись или проводился их подсчет (опыты ставились с искусственным дыханием). В брюшной полости отпрепарировались симпатические нервы, идущие к печени, и раздражались индукционным током. Оказалось, что каждое раздражение сопровождалось учащением сердечных сокращений. В условиях такой постановки опыта сердце могло реагировать только на химическое вещество, появляющееся в кровотоке при раздражении симпатических узлов.

Серия других опытов позволила Кеннону и Урайдлу сделать вывод, что окончания симпатического нерва в печени выделяют химическое вещество, действующее на сердце так же, как адреналин. По своему значению это открытие не уступало открытию Леви.

А. В. Кибяков, отдавая должное заслугам Кеннона в развитии представлений о медиаторах, писал: «В свете изучения химической передачи возбуждения представляют большой интерес исследования Кеннона и его сотрудников. Эти исследования были начаты еще до появления классических работ Леви. В 1919 г. Кеннон показал, что раздражение чревного нерва вызывало ускорение сокращений сердца за счет вещества, выделяющегося в печени» [24, стр. 93].

Итак, было показано, что при раздражении симпатических нервов в печени выделяется медиатор, действующий наподобие адреналина. Но может быть, такое вещество результат деятельности возбужденных симпатическим нервом печеночных клеток, а раздражение симпатических волокон в других органах не дает сходного результата? Для ответа на этот вопрос Кеннон с сотрудниками на протяжении 20—30-х годов ставили самые разнообразные эксперименты, раздражая симпатические волокна, идущие к разным органам, и подключая для установления наличия медиатора в крови кроме сердца другие тест-органы.

В лабораториях Кеннона были разработаны и доведены до высокой точности методики тестирования симпатического медиатора. Он оказался более стойким, чем ацетилхолин. Это позволило использовать повышение содержания симпатина в крови для его тестирования в пределах одного и того же организма. При выделении в кровь симпатина в организме учащаются сердечные сокращения; повышается кровяное давление; тормозится перистальтика кишечника; сокращается мигательная мемб-



рана глаза кошки (последний тест по обнаружению повышенного содержания в крови симпатического медиатора является особенно чувствительным и может дать точные данные о концентрации медиатора). Кроме того, для выявления медиатора использовалось расширение зрачка, расслабление небеременной матки кошки. Кенноном было показано, что все эти реакции воспроизводятся выделением адреналина, так же как и возбуждением симпатической системы. Именно поэтому, чтобы использовать какую-либо из указанных реакций для обнаружения симпатина, Кеннон считал необходимым денервировать или удалить надпочечники, а также денервировать используемый для тестирования орган (например, мигательную перепонку, сердце и т. д.). В этом случае при раздражении симпатических нервов в той области, которая интересует экспериментатора как место выработки симпатина, последний, попадая в кровь, вызывает, например, учащение сердечных сокращений и сокращение мигательной перепонки.

При этом, поскольку сердце и перепонка денервированы (а надпочечники также денервированы, чем снята их адреналинопродуцирующая активность), указанные тест-объекты свидетельствуют только исключительно о повышении содержания симпатина в крови.

В результате Кеннон показал, что химическое вещество с адреналиноподобными свойствами выделяется при стимуляции симпатических нервов в самых различных иннервируемых ими органах.

Так, например, сотруднику Кеннона Баку в опытах, проведенных в 1938 г., удалось доказать, что водянистая влага глаза после раздражения симпатических нервов, иннервирующих глаз, содержит медиатор, стимулирующий все симпатические тест-органы. Обнаруженный медиатор, выделяемый окончаниями различных симпатических нервов в разных органах, Кеннон и Бак в 1931 г. [28, 29] называли симпатином.

Физиологические эксперименты в лабораториях Кеннона ставились виртуозно, с точки зрения оперативной и экспериментальной техники, и на высоком методическом уровне. Строго логичное, последовательное разрешение поставленных вопросов, продуманность и точность контроля — все это делало опыты кенноновской лаборатории в Гарварде убедительными и точными.

Обычно эксперименты Кеннона являлись по своему существу сочетанием острого и хронического опытов. Животное подвергалось предварительной операции (десимпатизация или денервация тех или иных органов, удаление надпочечников и др.). Спустя 2—3 недели на таком животном ставился острый опыт, обычно с регистрацией многочисленных показателей деятельности организма.

Приведем в качестве примера один из таких сложных экспериментов. Животное (кошка) подвергалось операции — удалению одного надпочечника и денервации другого. Цель такой операции сводилась к тому, чтобы исключить возможность выделения надпочечниками адреналина при последующем эмоциональном раздражении. Затем на ней был поставлен острый опыт.

В ходе его у кошки денервировалось сердце (которое служило тест-органом, реагирующим непосредственно на появление симпатинов в крови), изолировалась печень, удалялись звездчатые ганглии (мощные источники симпатина). Далее исследовались результаты раздражения ствола симпатической системы, с тем чтобы установить, выделяет ли данный отдел достаточно симпатина, чтобы на него прореагировали чувствительные тест-органы. (Так Кенноном и его сотрудниками были исследованы симпатинины всех отделов симпатической системы.)

Ставился вопрос и о том, достаточно ли раздражения симпатической цепочки, расположенной в грудной и брюшной полостях, для выделения симпатина в дозах, изменяющих работу денервированного сердца. Оказалось, что учащение сердечных сокращений выявило наличие значительных количеств симпатина, выделенного при раздражении оставшихся отделов симпатической системы. Затем грудной симпатический ствол разрушался. Раздражению подвергался поясной отдел симпатического ствола. При этом также выделялось достаточно симпатина, о чем свидетельствовало учащение сердечных сокращений. Разрушался и этот отдел симпатической системы. Для проверки применялось эмоциональное воздействие: кошке показывали лающую собаку. Отсутствие изменений сердечной деятельности показало, что ни адреналин, ни симпатин в организм кошки в таких условиях не выделяются [30].

Мы привели для примера лишь один из опытов. Сложность его и достоверность полученных фактов очевидны

Работа, в которой приводились эксперименты такого типа, была проделана Кенноном, Ньютоном и др. в 1929 г. [31].

Для того чтобы исключить участие внутренних органов в выделении симпатина при раздражении принадлежащих этим органам симпатических нервных стволов, Кеннон и Бак [29] выбрали область тела, где симпатические нервы не оканчивались во внутренних органах. Такой областью послужила кожа хвоста и задних конечностей собаки или кошки. Симпатические нервы проникают в мышцы и кожу вместе с сосудами, обеспечивая иннервацию гладких мышц сосудистой стенки. Кроме того, в толще кожи они иннервируют гладкие мышцы, поднимающие кожные волоски. Выделяется ли симпатин и этими симпатическими окончаниями? «В данном случае в выработке симпатина, если таковой будет обнаружен, — рассуждал Кеннон, — не принимают участия никакие внутренние органы. И выработку симпатина, следовательно, нельзя будет приписать никаким секреторным клеткам со сложными собственными функциями» [29, стр. 18].

В ходе эксперимента Кеннон и Бак стимулировали нижний отдел брюшной симпатической цепочки, предварительно перерезав в поясничном отделе спинной мозг. Животное за 10—12 дней до опыта было подготовлено денервацией надпочечников и печени. Кроме того, как индикаторы симпатина были подготовлены тест-органы: сердце и мигательная перепонка. Тест-органы были также иннервированы.

Критерием достаточности раздражения служило поднятие волос на хвосте и конечностях. Когда шерсть поднималась дыбом, это означало, что гладкие мышцы сосудов и кожи данной части тела пришли в состояние сокращения. Предстояло доказать, что гладкие мышцы кожи, осуществляющие выпрямление кожных волосков — поднятие шерсти дыбом, сокращаются не просто под действием импульсов поступающих к ним симпатических нервных окончаний. Кеннон был уверен, что эти симпатические окончания также выделяют медиатор — симпатин.

Феномен выделения симпатина при этом был доказан учащением сокращений денервированного сердца и сокращением мигательной перепонки глаза у той же кошки.

У экспериментальных животных дополнительно исследовалось содержание глюкозы в крови. Было обнаруже-

**но** повышение содержания глюкозы в крови. Следовательно, выделяющегося в толще кожи симпатина оказалось достаточно даже для такой сложной реакции, как расщепление гликогена в печени и вымывание в сосудистое русло дополнительного резерва глюкозы. В общем, все это убедило экспериментаторов в правильности исходного предположения: симпатические волокна, иннервирующие кожу, подкожную клетчатку и мышцы, также реализуют свое влияние на ткань выделением симпатина.

Позже, в условиях подобного опыта Кеннон совместно с Розенблютом [32] удаляли кожу той области, которая реагировала поднятием волос на раздражение определенного отдела симпатической цепочки. После перерезки седалищного нерва и удаления кожи раздражение симпатических нервов не привело к повышению содержания симпатина в крови (сердце не учащало заметным образом своих сокращений, и мигательная перепонка не сокращалась). Авторами был сделан вывод, что, следовательно, симпатин в этом случае выделялся в сосудах и пиломоторах<sup>1</sup> кожи.

Далее Бак модифицировал эксперимент следующим образом. Он раздражал седалищный нерв конечности животного, соединенный с телом только с помощью сосудов — артерии и вены. При раздражении идущего в конечность седалищного нерва (в составе которого проходят и симпатические волокна) в кровоток проникал симпатин. Об этом свидетельствовало учащенное сокращение денервированного сердца того же животного.

### **Симпатин *E* и симпатин *I***

Итак, сам факт выделения медиатора, названного симпатином, не вызывал сомнений. Оставался непонятным вопрос: почему в одних органах симпатин вызывает сокращение гладких мышц (например, сосудистой стенки, мигательной мембраны и т. д.), а в других — расслабление? По симпатическим нервам в тех и других случаях идет нервный импульс, имеющий идентичную электрическую характеристику. Импульс подходит к иннервируемой ткани, где нервное окончание выделяет в ткань свой симпатин. Чем же объяснить различное действие его на глад-

---

<sup>1</sup> Пиломоторы — мышцы, выпрямляющие кожные волоски,

кие мышцы в разных органах? Так Кеннон пришел к мысли о том, что существуют два вида симпатиков. Первый из них был назван симпатин *E* (exciting — возбуждающий). Действие этого вида симпатина приводит к сокращению гладких мышц (например, сосудистой стенки). Второй — симпатин *I* (inhibitory — тормозящий). Этот медиатор вызывает торможение — расслабление гладких мышц (например, расслабление мышц бронхов) [1].

Естественным показалось Кеннону предположение, высказанное много ранее Ленгли, о том, что нервы выделяют химические вещества, эффект действия которых зависит от взаимодействия с той или иной «рецептивной субстанцией» в ткани. Кеннону импонировало представление о рецептивных субстанциях, и он предположил, что нервное окончание выделяет в любом случае медиатор симпатин *A*. В гладких мышцах сосудистой стенки он соединяется с рецептивной субстанцией *AE*, дающей комбинацию, которая сокращает гладкие мышцы. В гладкой мышце небеременной матки, например, симпатин соединяется с рецептивной субстанцией *A*. В результате получается комбинация, вызывающая расслабление мышц. Подтверждение своей гипотезе Кеннон видел именно в опыте с маткой кошки. Как уже говорилось, небеременная матка под действием импульсов, идущих по симпатическим нервам, расслабляется. Интересно отметить, что с возникновением беременности матка начинает реагировать на раздражение тех же симпатических нервов сокращением. Такое изменение реакции возможно объяснить лишь при допущении, что в стенке матки при беременности изменяется характер обменных процессов таким образом, что рецептивная субстанция *I* превращается в рецептивную субстанцию *E*. Превращение такого рода принципиально возможно, так как в стенке матки при беременности, как известно, вообще идет значительная перестройка химических процессов и самой структуры. Такое объяснение указанного явления и было дано Кенноном.

В те же годы, когда Леви и Навратил [15] исследовали химические свойства «вагусштофф» — парасимпатического медиатора, Кеннон с сотрудниками изучал биологические и химические особенности симпатического медиатора. Было установлено, что этот медиатор, как и адреналин, разрушается под действием ультрафиолетовых лучей, а также от действия высокой температуры (нагре-

вания до  $100^{\circ}\text{C}$ ), способен флюоресцировать в присутствии сильной щелочи и кислорода.

Сходство симпатического медиатора с адреналином привело к тому, что некоторые исследователи стали считать, что симпатин — это и есть адреналин. В частности, такого мнения стал придерживаться и сам Бак, сотрудник Кеннона.

Дальнейшие опыты, однако, позволили установить, что действие адреналина и симпатина имеет некоторые различия. Чтобы показать их, понадобились дополнительные эксперименты, в которых действие эквивалентных доз адреналина и симпатина тестировалось на одних и тех же тест-органах. В этом вопросе большого экспериментального мастерства достиг Розенблют. Ему удалось установить точные количественные критерии действия испытуемых веществ на тест-объекты, выразить результаты в цифрах, подвергнуть их статистической обработке. Было показано, что при аналогичных условиях в опытах (на кошках) строго дозированные эквивалентные количества адреналина и симпатина по-разному изменяют кровяное давление, в разной степени хронотропно влияют на сердце. Симпатин и адреналин повышают кровяное давление. При этом эрготоксин, введенный животному, не влияет на действие симпатина, но влияет на действие адреналина, который в присутствии эрготоксина снижает кровяное давление. Различается и действие этих веществ на беременную матку кошки. Адреналин расслабляет ее, симпатин *E* не действует. Различается их действие и на мигательную перепонку и радужную оболочку глаза. Так, например, симпатин и адреналин оба вызывают сокращение мигательной мембраны, но адреналин при этом обязательно расширяет зрачок, а симпатин на зрачок не действует. При перерезке циркулярных волокон радужной оболочки и адреналин и симпатин оказывали одинаковое, расширяющее зрачок действие. Таким образом, и Кеннон и особенно Розенблют, занимавшийся самостоятельно тонким количественным определением симпатина с помощью мигательной мембраны, установили различия между адреналином и симпатином.

Кроме того, в ходе экспериментов ими было показано, что симпатины, выделяемые нервными окончаниями в разных органах, различаются по своим физиологическим эффектам. Так, например, адреналин вызывает сокра-

ние мигательной перепонки и расслабление небеременной матки. Симпатин, получаемый в результате стимуляции учащающихся нервов сердца, обладает теми же эффектами. Симпатин печеночных нервов при раздражении их вместе с ветвями, идущими к кишечнику, также дает одновременно два результата: сокращение мигательной перепонки и расслабление матки. Однако стимуляция только печеночных нервов с предварительной денервацией кишечника, как показали опыты Кеннона, приводила только к сокращению мигательной перепонки, не действуя на матку.

В 1935 г. Кеннон и Розенблют исследовали зрачковую реакцию, чтобы установить, как действуют симпатины и адреналин на мышцы радужной оболочки. Оказалось, что и тут отмечается значительная разница. Симпатин, выделяемый нервами печени, почти не расширял зрачок кошки. Симпатин, выделяемый нервами, заложенными в легких, вызывал некоторое расширение зрачка. Адреналин максимально расширял зрачок.

Таким образом, Кеннон и Розенблют опровергли концепцию Бака о том, что симпатин и адреналин — это одно и то же вещество, и доказали множественность видов симпатинов в организме при сохранении основной их классификации на симпатин *E* (стимулирующий) и симпатин *I* (тормозящий).

В 1951 г. Ойлер [33] пришел к выводу, что основным медиатором симпатической системы является норадреналин. Он назвал его симпатином *N*, в то время как тормозящий симпатин по своим свойствам ближе к чистому адреналину, названному им симпатином *A*.

Нам представляется, что такая классификация не внесла в вопрос ничего нового. В целом все данные Кеннона в дальнейшем подтвердились.

В настоящее время установлено твердо, что различие в характере действия на субстрат разных органов симпатического медиатора зависит от того, с каким веществом взаимодействует один и тот же медиатор. Различают  $\alpha$ - и  $\beta$ -рецептивные субстанции. Так, например,  $\alpha$ -рецептивная субстанция взаимодействует с симпатическим медиатором в стенке сосуда, давая повышение сосудистого тонуса, тогда как  $\beta$ -рецептивная субстанция вступает в соединение с симпатическим медиатором в кишечной стенке, что дает расслабление мускулатуры желудочно-кишечного тракта под действием симпатического импульса.

В 1973 г. Конрадт писал: «В настоящее время концепция рецепторов стала руководящей при толковании действия на клетки высокоактивных веществ, особенно ацетилхолина и катехоламинов<sup>1</sup>. Правда, никто еще ни холинорецепторов, ни адреналинорецепторов в чистом виде не выделял и не видел, однако реальное существование соответствующих химических группировок обосновано достаточно прочно» [34, стр. 147].

### **Медиаторы симпатической системы в естественных условиях**

Установив в экспериментах, что симпатическая система действует на ткани и органы благодаря своим медиаторам, Кеннон поставил вопрос: не выделяется ли медиатор только в искусственных условиях? Ведь раздражение симпатических стволов электрическим током является очень сильным воздействием, не совсем адекватным нервному импульсу.

Предстояло доказать, что и в условиях, приближающихся к естественным, когда возбуждение симпатических нервов не связано с вмешательством электрического тока, симпатические нервы выделяют медиатор. Причем выделение медиатора в кровь осуществляется в дозах, которые достаточны для воспроизведения всех характерных для медиаторов сдвигов в организме.

Для разрешения этого вопроса ставились опыты на кошках (Кеннон, Ньютон и Цвемер) в 1929 г. [35]. У животных денервировались надпочечники, а также печень и сердце. Такие животные подвергались эмоциональному возбуждению. Обычным приемом служил показ экспериментальной кошке лающей собаки. Оказалось, что денервированное сердце реагировало через 3 минуты после такого эмоционального раздражения значительным учащением своих сокращений. Это учащение обладало свойством последствия, т. е. длилось еще 8 минут после окончания раздражения. Такой эффект мог быть вызван только выделением симпатина, повышением содержания его в крови с постепенным последующим разрушением.

---

<sup>1</sup> Под катехоламинами понимают группу химических соединений, к числу которых относятся адреналин и норадреналин.



Такой опыт, а также и некоторые подобные ему опыты привели Кеннона и его сотрудников к убеждению, что и в физиологических условиях симпатин является важнейшим компонентом симпатического возбуждения.

### Гладкая мышца и ее свойства

Исследуя медиаторы симпатической системы, Кеннон не мог не обратить внимание на иннервируемые симпатическими волокнами элементы, а именно на гладкие мышцы.

В отличие от скелетной мышцы, строение и функция которой сравнительно легко поддавались изучению, о гладкой мышце в те годы известно было немного. Сведения о строении и функции гладкой мускулатуры, заложенной во внутренних органах, получались с большими затруднениями. Закономерности сократительной деятельности мышцы этого типа являются и по настоящее время предметом споров и разногласий среди исследователей. Наличие самостоятельной, автономной сократительной деятельности, структурной и функциональной организации гладких мышц в разных органах — все это приводит к тому, что реакции гладких мышц нестабильны, переменчивы, трудносравнимы друг с другом. Несоответствие представлений разных ученых начинается с трактовки иннервации гладких мышц.

Кеннон указывал, что нет данных о том, иннервируют ли симпатические и парасимпатические волокна одну и ту же гладкомышечную клетку, или симпатические волокна иннервируют одни клетки, а парасимпатические — другие.

Б. П. Бабкин в своей книге «Секреторный механизм пищеварительных желез» подчеркивает: «...вернее было бы предположить, что симпатические нервы иннервируют одну группу мышечных клеток, например в кишечнике, а блуждающий — другую, хотя непосредственного доказательства такого распределения не имеется» [17, стр. 468].

Кеннон и Бак проводили специальные морфологические исследования, но так и не дали определенного ответа на этот вопрос. Не стал вопрос яснее и в наши дни.

Что касается соотношений между нервными окончаниями и гладкомышечной клеткой, то Кеннон описывал следующую картину: «Симпатическое волокно, проходя к клетке, может проникать через оболочку и давать сеть в саркоплазме или образует перинуклеарное окончание (охватывающее ядро)». (Мы не беремся судить о достоверности таких находок. Проникновение нервных волокон в саркоплазму является спорным и в наше время.) Наиболее убедительными оказались данные Кеннона и Розенблюта о том, что из большого числа гладкомышечных клеток непосредственно нервные окончания получают лишь немногие. Кеннон считал, что одна клетка из 100 снабжена вегетативным нервным волокном. Как подчеркивал Розенблют, гладкая мышца принципиально отличается от скелетной отсутствием «двигательных единиц». (Под двигательной единицей понимают комплекс мышечных волокон, получающих иннервацию от одного аксона. Двигательная единица может состоять из различного числа мышечных волокон: от 3—6 в мышцах глазного яблока, до 2000 в икроножной мышце.) В любом случае каждое волокно поперечнополосатых мышц снабжено нервной терминалью. В отличие от скелетной мышцы гладкая мускулатура не организована по принципу двигательных единиц. Клетки плотно прилегают друг к другу. Иннервирующие клетки, которые Кеннон называл ключевыми, окружены огромной массой неиннервируемых клеток, находящихся в тесном контакте друг с другом.

Интересно отметить, что и в наши дни нет полной ясности в вопросе о том, как оканчиваются вегетативные нервы в гладких мышцах.

Р. С. Орлов в своей монографии «Физиология гладкой мускулатуры» (1967) пишет: «... так, мы не знаем, каково количественное взаимоотношение окончаний постганглионарных аксонов с иннервируемыми гладкомышечными клетками, а основываемся на гистологических данных Кеннона и Розенблюта (1937), считавших, что только небольшой процент гладкомышечных клеток имеет иннервацию» [36, стр. 29].

Такая своеобразная функциональная организация гладких мышц побудила Кеннона сделать предположение, что нервный импульс получает только одна гладкомышечная клетка из сотни (ключевая), остальные клетки возбуждаются в результате действия медиатора.

Ряд статей, а также раздел книги «Автономные нейро-эффекторные системы» [5] Кеннон посвятил изучению электрических явлений в гладких мышцах, сопоставлению их с механическим сократительным эффектом. Он испытывал действие медиаторов или подобных им веществ на электрические и химические процессы. Во всех случаях он проводил параллель между свойствами скелетных (сравнительно хорошо изученных) и гладких мышц. Кеннон пришел к выводу, что в скелетных мышцах электрические и механические явления неразделимы, тогда как в гладких мышцах удается получить электрический потенциал достаточной интенсивности, не сопровождаемый сокращением. Обилие химических реакций, сопровождающих передачу возбуждения от вегетативных нервов к гладким мышцам, создает больше возможностей для блокирования импульсов, обуславливает градуальные реакции и неподчинение комплекса вегетативного нерва и мышцы закону «все или ничего». В результате Кеннон приводит схему, в соответствии с которой происходит сокращение гладких мышц: 1) потенциал действия нерва; 2) освобождение медиатора; 3) комбинация медиатора с рецептивной субстанцией; 4) деполяризация поверхности гладкомышечной клетки, иннервируемой данным нервом; 5) диффузия в соседнюю клетку медиатора и соединение его с рецептивной субстанцией; 6) деполяризация прилежащих неиннервированных клеток; 7) проникновение медиатора в эти клетки; 8) комбинация медиатора с рецептивной субстанцией этих клеток; 9) сокращение клеток.

В ходе этих исследований Кеннон пришел к выводу, что после денервации гладкие мышцы становятся электрически невозбудимыми. Количество мышечных клеток, вовлекаемых в сокращение, зависит от силы раздражения; отсюда постепенность, градуальность реакций гладкомышечной ткани. Суммация возбуждений здесь обычное явление. Свойства гладкомышечных клеток переменны. Одни из них имеют рефрактерный период, другие — нет. Розенблют считал, что некоторые клетки способны проводить биоток, другие же реагируют только на химические вещества и не показывают никаких признаков электрической возбудимости и проведения возбуждения. Следовательно, гладкие мышцы очень гетерогенны (неоднородны). В общем, по мнению Кеннона и Розенблюта, вы-

сказанному в книге последнего «Проведение нервного импульса в нейроэффektorных контактах и периферических синапсах» [37], следует различать два вида гладких мышц. Первый вид — короткие клетки без признаков проведения импульсов. В этих клетках медиатор действует прямо на контрактильную систему, сокращая или ослабляя ее. Второй вид клеток — длинные, в которых медиатор вызывает импульсы, проводимые по клетке. Сокращение же следует за импульсом. Сократительный механизм в целом в гладких мышцах не был известен. Кеннон и Розенблют детально изучили соотношение электрических явлений, выделения медиатора и сокращения гладкой мышцы. Оказалось, что, в отличие от скелетной мышцы, где биоток неразрывно связан с сокращением, в гладкой мышце часто можно наблюдать биопотенциал, не сопровождаемый сокращением, или сокращение, которому не предшествует биопотенциал. По отношению к электрической стимуляции мышцы делятся также на два вида: одни дают ответ на одиночное раздражение, другие отвечают только на тетанизирующее. У первых спайки (биопотенциал) предшествуют сокращению. У вторых короткие спайковые потенциалы совпадают с сокращениями. Тетанические сокращения гладких мышц по характеру приближаются к тону скелетных мышц. При прямом электрическом раздражении электрически невозбудимые гладкие мышцы дают подобие ответа, представляющего собой прямую и примитивную реакцию протоплазмы, по характеру напоминающую контрактуру. Кеннон и Розенблют помимо электрофизиологических исследований проводили опыты по изучению реакции гладких мышц на действие фармакологических веществ. Было показано, что, если к стимуляции нерва присоединить введение адреналина, электрические ответы мышц могут исчезать. Эрготоксин снижает и электрический и механический компоненты ответа на стимуляцию нерва. Кокаин способствует увеличению электрического ответа, не изменяя заметным образом механического. Атропин снижает лишь механический ответ.

Рассматривая статьи и разделы книги Кеннона и Розенблюта по изучению гладких мышц, нельзя не прийти к выводу, что и эти работы поставлены и выполнены очень фундаментально. И хотя они и играют лишь вспомогательную роль в разрешении общей проблемы об

эфферентных нервах и медиаторах, по объему и полученным фактам могли бы иметь самостоятельное значение.

В последующие годы многие факты, полученные Кенноном и Розенблютом, оказались дополненными и расширенными. Изучены ионные сдвиги в гладких мышцах, некоторые отличительные особенности протекающих в них ионных реакций по сравнению с реакциями в скелетных мышцах. Как говорилось, наиболее систематизированные исследования свойств гладких мышц проведены Р. С. Орловым и описаны им в монографии «Гладкая мышца» [36].

В одной из глав книги Р. С. Орлов дает классификацию гладких мышц, углубленную по сравнению с классификацией Кеннона. К первой группе мышц он относит мышцы радужки, мигательной перепонки, мышцы мелких артерий. Они малочувствительны к растяжению, к действию ионов кальция и не обладают спонтанной активностью. Вторая группа включает в себя мышцы пищеварительного канала, матки, мочеиспускательного канала. Эти мышцы очень чувствительны к растяжению и действию ионов. В них хорошо выражена спонтанная, самопроизвольная активность. Они не дают реакций на одиночное раздражение.

В общем, Орлов не оспаривает механизма взаимодействия нервных импульсов и медиаторов, описанного Кенноном для гладких мышц. Однако Орлов в описании механизма действия адреналина и ацетилхолина на гладкие мышцы, используя современные средства исследований, пошел значительно дальше Кеннона и Розенблюта. Механизм различного действия адреналина (стимулирующего и тормозящего) на разные гладкие мышцы он описывает следующим образом. Адреналин действует на гладкую мышцу двояко. Конечный эффект при этом зависит от двух причин: во-первых, от того, каким образом выделяемая энергия будет распределена между сократительным механизмом клетки и механизмами мембраны, нуждающимися в доставке энергии; во-вторых, от тех изменений в мембране, которые могут приводить к последовательному увеличению скорости процессов метаболизма и изменений, являющихся результатом увеличенной проницаемости к ионам. «...В тех мышцах, в которых адреналин вызывает сокращение, преобладает его действие на мембрану и оно определяет конечный эффект. В других

видах гладких мышц преобладает метаболическое действие. Оно приводит к стабилизации мембраны, нарушению потенциалов действия и в конечном счете к расслаблению» [36, стр. 188].

Далее говорится о влиянии исходного состояния мышцы на результат действия медиатора: «...при низком исходном уровне мембранного потенциала ацетилхолин может вызывать не деполяризацию, а гиперполяризацию. При высоком уровне мембранного потенциала адреналин может вызывать деполяризацию мембраны» [36, стр. 196].

Приведенные цитаты позволяют видеть стремление оценить интимные механизмы действия медиаторов на гладкие мышцы, характерное для современных исследований.

Кеннон никогда не оставлял экспериментальных данных, не обобщив их и не придав им определенной общебиологической направленности. Проводя параллель между иннервацией и свойствами гладких и скелетной мышц, он увидел определенную аналогию. Вегетативное преганглионарное волокно передает в ганглий медиатор, который приводит к генерации импульса в постганглионарном волокне и завершается химическим процессом в гладкой мышце. Кеннон увидел в этом аналогию с организацией соматического эффектора. Импульс идет по соматическому нерву, вызывает образование медиатора в концевой пластинке; медиатор обуславливает возникновение импульса в волокне мышцы (как в постганглионарном вегетативном волокне). По мышце импульс проводится (как и по постганглионарному волокну), затем возникают химические сократительные реакции в скелетной мышце (как в гладкой). Итак, Кеннон представляет себе функциональную организацию соматического эффектора как редуцированный вегетативный эффектор. Единство функциональной организации казалось Кеннону проявлением общебиологического закона деятельности эфферентных систем.

Кеннон и Розенблют помимо гладких мышц изучали и железы. Они считали, что железистые клетки также иннервируются раздельно: одни из них получают симпатические волокна, другие — парасимпатические.

Электрические потенциалы, отводимые ими от желез, имели вид низкоамплитудных колебаний большой длительности.

Кеннон и Каттел пришли к выводу, что действие пилокарпина на слюнную железу делает неэффективным раздражение барабанной струны, а действие адреналина снимает эффект от раздражения симпатических волокон. Кеннон и Каттел [38] установили также, что биопотенциал, отводимый ими от слюнной железы, изменялся не в связи с изменениями кровенаполнения или движения секрета по протокам, а в связи с деятельностью самих железистых клеток. Надо сказать, что исследование иннервации желез заняло лишь небольшое место в работах Кеннона.

Анализируя представления Кеннона о структурной и функциональной организации автономной системы, Розенблют писал: «Кеннон утверждал, что два раздела автономной нервной системы организованы совсем по-разному. Парасимпатический отдел структурно и функционально приспособлен для дискретного (раздельного) контроля над иннервируемыми органами. Свойства главного медиатора этого отдела находятся в соответствии с этой ролью. Быстрое разрушение ацетилхолина препятствует его действию на соседние органы. Симпатический отдел предназначен для широко распространяющейся активности. Множество эффекторов при этом вступают в координированную деятельность. Этому способствует гипоталамический центр. Симпатическая система приводит в действие и надпочечник, выделяющий адреналин. Распространение симпатина посредством кровотока служит добавочным фактором, усиливающим симпатический, адреналиновый эффект. Выработка адреналина, по мнению Кеннона, также происходит в нервных клетках. В работе Кеннона и Лишпака (1939) [39] показано, что адреналин содержится в нервных симпатических стволах. Приготовленный из них экстракт действует на сердце лягушки, кровяное давление, радужную оболочку глаза, мигательную мембрану и небеременную матку так же, как действует сам адреналин.

Таким образом, Кенноном допускалась гипотеза о выработке адреналина нервными клетками и переносе аксоплазмой его небольших порций к синапсам.

## Действие медиаторов в центральной нервной системе

К 20—30-м годам в физиологию вегетативной системы все шире стала входить классификация Ленгли — Дейла нервных волокон по химическому признаку: адренэргические и холинэргические волокна вегетативной системы<sup>1</sup>. Было выявлено, что все преганглионарные волокна симпатической системы холинэргические. В составе некоторых симпатических постганглионарных волокон также встречаются холинэргические волокна (например, иннервирующие потовые железы) и т. д. Развитие идеи о химической передаче импульсов дало ряду ученых, в том числе и Кеннону, основание предполагать, что даже и в самой центральной нервной системе импульсы проводятся в синапсах с помощью медиаторов, например с помощью того же ацетилхолина. Косвенными доказательствами этого предположения Кеннон считал такие феномены в центральной нервной системе, как односторонняя передача импульсов, явления последействия, суммации и др. Примечательно, что Кеннон предполагал с научной прозорливостью наличие в нервной системе неизвестных медиаторов, обладающих кратковременным местным действием и быстро разрушающихся.

В наши дни электрофизиологические исследования различных структур головного мозга в сочетании с ионофоретическими, фармакологическими и гистохимическими методиками дают основание утверждать, что многие внутрицентральные синапсы функционируют с помощью медиаторов, в частности ацетилхолина и норадреналина. По мнению Экклса, в мозге «ацетилхолин образуется в результате синаптической активации». Однако при этом выделяется столь мало ацетилхолина, что в его образовании, очевидно, участвует лишь незначительная часть синапсов.

Помимо известных медиаторов медиаторными свойствами для внутрицентральных нейронов также обладают некоторые аминокислоты. Наиболее достоверен факт, что

---

<sup>1</sup> Ленгли в 1921 г. поделил волокна вегетативной системы на «холинофильные» и «адренофильные». Несколько позже Дейл дал другие названия волокнам: холинэргические и адренэргические. Эти названия и оказались общепринятыми.



тормозным медиатором в центральной нервной системе служит гамма — аминomásляная кислота. Подводя итог целому ряду работ, Экклс в своей книге «Физиология синапса» [40, стр. 10] говорит о внутрицентральных медиаторах, что, за исключением ацетилхолина, норадреналина, аминomásляной кислоты и, возможно, 5-окситриптамина, медиаторы еще не идентифицированы.

Постоянная работа Кеннона над вопросом действия гуморальных факторов в организме, исследования медиаторов симпатической системы и вызываемых ими эффектов привели его к убеждению, что внутрицентральные синапсы также выделяют медиатор и возбуждение и торможение в центральной нервной системе, таким образом, зависят от действия и взаимодействия медиаторов. Кеннон пришел к выводу, что природа торможения, где бы оно ни проявилось, всегда химическая и в основе его лежит действие тормозных медиаторов. Кеннон считал, что внутрицентральное торможение со временем будет объяснено и понято как процесс, имеющий в основе действие тормозных медиаторов.

В настоящее время не отрицается наличие химических тормозных процессов внутрицентральной нервной системы. В частности, выделение больших доз ацетилхолина способствует, как доказано, торможению. «Таким тормозящим веществом можно считать ацетилхолин, который, как известно, в определенных условиях производит торможение рефлекторных реакций», — писал И. С. Беритов. Однако же в целом Беритов приходит к выводу об ограниченном значении химических тормозных факторов: «Итак, гипотеза гуморального происхождения (центрального торможения, общего или реципрокного) не имеет под собой убедительных фактических оснований» [41, стр. 134].

В своей книге «Биология и нейрофизиология условного рефлекса» академик П. К. Анохин проанализировал возможные химические основы внутрицентрального торможения. Анохин указал на то обстоятельство, что у низших животных синапсы, как возбуждающие, так и тормозящие, являются холинэргическими. «Хотя эти соотношения и были найдены у улитки, — писал он, — но нет никаких оснований отрицать такую возможность и у высших животных» [42, стр. 315]. Однако в гипотезах о механизмах торможения, высказанных самим Анохиным, гу-

моральные факторы не занимают существенного места.

Последующие годы не принесли точных сведений о роли медиаторов в центральной нервной системе. Выявление этой роли — все еще задача будущего. В то же время расширились представления ученых, исследующих мозг в отношении содержания в некоторых структурах мозгового ствола адреналина, ацетилхолина, серотонина.

Большое значение для последующего изучения гуморальных регуляторов функции некоторых отделов мозга приобрели опыты Олдса, опубликованные в 1954 г. [43].

Как известно, опыты сводились к тому, что крыса с вживленными электродами в определенные структуры мозга приобретала возможность, нажимая лапкой на ключ электрической цепи, посылать в собственный мозг электрические раздражающие импульсы. Было установлено, что в мозге крысы имеются так называемые центры поощрения. При вживлении электродов в эти центры крыса начинала самораздражение и длительное время с необычной активностью, порою доводящей ее до полного истощения, нажимала на ключ, получая, по-видимому, положительные эмоции. При вживлении электродов в другие центры, получившие название «центры наказания», крыса, нажав однажды на ключ, прекращала самораздражение, всем своим видом выражая отрицательные эмоции.

Эти опыты Олдса внесли в науку представления о наличии центров определенных эмоций, от которых зависит соответствующее поведение. Но самое главное в экспериментах Олдса заключалось в том, что он предложил методику самораздражения, которая в настоящее время широко используется для изучения роли структур мозга в поведенческих реакциях различных нервных и гуморальных внутрицентральных механизмов.

Во многих лабораториях мира на основе экспериментов с самораздражением, а также с помощью биохимических и гистохимических методик изучают адренэргические, холинэргические и серотонинэргические структуры мозга. Опыты с самораздражением и сопутствующие биохимические исследования мозга, введение симпатомиметических веществ позволяют все глубже вникать в механизмы гуморальных внутрицентральных взаимодействий.

Фундаментальные исследования, посвященные вопросам роли гуморальных передатчиков (трансмиссоров) в ре-

ализации поведенческих реакций, роли гормонов надпочечника и других веществ, проводятся в Венгрии учеником Кеннона академиком Лишшаком и его сотрудниками [44].

Таким образом, в настоящее время все еще нет точных данных о характере и механизмах действия внутрицентральных синаптических медиаторов, не установлена их роль в передаче импульсов с одного нейрона на другой. Однако при этом гуморальные механизмы в целостных поведенческих актах поддаются изучению и являются вполне доказанными.

Огромная сложность гуморально-химических процессов, протекающих в нервной ткани в связи с ее функциональной активностью, делает этот раздел физиологии неисчерпаемым для дальнейших исследований. Работы Кеннона, главным образом гипотезы, высказанные им относительно особой роли медиаторов разного рода в деятельности центральной нервной системы, заложены в основе всей этой проблемы, проблемы, которая растет и ширится в наши дни.

### **Действие фармакологических веществ на эфферентные системы**

Еще в середине прошлого столетия учеными были выделены фармакологические препараты, так или иначе влияющие на эфферентные системы. Кеннон и Розенблют, подходя к вопросу об эфферентных системах с многосторонней оценкой их деятельности, проводили испытание воздействия на эфферентные системы организма различных химических и фармакологических веществ. Для того чтобы установить механизм их действия на ткани, Кеннон выделил основные этапы процессов, происходящих в эфферентных системах. Эти этапы следующие: 1) проведение нервного импульса в преганглионарном волокне; 2) постганглионарный импульс; 3) выделение нервным окончанием медиатора; 4) взаимодействие медиатора с рецептивной субстанцией ткани; 5) специфический тканевый процесс — сокращение мышцы или выделение секрета железой (если исследуется свойство вегетативного нерва, иннервирующего железу).

Кеннон считал, что есть химические вещества неспецифического действия. Они действуют на гладкую мышцу независимо от того, иннервируется ли она симпатической или парасимпатической системой, как, например, гистамин. Кроме того, имеется большая группа специфических веществ избирательного (селективного) действия, их можно условно поделить на симпатомиметические и парасимпатомиметические. Сами медиаторы действуют в схеме Кеннона на звено — 4, гистамин — на звено — 5. Никотин, действие которого описал Ленгли, действует на ганглии до звена — 2. В зависимости от концентрации он может стимулировать или блокировать как симпатические, так и парасимпатические импульсы, проводимые через ганглии. Целый ряд аминов, по данным Дейла, как пишет Кеннон, действует в звене — 4. Разнообразные вещества, блокирующие проведение импульса, действуют в звене — 3, или — 4, или — 5. Кураре препятствует передаче от первого ко второму. В большей концентрации это же действие оказывают калий и ацетилхолин.

Поскольку нервные импульсы не имеют качественных различий, специфичность начинается лишь с звена — 3 указанной схемы. Атропин парализует мускариноподобное действие ацетилхолина (т. е. передачу ацетилхолином возбуждения в ганглиях). Следует отметить, что еще задолго до описания ацетилхолина были выявлены свойства атропина как вещества, имеющего отношение к нервным окончаниям. Еще в 1870 г. Шмидебергер показал, что атропин блокирует передачу нервного импульса с блуждающего нерва на сердце.

В своих работах Кеннон отмечает разницу в действии атропина. Последний подавляет парасимпатические влияния на сердце, слюноотделение, сфинктер радужной оболочки, но лишь слабо подавляет или не действует на подвижность желудочно-кишечного тракта, на мочевой пузырь. В целом блок реакции парасимпатических систем, вызываемый атропином, начинается за звеном — 3. Атропин препятствует вводимому извне ацетилхолину, но слабо действует на его медиацию — выделение ацетилхолина нервными окончаниями, так как, по данным Кеннона, Дейла и др., ацетилхолин выделяется нервными окончаниями в гладких мышцах внутриклеточно и находится в интимной связи с воспринимающим его субстратом.

К симпатическим блокаторам Кеннон относил пипери-

динометилбензодиоксан — 933 и эрготоксин. Еще в 1906 г. Дейл показал, что эрготоксин блокирует передачу симпатического импульса на эффекторы. Оба эти вещества блокируют только стимулирующие органы реакции, связанные с возникновением симпатина *E* (по Кеннону), и неактивны в отношении тормозящего симпатина *I*. Кеннон писал, что эрготоксин действует позади звена — 3. Действие вещества — 933 подобно действию атропина на парасимпатический медиатор, так как блокирует избыток симпатина или адреналина в крови, но не может блокировать связь симпатина с рецептивной субстанцией. Кокаин известен как вещество, повышающее длительность действия симпатонов и адреналина. Кеннон указывал, что механизм такого действия кокаина неизвестен. В настоящее время принято считать, что кокаин тормозит разрушение адреналина аминоксидазой (Барлоу и др.) [45].

Подробное ознакомление с работами Кеннона по изучению симпато- и парасимпатомиметических веществ, как нам кажется, и в наши дни должно представлять интерес для фармакологов.

### **Биологическое значение функций симпатической и парасимпатической систем**

Научные исследования, проводившиеся Кенноном, всегда отличались глубиной разработки проблемы, четкостью и бесспорностью получаемых фактических данных. Еще одной характерной чертой Кеннона как ученого являлось стремление к созданию общепарафизиологических теоретических концепций, попытка увидеть в изучаемых явлениях общие закономерности. Разумеется, для того, чтобы обобщить огромное число опытов, создать на их основе целостную гипотезу, разместив и сопоставив с ее помощью все факты таким образом, чтобы они не противоречили друг другу, логически дополняли друг друга, требуется талант мыслителя, огромная общая эрудиция и, наконец, свободное время. Обо всем этом Кеннон писал в книге «Путь исследователя».

Ключом к широкому пониманию описываемых процессов явился особый подход Кеннона. Ученый всегда исходил из представлений о биологической целесообразности физиологических функций. Эти функции длительно

формировались в ходе эволюционного развития организмов, в ходе естественного отбора. Представление о целесообразности процессов в их совокупной направленности помогало Кеннону не только осмыслить открываемые им явления, но также строить программу последующих исследований, ставить задачи, строить прогнозы.

Кеннон рекомендовал своим коллегам и ученикам в оценке данных исходить из телеологических позиций, имея в виду под телеологией не религиозно-мистические установки на «богом созданную целесообразность» всего существующего, а естественнонаучную позицию, исходящую из наличия целесообразности как дара эволюции.

Проанализировав данные других ученых о парасимпатической и симпатической системах, а также материалы своей Гарвардской лаборатории, Кеннон вместе с Розенблютом делают выводы о биологическом значении вегетативных эфферентных систем, об их соотношении в регуляции функции организма. Парасимпатическая система своей деятельностью обеспечивает состояние покоя, а также восстановление затраченной энергии. При преобладающих влияниях парасимпатической системы в значительной мере осуществляется ресинтез веществ, например отложение гликогена в печени, усиленно функционируют пищеварительные железы, в должной степени выражены моторика пищеварительного тракта, всасывание. Сердце работает не в полную силу, периферические сосуды в некоторых областях тела расширены, что помогает диффузии веществ через капиллярную стенку в ткани. Медиатор парасимпатической системы по характеру — местного, а не дистантного действия, так как он (ацетилхолин) быстро расщепляется (холинэстеразой), следовательно, реакции, обусловленные ацетилхолином, кратковременны. Роль ацетилхолина в передаче нервного импульса в самом нерве несомненна. Так считал Кеннон.

В настоящее время ионно-мембранные механизмы проведения импульса достаточно изучены и утверждение о решающей роли ацетилхолина в нервном проведении можно считать необоснованным. Однако, по представлению А. В. Кибякова и некоторых других исследователей, ацетилхолин может играть роль в передаче «безимпульсных» влияний на иннервируемый субстрат (как, например, это имеет место в скелетной мышце, где синаптическое выделение минимальных порций ацетилхолина —

квантов — осуществляет вид нервного возбуждения и играет, по-видимому, роль в трофике мышцы).

Кибяков писал также о том, что «тоническая и автоматическая деятельность в естественном состоянии организма всегда нервного происхождения. Тонические сокращения гладкой мышцы в организме животных обусловлены влиянием медиаторов, освобождающихся при рефлекторном воздействии или в условиях покоя. Механизм безимпульсных влияний нерва определяется постоянной квантовой секрецией медиатора в его окончаниях» [46, стр. 122].

В работах Кибякова и его сотрудников обобщены данные других авторов и получены собственные материалы о контроле парасимпатических влияний со стороны гормонов поджелудочной железы, показано уменьшение выделения ацетилхолина и снижение интенсивности парасимпатических реакций при удалении в экспериментах большой массы поджелудочной железы.

Как уже говорилось, основу работ Кеннона составляли исследования симпатической системы. Биологической роли симпатической системы в реакциях организма Кеннон уделил особое внимание. Он отмечал, что симпатическая система имеет большую по сравнению с парасимпатической протяженность и более широкое распространение в организме, охватывая по существу все ткани. Медиатор симпатической системы стоек, может циркулировать в крови длительное время, усиливая дистантное генерализованное действие симпатической системы. Кроме внутренних органов симпатические нервы иннервируют сосуды (везде, где они проходят), гладкие мышцы (в этом вопросе Кеннон ссылается на опыты, вышедшие из лаборатории Орбели, о чем будет сказано ниже).

Единство функциональной направленности симпатической системы и мозгового вещества надпочечника дало основание Кеннону говорить о симпатико-адреналовой системе. Симпатико-адреналовая система стоит на страже гомеостаза. Существование десимпатизированных животных может быть обеспечено лишь в искусственных лабораторных условиях. У таких животных нет ни совершенной терморегуляции, ни необходимой степени стабильности всех констант внутренней среды. Особую роль симпатическая система играет при внешних воздействиях

на организм, могущих вызвать тяжелые последствия. Адреналин, названный Кенноном гормоном «битвы или бегства», в сочетании с симпатинами выделяется в этих случаях в значительных количествах. Возбуждение симпатико-адреналовой системы неотделимо от возбужденного состояния всего организма. Всем хорошо знаком внешний вид пришедшего в ярость животного: расширенные зрачки, шерсть, поднятая дыбом, учащенное дыхание, сердцебиение. Исследование функций всех систем показало, что при этом происходит перераспределение крови. В тканях внутренних органов артериолы — мелкие артерии — суживаются, кровенаполнение их уменьшается. В то же время избыток крови вытесняется в растянутые сосуды скелетных мышц и, таким образом, их кровенаполнение увеличивается.

Расширение коронарных сосудов способствует полноценной функции сердечной мышцы. Расширение бронхов обеспечивает лучшую вентиляцию легких. Выход из печени глюкозы в результате усиленного гликогенолиза способствует эффективности мышечной энергетики.

Все обменные процессы в организме приобретают катболическую направленность (т. е. расход энергии превышает ее накопление — кумуляцию). Организм при возбуждении симпатико-адреналовой системы мобилизуется таким образом, чтобы обеспечить возможность активной реакции на новый опасный раздражитель — вступить в драку или обратиться в бегство.

В ходе совместных исследований механизмов общего возбуждения организма при сильных раздражениях Кеннон и Розенблют уделили особое внимание взаимодействию адреналина, выделяемого надпочечниками, и симпатинов, вырабатываемых в тканях окончаниями симпатических нервов. Кеннон считал, что при возбуждении эмоционального характера адреналин поступает в сосудистое русло быстро, так как надпочечник получает импульс непосредственно от преганглионарного симпатического волокна, в то же время симпатин выделяется замедленно, так как он формируется в тесном контакте с содержимым гладкомышечных или железистых клеток и должен для выхода в кровоток пройти ряд мембран. Кроме того, в тех областях, где выделяется симпатин, имеет место сужение сосудов под действием симпатических импульсов, что также затрудняет проникновение симпатина в кровь.



В противоположность этому эффекту, как пишет Кеннон, «стимуляция чревного нерва приводит к расширению сосудов надпочечников, и адреналин беспрепятственно проникает в кровоток» [5, стр. 75].

Расширения сосудов надпочечника обусловлены тем, что преганглионарное окончание симпатического нерва, иннервирующего надпочечник, выделяет ацетилхолин (как все преганглионарные симпатические волокна в симпатических ганглиях) и ацетилхолин одновременно расширяет сосуды органа и способствует выработке адреналина клетками мозгового вещества.

Симпатин освобождается в крови при всех чрезвычайных для животных обстоятельствах, в числе которых Кеннон называл охлаждение, инсулиновую гипогликемию, боль и т. д. Путем многочисленных опытов с взаимодействием симпатина и адреналина в организме животных Кеннону, Розенблюту и др. удалось доказать, что вещества эти дают высокий суммационный эффект, превышающий простую арифметическую сумму действий того и другого. Розенблют показал этот феномен, проводя математическую обработку кривых взаимодействия этих веществ по отношению к различным тестируемым функциям. «Ясно, что локально выделяемый симпатин, циркулирующий симпатин и циркулирующий адреналин — все работают вместе, объединяя и синхронизируя действия симпатической системы», — писал Кеннон [5, стр. 83].

Парасимпатические влияния особенно эффективны для локальных реакций частного значения. В отношении места выработки ацетилхолина Кеннон и Розенблют присоединялись к авторам, считавшим, что медиатор синтезируется в нервных клетках, спускается по аксонам и, дойдя до синапсов, выделяется под действием идущего по нерву импульса. Различные авторы подтверждали такое предположение, выделив ацетилхолин из нервных стволов. Это позволило Фултону и Нахманзону [47] предположить, что импульс передается по нервному стволу, также имея в основе движение ацетилхолина. Оспаривая это утверждение, Леви в 1944 г. [14] показал, что на проведение импульса по нервному стволу не влияет ни эзерин, ни простигмин, чем поставил под сомнение роль ацетилхолина в проведении биотока по нервам.

Говоря о работах Кеннона и Розенблюта по исследованию функции симпатической системы, было бы, как нам

кажется, упущением не упомянуть о трудах, посвященных той же проблеме, вышедших из лабораторий нашего соотечественника — крупнейшего физиолога Леона Абгаровича Орбели.

## Кеннон и Орбели

Симпатическая система стала привлекать Л. А. Орбели еще на первых этапах его творческого пути. Л. Г. Лейбсон [48] приписывает это обстоятельство тому, что Орбели в свое время работал в Англии под руководством Ленгли, а Ленгли, как известно, являлся одним из основоположников исследований функций вегетативной, и в частности симпатической, системы. С годами исследования Орбели, касавшиеся характера симпатических влияний на ткань, расширялись. В основу своих исследований Орбели положил трофическую функцию симпатической системы. Это направление, несомненно, восходило к ранним работам учителя Орбели — И. П. Павлова. Напомним, что еще в 1883 г. Павлов описал в своей диссертации центробежные нервы сердца, выделив среди них так называемый усиливающий нерв. Дальнейшая разработка этого вопроса укрепила убежденность Павлова в наличии нервных влияний особого рода, так называемых трофических. Трофические влияния обеспечивают должный уровень обмена веществ в ткани, в частности в мышце, и меняют ее дееспособность в зависимости от потребностей организма.

Позже Павлов сформулировал представление о трех видах эфферентных влияний нервной системы на иннервируемые ткани. К этим влияниям он относил: пусковое (начало активной деятельности — сокращения мышц, секреции желез), сосудодвигательное (расширение или сужение сосудов в целях обеспечения нужного уровня кровоснабжения) и, наконец, трофическое влияние (непосредственная регуляция нервами обмена веществ в ткани). По свидетельству Лейбсона, Орбели слышал доклад Павлова на эту тему в 1920 г. В то же время он начал особенно интенсивно заниматься исследованиями свойств симпатической системы [48, стр. 117]. Работы, в которых выявлялась роль симпатических влияний, были проведены широким фронтом. К тому времени другими авторами

были хорошо изучены влияния симпатических нервов на внутренние органы. Оценивая полученные данные, Орбели отметил, что в тканях, обладающих самостоятельной активностью, в силу автоматии симпатическая система изменяет уровень этой активности.

Логично было бы предположить, что и в скелетной мышце, приводимой в действие «пусковыми» соматическими нервами, может изменяться уровень активности под влиянием симпатических импульсов. Этот факт и был установлен в лаборатории Орбели.

Орбели и его сотрудники доказали в опытах, получивших впоследствии широкую известность, что раздражение симпатических нервов снимает утомление скелетной мышцы и восстанавливает ее работоспособность [49]. В последующих экспериментах было установлено, что мышечное утомление устраняется симпатической стимуляцией не из-за вазомоторного эффекта. Для этого сосуды мышцы заполнялись вместо крови жидким вазелином. Однако и в этих условиях раздражение симпатического ствола устраняло мышечное утомление, вызванное длительной стимуляцией соматического нерва. Эти опыты расширили представление о симпатической системе, так как до того времени, как они были опубликованы, вопрос о влиянии вегетативных нервов на скелетную мускулатуру фактически не ставился.

Кеннон цитировал работу Орбели относительно трофического влияния симпатических нервов на скелетную мышцу. Из лабораторий Орбели помимо этих исследований продолжали выходить все новые данные, расширявшие сведения о симпатических влияниях на различные функции организма. А. В. Тонких показала, что десимпатизация влияет на спинальные рефлексy, следовательно, симпатическая система играет трофическую роль для функций спинного мозга [50].

Отметив, что периферические органы чувств имеют весьма колеблющийся уровень возбудимости, Орбели стал исследовать роль симпатических нервов в чувствительности специфических рецепторов. Для этой цели оказались доступными чувствительные аппараты языка.

Гистологические исследования выявили, что от вкусовых луковиц наряду с толстыми вкусовыми волокнами, несущими импульсы в центры, отходят также тонкие волокна, функция которых оставалась неизвестной. В ла-

боратории Орбели была установлена принадлежность этих тонких волоконцев к симпатической системе, а также и то, что их раздражение изменяет уровень возбудимости вкусовых периферических рецепторов. Таким образом, оказалось, что симпатические нервы принимают участие в адаптивной функции рецепторов.

Исследования Э. А. Асратяна, проводившиеся на собаках после экстирпации у них шейных симпатических ганглиев, выявили значение симпатической системы для осуществления условнорефлекторной деятельности. У собак с паруженной симпатической иннервацией головы условные рефлексy хуже вырабатывались и отличались определенной дефектностью [51].

Так, Орбели и его сотрудники расширили рамки представления о роли симпатической системы, показали ее универсальность. Все опыты Орбели по изучению свойств симпатической системы привели его к выводам о том, что назначение симпатической системы — обеспечивать приспособление каждого органа к определенному уровню энергетических затрат. Это приспособление осуществляется за счет повышения или понижения энергетических расходов, связанных соответственно с повышением или понижением окислительных реакций. Все эти свойства и особенности деятельности симпатической системы Орбели назвал адаптационно-трофическими.

Логическим продолжением исследования трофических нервных влияний послужили работы по изучению роли мозжечка. Орбели и его сотрудники, используя методики раздражений, полных или частичных экстирпаций, изучили роль мозжечка в деятельности различных систем организма. В конечном итоге был сделан вывод, что мозжечок координирует и приспособляет деятельность скелетной мускулатуры, а также многих внутренних органов к условиям текущего момента, в реализации его влияний на периферию играет решающую роль симпатическая система.

Таким образом, мозжечок, в представлении Орбели, оказался как бы высшим органом, координирующим трофику организма в целом и трофику отдельных его систем. Сложные соотношения, осуществляемые по типу двусторонних влияний мозжечка и симпатической системы, описаны в работах Орбели в форме гипотезы, требующей дополнительных подтверждений.

Сопоставляя труды Кеннона и Орбели по физиологии симпатической системы, мы видим разные аспекты исследований, проводимых этими двумя учеными. Ссылки в работах каждого из них на творчество другого минимальны. Так, Орбели ссылается на Кеннона, лишь упоминая его труды в литературном указателе. Кеннон приводит опыт Орбели — Гиницинского, не придавая, впрочем, ему особого значения. Остается загадкой причина такой разобщенности ученых, работавших над одной и той же темой. Частичное объяснение мы находим в книге Лейбсона, который вспоминает, что работы Орбели длительное время не были известны за границей [48, стр. 127].

Труды Кеннона, однако, были вполне доступны Орбели. Нет никаких следов личных контактов этих двух ученых. Обращает на себя внимание тот факт, что, посещая лаборатории американских физиологов во время XIII Международного конгресса физиологов в США в 1929 г., Орбели писал, характеризуя американскую физиологию: «Хотя работало много лиц, и в очень хороших материальных условиях, по в силу недостатка школы, в силу недостатка опытности больше ограничивались сравнительно мелкими вопросами (отдельные детали, правда, с очень хорошей методикой). Крупных систематических исследований до недавнего времени в Америке не было. Только в последние годы мы встречаем несколько больших школ, в которых действительно ведется строго систематическое исследование какого-нибудь большого отдела физиологии» [48, стр. 195].

Орбели не поясняет последней фразы. Возможно, говоря о солидных научных школах, он и имел в виду Кеннона и его Гарвардскую лабораторию. Ведь уже в 20-х годах Кеннон приобрел известность во многих странах и имел много учеников, а исследования в Гарвардской лаборатории велись планомерно, образцово как в методологическом, так и в методическом отношении. Напомним, что еще в 1911 г. вышла монография Кеннона «Механические факторы пищеварения», подытожившая множество мастерски проведенных экспериментов на эту тему. Ничего другого в работах Орбели о трудах Кеннона не сказано. Итак, вызывает сожаление разобщенность в работе этих двух замечательных ученых. Научный контакт их, несомненно, оказал бы плодотворное влияние на каждого из них.

Сопоставляя основные взгляды Кеннона и Орбели на роль симпатической системы, можно отметить известную разницу. Для Кеннона симпатическая система — организатор рациональных реакций организма прежде всего на сильно действующие внешние факторы. Через посредство симпатической системы реализуются внешние проявления эмоций. Она же обеспечивает новый уровень энергетических затрат при возникновении критических ситуаций. Симпатическая система — постоянный регулятор гомеостаза.

Для Орбели симпатическая система — универсальный для всех органов организма трофический аппарат, от которого зависит приспособление их деятельности к данным условиям.

Есть ли противоречия в этих представлениях? Нам кажется, что нет. Хотя проблема рассматривается как бы в разных плоскостях, основные факты, полученные авторами, сходны и выводы, сделанные ими, однонаправленны.

Интересы Кеннона и Орбели пересеклись в дальнейшем еще в одной точке, сошлись на другой проблеме — денервации тканей и ее последствиях. Об этом будет сказано в следующей главе.

### **Повышение чувствительности денервированных структур (закон денервации Кеннона — Розенблюта)**

С давних пор физиологи пользовались перерезкой нервов с целью изучения роли нервной системы в деятельности того или иного органа. Таким образом, методика денервации прочно вошла в арсенал физиологических исследований.

В свою очередь врачам разных специальностей: хирургам, невропатологам — нередко приходится сталкиваться с денервацией. Травмы, особенно в военное время, часто сопровождаются повреждениями нервных стволов, в результате чего конечности или отдельные мышцы оказываются денервированными.

Следовательно, практическая медицина всегда заинтересована в изучении последствий денервации органов.

Наблюдения давно показали, что денервированные ткани подвергаются резким изменениям. Опыты с денервацией, проводившиеся в свое время Ф. Можанди, заложили основы представлений о трофической функции нервной системы, развиваемые в дальнейшем разными учеными.

Проблема нервных воздействий на трофику и по настоящее время является далеко еще не разрешенной и вполне актуальной в экспериментальной и клинической медицине.

Изменения обмена веществ в денервированных тканях сложны и многообразны. Они и во времена Кеннона служили предметом тщательного изучения в различных лабораториях.

Кеннон первоначально использовал денервацию, особенно десимпатизацию, как уже говорилось, со специаль-

ными целями, изучал эфферентные влияния симпатической системы и их интимные механизмы.

В лабораториях Кеннона была достигнута виртуозная техника десимпатизации в стерильных условиях. Удалялись почти полностью симпатические узлы. По мере необходимости наряду с этим проводилось регионарное удаление симпатических узлов, например, только грудного или только поясничного отдела. После операции ставились хронические опыты. Животные подвергались исследованиям в течение длительного времени, а порой и годами. Вначале свойства денервированных структур не служили предметом изучения Кеннона и его сотрудников. Однако изменения свойств тканей, связанные с денервацией, были настолько значительны, что они привлекли внимание Кеннона и стали специально исследоваться в его лабораториях. Работы по этой проблеме начали приносить интересные результаты. Фронт этих работ ширился. Так выросла новая самостоятельная проблема, которая разрабатывалась Кенноном и его многочисленными учениками и сотрудниками не менее эффективно, чем другие проблемы (моторика пищеварительного тракта, роль симпатической нервной системы и т. д.). Но Кеннон по-особому подошел к изучению свойств денервированных тканей. Его интересовали не те морфологические и химические сдвиги, которые в них наблюдаются, а изменения функционального характера.

На основании многочисленных опубликованных статей, в которых вопросы чувствительности денервированных структур затрагивались косвенно, а также на основании работ, выполненных со специальными целями, Кеннон и Розенблют в 40-х годах начали писать книгу о законе денервации. Смерть Кеннона, последовавшая 1 октября 1945 г., прервала эту работу. Выдающийся физиолог Артуро Розенблют, с которым Кеннон особенно много сотрудничал, изучая чувствительность денервированных органов, дополнил и дописал запланированную Кенноном книгу. Она вышла уже после смерти Кеннона в 1949 г. [1], затем была переведена на русский язык и издана в 1951 г. [2] под названием «Повышение чувствительности денервированных структур» (в русском переводе книга несколько сокращена).

В предисловии редактор книги Х. С. Коштоянц подробно осветил состояние вопроса к 1950 г. Он указал на



то обстоятельство, что еще в последней трети прошлого столетия многие русские исследователи занимались изучением свойств денервированных органов и тканей (Н. Н. Рогович, И. Цион, Н. О. Ковалевский). В дальнейшем, представители советской физиологии также не утратили интереса к этой теме, что вытекает из прилагаемой Х. С. Коштоянцем библиографии. Выдающиеся работы по изучению свойств некоторых денервированных тканей принадлежат, в частности, Л. А. Орбели, о чем будет сказано ниже. С нашей точки зрения, литературные данные об истории изучения результатов денервации следует дополнить также упоминанием о работах Н. А. Миславского, В. В. Чирковского и И. А. Щербакова. Эти авторы проводили денервацию глаза кошки, а затем раздражали седалищный нерв и наблюдали, что зрачок денервированного глаза расширяется сильнее, чем зрачок интактного глаза. Опыты эти были проделаны в Казани еще в 1904 г. В заключение своего предисловия Коштоянц отдал должное большим заслугам Кеннона в физиологии, и в частности в таком вопросе, как исследование свойств денервированных тканей.

Излагая в настоящей главе работы Кеннона и его сотрудников по вопросу об изменениях в денервированных тканях, мы, естественно, не можем осветить всю проблему. Ей посвящены труды целых институтов и больших научных коллективов. Поэтому рассмотрим лишь некоторые работы других исследователей, в основном придерживаясь обзора, представленного Кенноном и Розенблютом в их книге [1, 2] и статьях.

Как указывал Кеннон, еще в опытах Будге, проделанных в 1855 г., опытах Шиффа (1868) и Эдерса (1869) авторам удалось наблюдать, что после десимпатизации, выполненной в разных вариантах в отношении места перерезки симпатических стволов, сокращение мышц радужной оболочки глаза на десимпатизированной стороне проявлялось при соответствующих раздражениях в более выраженной форме, чем на интактной стороне (зрачок на оперированной стороне расширялся сильнее, чем на неоперированной).

В России изучением зрачковой реакции после денервации занимался Н. О. Ковалевский. Кеннон приводит одну из работ Ковалевского (1886), в опытах которого показано повышение после десимпатизации чувстви-

ности радужной оболочки к вдыханию хлороформа. Ковалевский выявил также, что перерезка постганглионарных симпатических волокон сенсibilизировала мышцу радужки по отношению к различным воздействиям сильнее, чем перерезка преганглионарных волокон [3]. В дальнейшем о подобного рода экспериментах сообщали и другие экспериментаторы.

В 60—70-х годах оживленная дискуссия стала разгораться вокруг феномена, описанного ранее Филиппо и Вульпиано. Феномен этот заключался в следующем: если у кошки перерезать подъязычный нерв (*n. lingualis*), который иннервирует мышцы языка и обуславливает их сокращение, то наступает двигательный паралич языка. Спустя некоторое время после такого вмешательства сокращения парализованных мышц языка все же можно вызвать раздражением другого нерва — барабанной струны (*chorda timpani*). В нормальных условиях этот нерв никакого отношения к сокращениям мышц не имеет, так как содержит лишь чувствительные, а также сосудорасширяющие и секреторные волокна.

Описанный в 1863 г. Филиппо и Вульпиано [2] эффект долго являлся загадкой для ученых. Этот феномен повторяли и пытались по-разному объяснить многие физиологи, в том числе И. Цион [4], Р. Гейденгайн [5] и т. д.

Подобные явления реакции мышц после денервации парадоксального характера обнаружили также Рогович в 1885 г. [6] и Шеррингтон в 1894 г. [7] на других органах.

Рогович перерезал у собаки лицевой нерв (*n. facialis*) — мышцы морды собаки оказывались парализованными со стороны перерезки. По прошествии нескольких дней Рогович раздражал симпатический ствол на шее этой собаки и наблюдал сокращение мышц лицевой части черепа. При сохранении иннервации лицевой мускулатуры раздражение симпатического ствола никогда не вызывало двигательного эффекта.

Шеррингтон избрал для своих опытов заднюю конечность собаки. Он перерезал передние корешки спинного мозга, несущие к конечности двигательные нервы, после чего конечность оказывалась полностью парализованной. Затем через неделю и позже раздражал симпатические ветви, идущие к этой конечности, а также отмечал, что

скелетные мышцы конечности сокращались. Эти опыты казались необъяснимыми. Они пробудили интерес исследователей к изучению свойств денервированных тканей и их реакций на различные воздействия.

В 1922 г. было показано, что после денервации скелетных мышц они начинают усиленно реагировать на ацетилхолин.

Все эти разрозненные факты, как представлял себе Кеннон, не объясненные достаточно убедительно их авторами, нашли, наконец, объяснение после формулирования Кенноном и Розенблютом закона повышения чувствительности денервированных структур. Для того чтобы обосновать и сформулировать этот закон, необходимо было провести исследования свойств самых разнообразных органов и тканей после их денервации.

### **Экспериментальный подход Кеннона и Розенблута в проблеме денервации**

Ткань денервируется по-разному. Можно перерезать преганглионарные волокна, оставляя ткань связанной с ближайшим вегетативным ганглием. Такой способ денервации Кеннон называл децентрализацией. Можно перерезать постганглионарные волокна. По Кеннону, это вмешательство и называется денервацией.

Ученые, задолго до Кеннона исследовавшие свойства денервированных тканей, иногда констатировали повышение их чувствительности. Однако такие опыты были разрозненными, чаще всего являлись побочными наблюдениями тогда, когда авторы ставили эксперименты с другими целями. При этом не удалось выяснить, какие стороны чувствительности тканей изменяются. Кеннон, в отличие от других исследователей, считал, что необходимо вопрос о чувствительности денервированных структур сделать предметом специальных исследований. Кроме того, он старался установить определенные параметры чувствительности — реактивности тканей, с тем чтобы всесторонне оценить их свойства после денервации. Кеннон писал, что «было установлено 4 типа повышенной чувствительности: 1) амплитуда сокращений не изменяется, но увеличивается их длительность; 2) стимулирующий агент становится надпороговым вследствие

понижения порога ткани — имеет место повышенная возбудимость; 3) подпороговое раздражение вызывает сокращение нормальной амплитуды — наблюдается повышенная восприимчивость; 4) увеличивается способность к реагированию, т. е. имеет место повышенная реактивность» [1, стр. 41]<sup>1</sup>. Давая такие определения, Кеннон ставил своей задачей количественно охарактеризовать изменения в денервированных тканях там, где это возможно.

### **Повышение чувствительности гладких мышц и желез после денервации**

Мигательная перепонка и радужная оболочка глаза кошки с давних пор стали служить тест-объектами на содержание в крови адреналина или подобных ему веществ.

В результате опытов было установлено, что как после симпатической децентрализации, так и после симпатической денервации мигательная перепонка глаза кошки становится особенно возбудимой по отношению к вводимому адреналину. В 1932 г. Розенблют и Кеннон [8] показали также, что мигательная перепонка сенсibilизирована и к действию симпатина, выделяемого сердцем, печенью или иными органами организма при раздражении симпатических нервов. Интересна и оригинальна постановка опытов этой серии, выполненных Кенноном и Розенблютом. У кошки предварительно денервировалась мигательная перепонка. По прошествии нескольких дней ставились опыты с раздражением симпатических нервов, иннервирующих различные органы. При этом, как было доказано ранее Кенноном и Розенблютом, в кровь выделяется симпатин. Мигательная перепонка сенсibilизированного денервацией глаза быстро реагировала на самые незначительные его количества. Интактная перепонка второго глаза служила контролем.

Следующим вопросом, на который Кеннон искал ответ, была реакция денервированной мигательной перепонки на адреналин, выделяемый в организме при эмоциях.

---

<sup>1</sup> Нам представляется, что нет оснований разграничивать пункты 2 и 3; и в том и в другом случае речь идет о повышении возбудимости ткани.

Оказалось, что денервированная перепонка реагировала сильнее интактной на эмоциональное возбуждение, гипогликемию и охлаждение организма, т. е. на ситуации, при которых в организме выделяется адреналин.

В работах других авторов, выполненных раньше, чем Кеннон и Розенблют стали экспериментировать с денервированными тканями, не ставился вопрос о том, чем отличаются ткани денервированные от тканей децентрализованных. Кеннон и Розенблют подготовили животных, у которых справа мигательная перепонка была денервирована путем перерезки постауглионарных волокон, а слева децентрализована перерезкой преганглионарных волокон. На таких кошках повторялись опыты с раздражением симпатических нервов, идущих к разным органам, а также с эмоциональным возбуждением и другими воздействиями, активирующими выделение надпочечником адреналина.

Оказалось, что во всех случаях у кошек с денервированной правой и децентрализованной левой перепонками правая отвечала более интенсивными реакциями, чем левая, а левая была все же реактивнее, чем интактная мигательная перепонка.

Кроме того, как показал Розенблют, денервированная мигательная перепонка оказалась чувствительной не только к симпатину и адреналину, но даже к ацетилхолину и пилокарпину, кроме того, — к ионам калия и кальция, т. е. веществам, различным по химическим свойствам и влияниям на другие ткани. Следовательно, чувствительность ткани, лишенной нервов, повышается и к действию специфических для ее функций веществ, и в значительной мере к действию любых других химических раздражителей.

Почти такие же данные были получены и для денервированной радужной оболочки, которая во всех случаях интенсивнее интактной реагировала на адреналин, эпинин, неосинефин и т. д. При этом были использованы разные способы введения веществ: местный — в конъюнктивальный мешок, подкожный и внутривенный.

В опытах, проводимых разными учеными, длительность периода повышенной чувствительности исчислялась одними экспериментаторами неделями, другими — даже месяцами. Затем, как правило, чувствительность денервированной радужной оболочки частично или полностью нормализовалась.

Большое внимание физиологов привлекали гладкие мышцы сосудов, симпатическая иннервация которых уже давно наглядно доказана. Какова будет реакция сосудов на различные воздействия, если их предварительно денервировать? Сенсibilизацию по отношению к адреналину денервированного уха кролика впервые обнаружил Эллиот еще в 1905 г. [9]. В 30-х годах экспериментальные данные, доказывающие высокую реактивность сосудов денервированных участков тела, были получены в лабораториях многих ученых. Эскрофт (1937) обнаружил на обезьянах, что сосуды денервированной области в 10 раз восприимчивее к действию адреналина, чем интактные, а децентрализованные сосуды в 3 раза чувствительнее к этому веществу, чем сосуды, снабженные целыми симпатическими нервами [1].

Под руководством Кеннона опыты по изучению влияния денервации на сосуды проводились по особым показаниям в клинике на людях, у которых производили симпатэктомию с лечебными целями. Симпатэктомию применяли для лечения больных облитерирующим эндартериитом. Опыты ставились в 1938 г. Грантом и Пирсоном [10]. При эмоциональном возбуждении у таких больных снижалась температура десимпатизированной конечности по сравнению с нормальной. Это объяснялось тем, что сосуды суживались от выделения в организм адреналина в большей степени на оперированной стороне. По свидетельству некоторых исследователей-клиницистов, повышенная чувствительность сосудов к адреналину, вызванная десимпатизацией, держалась у таких больных годами.

Кеннон и Розенблют в 1934 г. [11] установили, что после односторонней десимпатизации у кошки введение адреналина особенно легко вызывает поднятие волос на пораженной стороне. Известно, что такое выпрямление волос осуществляется за счет сокращения гладких пилomotorных мышц в толще кожи. Такой же эффект — выпрямление волос асимметрично лишь на десимпатизированной стороне — наблюдался и при эмоциональном возбуждении кошки при приближении к ней лающей собаки. Авторы ставили первую серию опытов на животных с интактными надпочечниками. В этих опытах имело место выделение надпочечниками больших доз адреналина. Десимпатизированная сторона проявляла повышенную чувствительность к этому гормону. В другой серии опытов

кошки сначала подвергались односторонней десимпатизации и, кроме того, наряду с симпатической цепочкой у них удаляли и надпочечники. Таким образом, исключалось выделение в организме адреналина. В результате при эмоциональном возбуждении у кошки все-таки выпрямлялись волосы десимпатизированной стороны. Эта реакция объяснялась выделением в кровоток большого количества медиатора симпатина, что оказалось достаточным для реализации реакции поднятия шерсти дыбом на стороне, лишенной симпатических нервов.

Как известно, симпатическая система действует на некоторые виды гладких мышц тормозяще, вызывая их расслабление. Примером могут служить гладкие мышцы кишечной стенки. Естественно, встал вопрос: повышает ли десимпатизация чувствительность гладких мышц только к стимулирующим влияниям или чувствительность к тормозящим влияниям повышается также? Оказалось, что после десимпатизации повышалась чувствительность к химическим факторам и у тех мышц в организме, которые тормозятся (расслабляются) под действием симпатических импульсов. Если, например, в организме денервировать часть тонкого кишечника, а затем, по прошествии нескольких дней, необходимых для восстановления перистальтики, ввести животному адреналин, который в обычных условиях тормозит перистальтику кишечника, можно наблюдать, что именно денервированная часть кишечника тормозится такими его дозами, которые не нарушают моторику интактной кишки (Юманс и др., 1943) [4].

Небеременная матка кошки в экспериментальных условиях дает самопроизвольные спонтанные сокращения ритмического характера. Если десимпатизировать один ее рог и оставить интактным другой, то сокращения временно прекращаются, что объясняется операционным вмешательством, затем вновь восстанавливаются. После восстановления ритмических сокращений введенный адреналин тормозит именно денервированный, а не интактный рог. «Сенсибилизация, возникшая после денервации, проявлялась либо в большей степени расслабления, либо в более заметном уменьшении спонтанных сокращений», — писал Кеннон [2, стр. 76].

Гладкие мышцы, заложенные в стенках бронхиол в легких также в обычных условиях расслабляются от действия адреналина. Методически очень сложно поставить

опыт так, чтобы можно было достоверно судить о сужении или расширении бронхиол. Они недоступны для наблюдения. Поэтому некоторые исследователи судили о действии адреналина на десимпатизированные бронхиолы по изменению количества перфузионной жидкости, проходящей через легкие за единицу времени. После введения адреналина, как показали Ко Туи и др. (1936) [1], ток жидкости через легкие в связи с расширением бронхиол повысился на интактной стороне на 4%, а на предварительно десимпатизированной на 38%. Эти данные также подтверждали, что чувствительность денервированной ткани к адреналину повышается в структурах, не только возбуждаемых адреналином, но и в тормозимых им.

### **Повышение чувствительности глазных мышц после выключения парасимпатических влияний**

Кольцевая мышца радужной оболочки (сфинктер), как известно, получает парасимпатическую иннервацию от глазодвигательного нерва. Сфинктер радужной оболочки кошки служит прекрасным объектом наблюдения влияния на него ацетилхолина и других веществ. Наблюдение проводилось после перерезки глазодвигательного нерва в полости черепа, т. е. до его вступления в ганглий (децентрализация) или после перерезки волокон, отходящих от ганглия — ресничного узла (денервация). Шен и Кеннон (1936) [12], овладев этими методиками и приняв множество мер предосторожностей, исключивших всякие побочные влияния на результат, приступили к опытам такого рода.

После перерезки волокон, отходящих от ресничного узла, сфинктер радужной оболочки, как и следовало ожидать, парализовался и зрачок расширялся. Но если при этом в условиях эзеринизации животного (эзерин вводится, чтоб предотвратить разрушение ацетилхолина холинэстеразой) вводили ацетилхолин, сфинктер денервированного глаза суживал зрачок значительно больше, чем сфинктер интактного глаза.

Хогленд в 1911 г. [13] ставил опыты с плетизмографической<sup>1</sup> регистрацией денервированной и интакт-

<sup>1</sup> Методика плетизмографии — регистрации кровенаполнения органа — позволяет изучать его сосудистые реакции.



ной конечностей. После введения такому животному ацетилхолина плетизмограмма показала, что расширение сосудов денервированной конечности выражено сильнее, чем в интактной конечности. Этот опыт получался особенно наглядно также на эзеринизированном животном.

Наряду с гладкомышечной тканью Кеннон, как и некоторые другие ученые, занимался вопросом влияния денервации на железистую ткань.

Известно, что сложные железы получают мощную секреторную парасимпатическую иннервацию. Функция денервированных желез вызывала большой интерес у многих исследователей. Децентрализация желез посредством перерезки преганглионарных парасимпатических нервов приводила к повышенной чувствительности, которая исчезла через несколько месяцев. По-видимому, как полагали авторы, после денервации снижается выработка холинэстеразы в денервированной ткани, и действие ацетилхолина при этом становится интенсивнее и длительнее. Выработка холинэстеразы денервированными тканями восстанавливается через указанный интервал времени, что снижает повышенную возбудимость к ацетилхолину, приводя чувствительность железы к норме. Слюнные железы исследовались Кенноном с сотрудниками не только после парасимпатической денервации, но также и после десимпатизации. Десимпатизация в этих опытах приводила к повышению чувствительности этих желез к действию адреналина или симпатина.

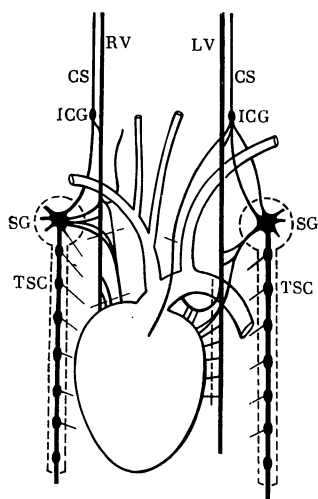
Опыты Бейна (1932) [14] показали, что и потовые железы, будучи денервированными, начинают более интенсивно выделять пот под действием пилокарпина, чем железы, иннервация которых не нарушена. Так Кенноном и отчасти другими авторами были исследованы результаты десимпатизации целого ряда желез организма.

### **Повышение чувствительности мышц сердца и скелетных мышц после денервации**

Сердце с его относительно легкодоступными для экспериментальных воздействий симпатическими и парасимпатическими нервами служит благодарным объектом для изучения вегетативных влияний. Неудивительно, что выполнено и опубликовано множество работ, в которых с

различными целями исследователи денервировали сердце и подвергали его после денервации тем или иным воздействиям.

Установить сенсibiliзацию денервированного сердца к адреналину не составило большой сложности, и это было сделано многими учеными. Оказалось, что сердеч-



*Иннервация сердца  
(по Кеннону)*

TSC — симпатический ствол; SG — звездчатый узел; ICG — нижний шейный узел; RV и LV — правый и левый блуждающие нервы

ная мышца в этом отношении отличается от гладких мышц очень быстрым появлением повышенной чувствительности после перерезки симпатических волокон. Практически тотчас же введенный после перерезки нервов адреналин (внутривенно или непосредственно в сердце) вызывает учащение сердечных сокращений. Такое денервированное сердце сокращается под действием адреналина значительно чаще, чем интактное сердце в таких же опытах. (Вспомним, что повышение чувствительности денервированных гладких мышц наступает после денервации не сразу, а для этого требуется, по данным разных авторов, от нескольких часов до нескольких дней.)

Эффект повышения сердечных сокращений от действия адреналина, как показали Розенблют и Симеоне в 1934 г. [15], изменчив и зависит от устойчивости фонового ритма сердца. По-разному влияют на частоту малые и большие дозы вещества. Адреналин с течением времени, прошедшего после денервации, начинает вызывать все более длительные изменения ритма.

Перерезка блуждающих нервов, по-видимому, вызывает сенсibiliзацию к парасимпатомиметическим веществам не только сердечной мышцы, но и заложенных в ее толще интрамуральных парасимпатических ганглиев. Отрицательной ино- и хронотропный эффекты от действия

ацетилхолина на денервированном сердце проявляются в большей степени, чем на интактном.

В связи с опытами на денервированном в отношении парасимпатической системы сердце возникает много вопросов. Так, например, нет ясности, что происходит с холинэстеразой в денервированных тканях: являются ли сенсibiliзироваHHыми сама сердечная мышца или ганглии и постганглионарная часть парасимпатических сердечных нервов и т. д.?

Кеннон, описывая последствия денервации сердца, обратил внимание на следующее парадоксальное обстоятельство: несмотря на то что химическая чувствительность денервированного сердца повышается, в сердце эмбриона, в котором еще нет нервов (на ранней стадии развития), химическая чувствительность практически отсутствует. Казалось бы, должно быть наоборот. Такое отсутствие чувствительности к медиаторам сохраняется у эмбриона до тех пор, пока нервы не врастают в мышечную ткань. Лишь после врастания вегетативных нервов в мышцы сердца в ходе онтогенеза сердце становится чувствительным к адреналину и ацетилхолину, введенным извне. Отсюда вытекает, что в возникновении химической чувствительности тканей все-таки именно нервы играют решающую роль.

Помимо описанного труднообъяснимого факта в вопросах повышения чувствительности денервированного сердца остается много и других спорных моментов.

Скелетная мышца с ее медиаторным ацетилхолиновым механизмом передачи импульса также служила объектом исследований при денервации. Опыты на лягушках, проводимые в 1943 г. Каффлером [1], показали удивительную реактивность скелетной мышцы к ацетилхолину, никотину и кофеину после денервации. Спустя 3—11 недель, как указывает автор, мышцы становились в 1000—100 000 раз чувствительнее к этим агентам! (Другие исследователи отстаивали мнение, что чувствительность после денервации повышается лишь в 10 раз или несколько более.)

Гассер в 1940 г. [16] подчеркнул, что в разных случаях мышца может реагировать на раздражения по-разному: в некоторых опытах ацетилхолин вызывал сокращения, идентичные по механизму с естественными сокращениями неповрежденной мышцы с предшествующим

биопотенциалом. В других опытах наблюдались реакции мышцы, по своему характеру напоминавшие контрактуру<sup>1</sup>. Контрактура в этих случаях являлась прямой реакцией укорочения миофибрилл мышечной ткани и не была связана с биоэлектрическими явлениями. Броун, а затем Розенблют и Люко (1937) [17] установили, что ацетилхолин в денервированной мышце может давать оба типа мышечных сокращений, протекающих в сложных комбинационных соотношениях. Оказалось, что фибриллярные сокращения, сопровождаемые электрическими спайками, обладают более низким порогом, чем сокращения типа контрактуры, для которой требуются более высокие дозы ацетилхолина. По данным Розенблюта и Люко (1937), повышение чувствительности денервированной мышцы к ацетилхолину с проявлением сокращений фазного типа и повышение чувствительности с проявлением контрактуры развиваются одновременно после денервации и независимо друг от друга, причем у каждой из этих реакций существует свой интервал времени, при котором реакция достигает максимума. Кеннон, Розенблют, а также их многочисленные сотрудники, таким образом, наиболее исчерпывающе, чем какие-либо другие ученые, исследовали свойства денервированных структур. К таким структурам относились гладкие мышцы различных органов, железы, сердечная и скелетная мышцы. Во всех опытах наблюдалась общая закономерность: чувствительность денервированных структур к медиаторам, а также к некоторым химическим веществам повышалась.

Твердо установленные закономерности позволили Кеннону и Розенблюту дать толкование некоторым фактам, полученным в предшествующие годы другими авторами, но не нашедшим объяснения [18]. Речь шла о пересмотре феноменов, описанных Вульпиано, Роговичем и др.

Феномен Вульпиано (сокращение мышцы предварительно денервированного языка при раздражении вегетативного нерва — барабанной струны) Кеннон и Розенблют объяснили в соответствии со своими выводами. В данном случае ацетилхолин, выделяемый окончаниями

---

<sup>1</sup> Контрактура — остаточное укорочение мышцы, наступающее обычно после интенсивной работы и зависящее от стойких химических сдвигов в мышечной ткани, для устранения которых необходимо усиленное снабжение кислородом.

барабанной струны (поскольку этот нерв относится к холинэргическим), вызвал возбуждение и последующее сокращение мышцы языка, так как она была сенсibilизирована предварительной денервацией.

Феномен Роговича, с точки зрения, выдвигаемой Кенноном и Розенблютом, также получил свое объяснение. Феномен Роговича — сокращение лицевой мускулатуры при эмоциях у животного с предварительной перерезкой лицевого нерва — также трудно поддавался объяснению. Ведь при эмоциях в крови наблюдается повышенное содержание адреналина, который, как известно, не имеет прямого отношения к сокращению скелетных мышц. На помощь пришли опыты, в которых феномен Роговича воспроизводился в условиях эзеронизации.

Эти опыты показали, что эзеронизация усиливает сокращение лицевых мышц при эмоциональном возбуждении. Следовательно, в этом случае, как предположил Кеннон, в крови наряду с адреналином циркулировал и ацетилхолин в увеличенной концентрации. На увеличение содержания ацетилхолина и реагировали сокращением лицевые мышцы благодаря повышению чувствительности в результате денервации.

### **Повышение чувствительности нервов, лишенных связи с центрами**

Кеннон и Розенблот подходили к теоретической проблеме о денервации в самом широком аспекте. Перерезка преганглионарных симпатических волокон рассматривалась ими как своеобразная денервация симпатических ганглиев. Естественно, что при таком подходе их интересовал вопрос о том, что же происходит в самих симпатических ганглиях после их денервации.

Кеннон проводит такую аналогию: «Можно считать, что клетки симпатических узлов иннервируются преганглионарными волокнами, подобно тому как скелетные мышцы иннервируются волокнами двигательного нерва» [1, стр. 124]. И в тех и в других местах контакта происходит выделение ацетилхолина. Это стремление видеть единообразие функциональной организации вегетативной и соматической систем характерно для взглядов Кеннона, обладающего блестящим даром видеть общепри-

логические закономерности там, где другие исследователи замечают лишь комбинацию случайных явлений.

Итак, предполагая выявить определенные изменения свойств нейронов вегетативных ганглиев после их денервации, Кеннон и его сотрудники принялись за новую серию опытов. Суть этих опытов сводилась к следующему. Преганглионарные волокна верхнего шейного симпатического узла перерезались, и их дегенерация происходила на протяжении недели (этот факт был подтвержден морфологическими исследованиями). В организме устранялись все источники адреналина и симпатина путем денервации надпочечников, печени и многих других органов. После целого ряда других предосторожностей, делавших постановку эксперимента безукоризненной по точности [1, стр. 127], на денервированный и интактный шейные узлы накладывалась вата, смоченная ацетилхолином. Предстояло ответить на вопрос: одинаково ли прореагируют на ацетилхолин клетки интактного и денервированного узлов. Не проявится ли у последних повышенная активность, поскольку они денервированы — лишены обычного нервного контроля со стороны вышележащих нейронов. В этой серии опытов оправдались первоначальные предположения Кеннона. Мигательная мембрана денервированной стороны отвечала более сильным сокращениям, чем мембрана противоположной стороны. Кеннон считал, что полученный результат свидетельствовал о том, что денервированный симпатический узел оказался сенситивизированным к действию ацетилхолина и окончания его нейронов выделяли при этом больше симпатина, чем окончания нейронов другого интактного узла.

Опыты повторялись в других вариантах, когда агентами, действующими на денервированный и интактный узлы, являлся хлористый калий, а также некоторые фармакологические вещества. Оказалось, что денервированный узел и к этим веществам проявил большую чувствительность, чем интактный.

Представления Кеннона о денервации между тем расширялись и углублялись. Если в центральной нервной системе перерезать нервные пути, соединяющие вышележащие центры с какими-либо нижерасположенными нейронами, то почему нельзя рассматривать такое вмешательство как денервацию этих нижележащих нейронов? Ведь они лишаются связи с нервными центрами и долж-

ны проявлять черты, характеризующие любой денервированный орган. Так рассуждал Кеннон, приступая к следующей серии опытов.

Опыты проводились Кенноном совместно с Гаймовичи в 1939 г. [19]. У животных (кошек) проводилась перерезка правой половины спинного мозга на уровне между 12-м и 13-м позвонками. Справа и слева регистрировались сокращения и биотоки четырехглавой мышцы бедра (опыты проводились через 5 или 8 дней после операции). Исследуемые химические вещества вводились в брюшную аорту, делалась еще одна полная высокая перерезка спинного мозга перед опытом, чтоб не пользоваться наркозом и исключить какие бы то ни было нисходящие влияния из головного мозга. Принимался ряд дополнительных мер, устраняющих побочные факторы, могущие повлиять на ход опыта. Чтобы судить об изменениях в правой мышце после правосторонней перерезки спинного мозга, использовались как контроль сокращения четырехглавой мышцы левой не оперированной стороны. Судороги, вызываемые введением больших доз ацетилхолина, проявлялись сильнее с оперированной стороны.

Введение небольших доз ацетилхолина любыми способами (подкожно, внутримышечно, внутривенно) вызывало контрактуру, справа при этом наблюдалось отсутствие реакции или резко ослабленная реакция левой контрольной мышцы. Такой же значительной реакцией отвечала правая мышца на введение углекислого натрия, на асфиксию — удушье (асфиксия вызывалась остановкой искусственного дыхания, которое являлось обязательным условием опыта). Все эти опыты говорили о том, что перерезка спинного мозга приводит к повышению чувствительности нижележащих мотонейронов и соответственно тех структур, которые этими мотонейронами регулируются. Следовательно, перерезку нервных путей внутрицентрально можно также рассматривать как денервацию соответствующих нервных элементов, расположенных ниже. «Таким образом,— писал Кеннон,— нейроны центральной нервной системы включаются в общий ряд, объединяющий следующие структуры: нейроны автономной нервной системы, железы, гладкую и скелетную мышцы, мышцу сердца. Все они подчиняются общему закону, согласно которому денервация — перерождение верхних нервных путей, проводящих в норме импульсы к данной струк-

туре, понижает порог ее чувствительности к субмаксимальным химическим стимулам» [1, стр. 143].

Приведенные выше исследования повлекли за собой новые предположения Кеннона о том, что удаление структур центральной нервной системы должно оказаться причиной повышения чувствительности других подчиненных им структур.

Этот вопрос экспериментально исследовал Ставраки в 1943 г. [20]. Оказалось, что после экстирпации — удаления лобной доли мозга с одной стороны через 1—2 недели резко повышалась чувствительность к ацетилхолину всей контралатеральной мускулатуры. Двигательные реакции при этом оказывались асимметрично усиленными и длительными. Удаление любых долей с двух сторон приводило к тому, что моторная активность при введении ацетилхолина становилась симметрично повышенной справа и слева. Интересно отметить, что при введении ацетилхолина у животных без лобных долей проявлялась также сенсibilизация и к адреналину: возникала типичная картина для симпатического возбуждения. Введение адреналина у животных с половинной экстирпацией лобных долей также вызывало картину усиленного симпатического возбуждения с поднятием шерсти лишь на контралатеральной по отношению к операции стороне. Адреналин, кроме того, вызывал одностороннюю ригидность разгибательных мышц. Реакция становилась симметричной при двусторонней экстирпации лобных долей.

Ставраки проводил исследования также и на людях, выбирая больных с патологическим разрушением лобных долей. У людей с пораженной правой лобной долей введение мехолина<sup>1</sup> вызывало дрожь, фибрилляцию мышц контралатеральных конечностей.

Кроме того, у таких больных проявлялись, фазно сменяя друг друга, и реакции, указывающие на контралатеральную сенсibilизацию — повышение возбудимости симпатической системы. В связи со сказанным можно упомянуть и исследования, проведенные в 50-х годах под руководством Э. А. Асратяна С. А. Чесноковой. Производилась операция удаления коры больших полушарий у собак. Обычно операция проходила в два этапа: удале-

---

<sup>1</sup> Мехолин — вещество с преобладанием парасимпатомиметического эффекта.



ние коры слева, затем, через месяц или два, удаление коры справа. Задача сводилась к наблюдению над картиной периферической крови, в частности над соотношением и количеством лейкоцитов. Было показано, что количество лейкоцитов и лейкоцитарная формула в условиях декортикации не изменяются. Вторая серия опытов проводилась с исследованием лейкоцитарных реакций, возникающих при введении животным нуклеиновокислого натрия. Были выявлены значительные изменения реактивности декортицированных животных по сравнению с интактными: у декортицированных собак порог чувствительности к нуклеиновокислому натрию был понижен, лейкоцитарная реакция проявлялась интенсивнее по силе и длительнее по времени [21].

Полученные результаты могут толковаться по-разному. Можно объяснить их, в свете концепции Кеннона, повышением чувствительности мозговых структур к рефлексорным раздражениям после денервации — декортикации<sup>1</sup>. Возможно также и другое объяснение, вполне соответствующее концепции Кеннона. Организм декортицированного и денервированного таким образом животного приобретает повышенную чувствительность к гуморальным раздражителям, и в частности к нуклеиновокислому натрию. Повышенная чувствительность декортицированных собак к гормонам и другим вводимым в кровь веществам доказана также опытами И. К. Жмакина, А. А. Марковой, А. В. Губарь, Ф. А. Орешук и др., работавших под руководством Э. А. Асратяна [23—25].

В этих же целях в 1936 г. Розенблют и Кеннон [26] проводили опыты, в которых раздражали постганглионарные волокна верхнего шейного симпатического узла после его предварительной децентрализации. Раздражение электрическим током нервов давало сокращения децентрализованной мигательной перепонки. Эти сокращения были выше по амплитуде и длиннее по времени, чем сокращения контрольной, недецентрализованной перепонки противоположной стороны в ответ на раздражения той же силы и длительности. «Децентрализованные гладкие мышцы приобретают повышенную чувствительность

---

<sup>1</sup> Рефлекторный механизм действия нуклеиновокислого натрия был еще раньше доказан исследованиями В. Н. Черниговского и А. Я. Ярошевского [22].

к возбуждающему или тормозящему действию нервных импульсов, приходящих из постганглионарных нервов» [1, стр. 155],— писал Кеннон.

Другие авторы также сообщали о повышении чувствительности к нервным стимулам предварительно денервированных органов. И. Н. Маевским в 1923 г. [1, стр. 156] было показано, что после перерезки барабанной струны слюнная железа становилась более чувствительной к раздражению симпатических постганглионарных нервов. В ответ на такое раздражение наблюдалась интенсивная и длительная секреция.

Опыты с надпочечниками проводил у Кеннона Симеоне (1934) [15]. Он частично денервировал железу, после этого раздражение оставшейся нервной ветви симпатического нерва вызывало повышенную по сравнению с контролем секрецию адреналина, что было зарегистрировано на денервированной мигательной перепонке той же экспериментальной кошки.

Кеннон никогда не принимал на веру результаты опытов других ученых. С его участием в Гарварде ставили опыты и с надпочечником [27]. Оказалось, что частично денервированный надпочечник выделял в среднем в 3,7 раза больше адреналина, чем интактный. Следовательно, его железистые элементы, лишенные иннервации, оказывались сенсibilизированными к раздражениям.

Результаты частичной денервации верхнего шейного симпатического узла на кошках были опубликованы Кенноном, Розенблютом и Симеоне в 1934 г. [15]. В грудной клетке у животного перерезались соединительные веточки 1-го и 2-го грудных сегментов, несущие симпатические волокна к верхнему шейному узлу и составляющие половину его преганглионаров (остальные преганглионары исходят из 3—4 сегментов).

Через несколько недель после проведения такой операции экспериментаторы раздражали электрическим током оставшиеся неперерезанными преганглионары. Для контроля раздражение проводилось и на неоперированной — интактной стороне. Мигательная перепонка глаза оперированной стороны отвечала на раздражение сильнее. Следовательно, частично денервированный узел оказался сенсibilизированным и отвечал высокой активностью нейронов на приходящие к нему импульсы (при этом во всех опытах сила раздражения током была пороговой или во

всяком случае ниже максимальной, так как при применении максимальной силы эффекты с одной и другой стороны нивелировались). Кеннон писал: «Более сильное сокращение на сенсibilизированной стороне может быть следствием повторных разрядов клеток изолированного узла в связи с накоплением ацетилхолина, выделяющегося в нервных окончаниях, поскольку при денервации узла исчезает холинэстераза. Большой эффект сокращения может быть объяснен также возбуждением большего количества клеток узла, находящихся в подпороговом состоянии и ставших более чувствительными» [1, стр. 162].

Для характеристики возбудимости частично денервированной скелетной мышцы к приходящим импульсам ставились подобного рода опыты разными исследователями. Например, раздражали вегетативные нервы, идущие к денервированным (перерезкой симпатических нервов) скелетным мышцам.

Исследованные мышцы (языка, лицевые мышцы) после денервации отвечали сильными сокращениями, а также контрактуроподобными повышением тонуса на раздражения парасимпатических нервов. В некоторых случаях эффект давало раздражение симпатических волокон, что описано Шеррингтоном на мышцах конечностей. Эти опыты также трудно было объяснить. Ведь адреналин и норадреналин не вызывают сокращения скелетных мышц. Розенблют проверил эти эксперименты и объяснил такие результаты наличием холинэргических сосудорасширяющих волокон в составе симпатических стволов и активирующим влиянием выделяющегося ацетилхолина на скелетную мышцу [28].

Было показано, что спинномозговые нейроны также оказались способными сенсibilизироваться к приходящим из высших отделов центральной нервной системы импульсам после их частичной внутрицентральной денервации. Опыты, доказывающие это положение, проводились в Мексике Кенноном, Розенблютом, Рамосом в 1945 г. [29]. Это были последние эксперименты, в которых участвовал Кеннон.

В план опытов входила операция половинной перерезки спинного мозга. Такая операция приводила к денервации мотонейронов, лежащих в спинном мозгу ниже места перерезки, как считал Кеннон с сотрудниками. Спустя несколько недель на животном (кошка) ставился острый

опыт. Применялись разные варианты опытов, в которых изучались пси- и контралатеральные фазные и миотатические рефлексy конечностей. При этом часть спинного мозга — несколько сегментов, в пределах которых находилась и перерезанная область, изолировалась от вышележащих структур полной перерезкой. Рефлексы разного вида на предварительно оперированной стороне были выражены сильнее, чем контралатеральные. Опыты, как всегда в работах Кеннона, сопровождались тщательно продуманным контролем, в том числе опытами, проводившимися также на неоперированных животных.

«Приведенные результаты подтверждают факт повышения чувствительности спинномозговых нейронов на стороне половинной перерезки спинного мозга к возбуждающему действию афферентных нервов», — говорилось в статье [1, стр. 176].

Следует отметить, что в работах Кеннона и Розенблюта содержится обширный материал о прямых и перекрещенных спинальных рефлексах у обезьян, кошек после операции перерезки спинного мозга. Установлены сроки, когда эти рефлексы достигают максимального уровня. Сопоставляются рефлексы оперированной и интактной сторон. Исследуются фазы и взаимодействия рефлекторных актов.

### **Спонтанная активность денервированных структур**

Исследователи, экспериментирующие с денервированными тканями, давно обратили внимание на спонтанную — самопроизвольную активность некоторых мышц, возникающую после денервации.

Наличие подергиваний — фибрилляций поперечнополосатых мышц после перерезки двигательных нервов — подметили (как указывал Кеннон) еще ученые прошлого века (Шифф, 1851 и др.). Позже было установлено, что спонтанная фибрилляция развивается после денервации постепенно и может сохраняться неделями или даже годами.

Асинхронно протекающие сокращения волокон обычно не приводят к увеличению тонуса или общему сократительному эффекту. Они сопровождаются беспорядочными электрическими разрядами — спайками — и подавляются

ацетилхолином, если он вызывает контрактуроподобные сокращения данных мышц. Поскольку специальные вегетотропные вещества, подавляющие активность мышц, вызванную ацетилхолином, не угнетают фибрилляции, был сделан вывод, что эти фибрилляции вызваны не ацетилхолином, а какими-то неизвестными причинами [29—31].

По аналогии со спонтанной фибрилляцией денервированных мышц были найдены спонтанные разряды нейронов симпатических ганглиев после их постепенной денервации. В отношении повышения импульсной активности нейронов спинного мозга после пересечения путей, связывающих их с вышележащими центрами, определенных данных, как пишет Кеннон, получено не было. Методические приемы, используемые учеными в те годы, не позволяли изучать активность спинальных нейронов прямым путем.

Таким образом, Кеннон и его сотрудники не только обратили внимание на повышение чувствительности денервированных структур по отношению к гуморальным факторам, нервным импульсам и эквивалентам нервных импульсов, но выделили также свойство денервированных структур усиливать спонтанную активность или приобретать этот вид активности.

Наряду с феноменом Филиппо, Вульпиано и др. с давних пор известен был еще один феномен, для которого не было найдено объяснения. Кеннон назвал его перекрестным феноменом. Он заключался в следующем: если перерезать спинной мозг выше 3-го шейного позвонка справа, то справа выключается диафрагмальное и реберное дыхание (что вполне естественно, так как центр диафрагмального нерва и центры межреберных мышц при этом лишаются связи с бульбарным дыхательным центром).

Однако, если после этого дополнительно перерезать диафрагмальный нерв слева, диафрагма справа вновь включается в дыхательные движения. Этот феномен многократно подтверждался разными авторами, но скольконибудь убедительного объяснения не получал. Феномен был дополнительно изучен Розенблютом и Ортицем [30], Экклсом [31], Розенблютом, Клоппом и Симеоне [32] и др. Розенблют пришел к выводу, что в этих опытах была выявлена особенность нервной системы к «функциональному раскрытию потенциально предсуществующего, но обычно не используемого пути и тенденции использовать

этот вновь открывшийся путь и в дальнейшем» [1, стр. 201]. В активации правого диафрагмального нерва в условиях подобных опытов, по данным Розенблюта, играло роль прекращение потока импульсов, идущих центростремительно по второму нерву, что активировало перекрестно центр диафрагмального нерва противоположной стороны.

Таким образом, в условиях даже таких сложных перекрестных соотношений денервация, по-видимому, восстановила спонтанную активность нервного центра, приток импульсов к которому оказался ограниченным за счет предшествующей операции отделения центра от вышележащих отделов центральной нервной системы.

### **Формулировка Кенноном и Розенблютом закона денервации**

Следует подчеркнуть, что Кеннон и Розенблют в своей многогранной работе над проблемой денервации не только выявили оригинальные новые факты, но и сумели построить объединяющую их стройную концепцию в форме закона. Заслуга их заключается также в умении исчерпывающе обобщить все, что было сделано другими авторами. Свои результаты Кеннон и Розенблют скрупулезно и методично сопоставляли с результатами других ученых. В их изложении, таким образом, проблема приобрела целостность и завершенность.

Подводя итоги экспериментам различных авторов, а также многочисленным экспериментам, проведенным в собственной лаборатории и в лаборатории Розенблюта, Кеннон в 1939 г. сформулировал так называемый закон денервации.

Закон этот гласит следующее: если в ряду эфферентных нейронов разрушается какая-либо единица, то в изолированной таким способом структуре или структурах развивается повышенная раздражимость к действию химических веществ, причем в непосредственно денервированных участках этот эффект максимален.

На основании дополнительно проведенных опытов Кеннон, Розенблют и Гарсия Рамос в 1945 г. [29] несколько расширили и дополнили данную выше формулировку, придав ей следующий вид: «Если в функциональ-

ной цепи нейронов одно из звеньев прервано, то такая общая или частичная денервация последующих звеньев цепи вызывает повышение чувствительности всех дистальных элементов (включая и неденервированные структуры и эффекторы) к возбуждающему или тормозящему действию химических веществ и нервных импульсов: повышение чувствительности сильнее в звеньях, которые непосредственно примыкают к перерезанным нейронам, и постепенно снижается в более отдаленных элементах» [1, стр. 206].

Констатировать повышение чувствительности денервированных структур еще не означало понять механизм этой повышенной чувствительности. Для уяснения механизмов Кеннон и Розенблют проанализировали явления, которыми сопровождаются денервация и децентрализация тканей.

При денервации скелетной мышцы наблюдается ее атрофия. Является ли она результатом бездействия парализованной мышцы или результатом нарушения каких-то трофических влияний?

Для анализа Кеннон счел уместным привести опыты Липшутц и Аудова, сделанные в 1921 г. [33]. Авторы изучали свойства денервированной мышцы, а также мышцы с ненарушенным нервом, но с изоляцией от вышестоящих отделов центральной нервной системы. Изоляция достигалась путем двух перерезок спинного мозга выше и ниже сегмента, в котором заложены мотонейроны данной мышцы. Кроме того, данный сегмент деафферентировался перерезкой подходящих к нему задних корешков. Оказалось, что в том и другом случае наблюдается одинаковая атрофия мышц. При этом в мышце, которая не теряет связи со спинномозговым сегментом, как казалось, должны бы более полноценно протекать трофические процессы, а в денервированной мышце они нарушены. Поэтому можно было бы ожидать, что она будет страдать в большей степени. На основании такого опыта было возможно сделать вывод, что главным фактором атрофии денервированной мышцы является не нарушение трофических влияний, а бездействие. Однако у других авторов были получены экспериментальные данные, говорящие о том, что денервация приводит к менее значительной атрофии мышц, так как в них развивается спонтанная фибрилляция, что поддерживает определенный

уровень обмена веществ. В то же время мышца с изолированными от афферентных влияний мотонейронами, сохранившая связь с сегментом спинного мозга, подвергается более значительной атрофии в результате полного бездействия. Было установлено, кроме того, что систематически проводимые раздражения денервированных и денервированных мышц задерживали их атрофию, но все же не устраняли ее.

Из всего изложенного вытекает, что при денервации, по-видимому, имеет значение: 1) нарушение двигательной функции; 2) нарушение трофических влияний нервов на ткани.

Отметим, что сущность трофического влияния нервов на мышцу сводится, как в настоящее время считают, к химическому взаимодействию между субстратом мышечных волокон и какой-то субстанцией, перемещаемой от тела клетки по аксону и выделяющейся из аксона (скорость передачи трофического влияния равна скорости движения аксоплазмы и составляет 1—2 мм/час).

Трофическим влияниям нервов на ткани в наши дни придается большое значение. Как указывал Кеннон, ни нарушение моторики мышц после денервации, ни нарушение трофики достаточно не объясняют повышения чувствительности денервированной ткани. Кеннон и Розенблют подчеркивают неразрешенность этого вопроса. По-видимому, как считал Кеннон, остается полагать, что нервы, несущие импульсы к тем или иным тканям, в нормальных условиях оказывают на них постоянное тормозящее влияние. При устранении этого тормоза порог раздражения снижается, а возбудимость, чувствительность тканей повышается.

Повышение чувствительности после денервации может быть до некоторой степени объяснено замедлением распада медиаторов в денервированных тканях. Однако данные, полученные по этим вопросам, противоречивы и не объясняют, почему же в денервированных тканях растет чувствительность не только к медиаторам, но и к химическим веществам: калию, кальцию, никотину и т. д.

Кеннон и Розенблют в 1936 г. писали о повышении проницаемости мембран в денервированных тканях как о причине их повышенной чувствительности. Подтверждение этого факта — повышения проницаемости мембран после денервации — впоследствии было сделано и дру-



гими авторами. По-видимому, можно считать доказанным также и то, что после денервации скелетной мышцы зона чувствительности к ацетилхолину, которая в обычных условиях имеется только в синапсе, расширяется от пост-синаптической мембраны во все стороны вдоль мышечного волокна.

После регенерации нерва поверхность мышцы снова теряет чувствительность к ацетилхолину. Чувствительность становится ограниченной площадью двигательной пластинки. Никакую более убедительную концепцию по вопросу о механизмах повышения чувствительности после денервации авторы не могли предложить.

Можно заметить, что и в настоящее время все еще нет оснований утверждать, что ученые заметно продвинулись вперед в разрешении вопроса о причинах повышения чувствительности тканей после денервации. Коштонц писал по этому поводу: «Для понимания сущности явлений, которые имеют место в органах при их денервации, первенствующее значение имеют те нарушения обмена веществ в этих органах, которые, вне всякого сомнения, происходят в них после денервации... Нервное воздействие в нормальных условиях, очевидно, является необходимым не только для поддержания нормального уровня хода процессов обмена веществ, но также и для поддержания в связи с этим молекулярной структуры встречающихся в органах высокомолекулярных соединений, как, например, белков и углеводов» (2, стр. 13—15).

Изменение химизма денервированных тканей изучалось и продолжает изучаться в лабораториях многих стран. Но и эти исследования не дают ответа на вопрос, почему повышается химическая чувствительность денервированных тканей. Кроме того, данные об изменении химизма структур после денервации очень пестры и противоречивы. Разные исследователи проводят опыты в различных условиях; сопоставлять результаты часто не представляется возможным.

В своих работах Кеннон и Розенблют, подводя итоги обсуждению всех возможных механизмов повышения возбудимости и чувствительности денервированных тканей, приходят к выводу: «...повышение чувствительности, вызываемое денервацией, по-видимому, обусловлено многими причинами и многими механизмами; причины и механизмы различны при различных способах денервации пе-

риферической, промежуточной или еще более отдаленной от изучаемых клеток» [2, стр. 222].

По-видимому, можно считать, что изменения в тканях после денервации складываются из физико-химических изменений свойств мембраны и из изменений обменных процессов. Эти изменения многообразны, и даже в настоящее время мы очень мало знаем об их сущности. Нам известно лишь одно из проявлений их — повышение чувствительности денервированных структур. Факты, касающиеся данной проблемы, были получены многими авторами, но наиболее убедительные из них вышли из лабораторий Кеннона и Розенблюта. Главное значение работ этих ученых заключалось в глубоком обобщении всех имеющихся результатов, а также в том, что ими был впервые в четкой форме сформулирован закон денервации. Закон этот никем не опровергнут и в наши дни.

### Приложения закона денервации

Анализируя работы Кеннона и Розенблюта, касающиеся опытов с денервациями, нельзя не отметить, что ученые оформили свои выводы в виде фундаментальной общебиологической теории, претендующей на универсальность. Они поставили перед собой задачу — с позиции этой теории объяснить некоторые явления в организме, имевшие до того другое толкование. Так, например, после работ Кеннона и Розенблюта мало кто сомневался в том, что механизмы феномена Вульпиана, Роговича, Шеррингтона можно объяснить с помощью закона денервации. Во всех этих примерах денервированные скелетные мышцы сенсibilizировались с течением времени к действию химических факторов. Раздражение смешанных чувствительных нервных стволов, в составе которых имелись сосудорасширяющие волокна, приводило к выделению ацетилхолипа (поскольку эти волокна холинэргетические). Ацетилхолин, действуя на денервированные скелетные мышцы, вызвал их сокращения, носившие медленный, тонический характер.

С позиции закона денервации оказалось возможным трактовать такое давно известное физиологам явление, как паралитическая секреция слюны после перерезки всех нервов, идущих к слюнным железам.

Денервированные слюнные железы начинают непрерывно выделять большие количества слюны. В основе этого явления лежит их повышенная чувствительность, развивающаяся после денервации, к химическим стимуляторам слюноотделения, циркулирующим в крови и не действующим на интактные слюнные железы, возбудимость которых не повышена.

Помимо указанных явлений закон денервации, по мнению Кеннона и Розенблюта, позволяет понять механизмы такого сложного процесса, как формирование в спинном мозгу обходных путей, проводящих импульсы между разобщенными поперечной перерезкой отделами.

Мандоки, Обрадором, Меттлером, Бете, Фишером [34—36] и другими в разные годы проделывались такого рода опыты. У собаки перерезали поперек половину спинного мозга. Это влекло за собой паралич конечности на стороне перерезки. По прошествии некоторого времени паралич компенсировался, собака начинала вновь пользоваться конечностью. Затем перерезали противоположную половину спинного мозга на уровне выше первой перерезки. Возникал глубокий паралич как с оперированной, так и с противоположной стороны (вторичная потеря функций). Затем функции частично восстанавливались. Подобные этим опыты объяснялись формированием новых, перекрестных путей в спинном мозгу вместо старых, перерезанных.

Кеннон и Розенблют пришли к выводу, что в указанных реакциях компенсации играет решающую роль повышение чувствительности нижележащих отделов спинного мозга к химическим факторам и нервным импульсам, что, по их мнению, и приводит к восстановлению нарушенной функции.

В нашей стране проблемой компенсации функций после половинной перерезки спинного мозга у разных животных занимался Асратян [37]. После операций в проводимых им опытах также наблюдалась полная или частичная компенсация функций соответствующих нижних конечностей. Ученый доказал, однако, что способность к компенсации функций (за счет формирования новых связей и путей в спинном мозге) прямо зависит от коры больших полушарий. При декорткации компенсации функций, нарушение которых вызывалось односторонней поперечной перерезкой спинного мозга, не происходило. В своих рабо-

тах Асратян не делает ссылки на концепцию Кеннона — Розенблюта, рассматривая механизмы компенсации вне сферы деятельности гуморальных факторов. Но, как нам представляется, повышение чувствительности и денервированной половины спинного мозга не противоречит представлениям Асратяна, хотя, по-видимому, и не считается им существенным фактором.

Еще одно явление, хорошо известное экспериментаторам и клиницистам, по мнению Кеннона и Розенблюта, можно объяснить по-новому, принимая во внимание их закон денервации. Речь идет о так называемом спинальном шоке. После поперечной перерезки спинного мозга, как известно, в дистальном отрезке спинного мозга развивается состояние полной арефлексии. Ни соматические рефлексy, ни рефлексy внутренних органов при этом вызвать не удастся. Такое состояние длится разное время у разных животных. Чем выше животное стоит на эволюционной лестнице, тем дольше у него отсутствует рефлекторная деятельность отделенного от вышележащих отделов центральной нервной системы спинного мозга. По прошествии определенного времени (для лягушек оно исчисляется минутами, для собак — днями, для человека — неделями и месяцами) отделенный спинной мозг начинает функционировать как самостоятельный, независимый от вышележащих отделов центр рефлекторной деятельности. Соматические и вегетативные рефлексy восстанавливаются<sup>1</sup>. При этом нередко наблюдается усиление рефлекторной деятельности по сравнению с предшествующим операции уровнем. По-видимому, спинальные центры активируются и чувствительность их к периферическим импульсам повышается. Кеннон своеобразно объясняет механизм восстановления функций перерезанного спинного мозга. В его представлении восстановление функций сводится к повышению чувствительности денервированных структур к афферентным импульсам и гуморальным факторам. «Изолированные сегменты не возвращаются к нормальным условиям,— пишет Кеннон,— они приобретают ненормально повышенную возбудимость, причина которой заключается в денервации спинномозговых нервов» [2, стр. 227].

<sup>1</sup> Данные о восстановлении соматических и вегетативных функций после спинального шока детально освещены в работе Ф. А. Орешук [38].

Можно согласиться или не согласиться с этим утверждением Кеннона. Однако нет оснований утверждать, что его точка зрения ошибочна и повышение чувствительности денервированных структур не играет никакой роли в восстановлении функций после спинального шока.

Для ознакомления с имеющимися теориями, объясняющими явления спинального шока, мы рекомендуем обратиться к работам Асратяна и Орешук [37—38].

Еще одним приложением закона Кеннона — Розенблюта о денервации было гипотетическое объяснение, данное авторами ряду явлений, связанных с эпилептиформными припадками. Так, например, посттравматическая эпилепсия вызывается наличием рубца в мозговой ткани. Рубец как постоянно действующий очаг раздражения способствует генерации высоковольтных разрядов в соответствующей области мозга. Возбуждение распространяется на все отделы мозга, что и проявляется в судорожных припадках. Механизм этого явления и попытались объяснить авторы закона денервации. По их мнению, деструкция каких-то элементов в мозге приводит к своеобразной денервации структур, получавших от этих элементов импульсы. Нейроны денервированных таким путем структур повышают спонтанную активность. В результате они могут оказаться очагами эпилептиформных разрядов, что, например, бывает при джексоновской эпилепсии. Следует подчеркнуть, что изложенное выше положение о генезе посттравматической эпилепсии не носит характер безоговорочного утверждения, а приводится Кенноном и Розенблютом лишь как гипотеза.

Таким образом, авторы работ по исследованию свойств денервированных структур считали, что закон денервации поможет в разрешении многих неясных вопросов в клинической и теоретической медицине будущего.

Анализ работ Кеннона, касающихся проблемы денервации, показывает, что система его научного поиска может быть принята за образец и в наши дни. Проследим основные этапы работы. Собственные экспериментальные данные и наблюдения других авторов, в частности представителей практической медицины, побудили Кеннона начать специальные экспериментальные исследования. Они шли широким фронтом, причем вопросы ставились и разрешались строго последовательно, а каждое положение тщательно проверялось и доказывалось.

Работа над литературным материалом была проведена с исчерпывающей полнотой. Примечательно, например, что, в отличие от многих зарубежных физиологов, которые не упоминают работ русских ученых прежних лет, Кеннон приводит полностью работы своих русских предшественников. Обширный экспериментальный материал позволил Кеннону и Розенблюту сделать обобщения и сформулировать закон денервации. Наконец, с позиций этого закона был пересмотрен и проанализирован целый ряд феноменов, не нашедших убедительного объяснения в трудах других ученых. Таким образом, научные пути Кеннона вели его от эксперимента и клинической практики к теории и от теории опять к клинической практике. Эта трансформация закономерна для науки наших дней.

Говоря о проблеме денервации, нельзя не остановиться на работах Орбели и его сотрудников, проводившихся примерно в те же годы, что и работы Кеннона. Несмотря на идентичность изучаемых вопросов, Кеннон и Орбели, как уже упоминалось, трудились разобщенно.

Исследования Орбели явились логическим продолжением его опытов по выявлению трофической функции симпатической системы [39—41]. Из его лаборатории вышли четыре специальных исследования феномена Вульпиано-Гейденгайна, о котором уже говорилось выше (тономоторный эффект — сокращения мышцы денервированного языка при раздражении нерва, содержащего чувствительные и вегетативные волокна).

Не отрицая повышения чувствительности денервированных мышц к гуморальным раздражителям, Орбели обратил особое внимание на наличие двух изолированных влияний, которые могут быть достигнуты раздражением разных нервов. Он рассматривал отдельно тономоторные и тонические влияния. Причиной тономоторного эффекта в его опытах оказалось раздражение барабанной струны. Тонические влияния выражались в повышении или понижении общего тонуса без наличия двигательной активности, которая достигалась раздражением симпатических нервов, идущих к голове.

Свойства денервированных мышц неоднократно и далее составляли предмет исследований Орбели и его сотрудников. В лаборатории Орбели были повторены многие опыты, свидетельствующие о повышении чувстви-

сти денервированных мышц к действию химических агентов. Кроме того, Орбели широко использовал литературные источники, в которых приводились данные о высокой химической чувствительности мышц и желез после их денервации.

Объяснение этого явления Орбели строил, в отличие от других ученых, и в том числе от Кеннона, в свете эволюционной теории. Все творчество Орбели было пронизано идеями анализа функций в их филогенетическом развитии.

Впервые, как указывает Лейбсон [42], идеи эволюционного подхода к изучению функций организма были высказаны Орбели в его статье «Об эволюционном принципе в физиологии» [43]. С этого времени идея эволюционного аспекта в физиологии прочно укрепилась в лаборатории Орбели. Эволюционная физиология стала одной из самостоятельных областей физиологической науки. Орбели придерживался взгляда, что эмбриональные ткани обладают высокой химической чувствительностью. Они теряют эту чувствительность по мере роста и развития, сопровождаемого вращением в ткани нервных волокон. У взрослого организма нервные влияния на ткани, в частности на мышцы, становятся доминирующими, и роль гуморального звена суживается. Она сводится лишь к механизму передачи импульсов с нерва на мышцу. Нервы тормозят непосредственные реакции мышц на химические вещества, циркулирующие в крови. После денервации постепенно развивается повышенная химическая чувствительность. Орбели объяснял это явление, неоднократно наблюдаемое им самим и его сотрудниками, с позиций своих представлений об эволюции регуляторных механизмов мышечной ткани. Денервация как бы возвращает ткань к более раннему этапу развития, когда мышца реагировала непосредственно на химические агенты. В отсутствие нервов восстанавливается эта первичная химическая регуляция мышц, восстанавливается подчиненность мышц гуморальным влияниям, не тормозимым нервами. Доказательство тормозного влияния нервов в ходе их эволюционного «овладения» мышцей Орбели видел и в том, что единичные фибриллярные подергивания эмбриональных мышц при вращении нервов прекращаются. После денервации можно наблюдать вновь возникающие фибриллярные сокращения автоматического характера. Рече-

нервация нервов приводит к их устранению. Регенерация нервных стволов при этом вновь снижает химическую чувствительность, что в свою очередь вытекает из восстановления тормозящего действия нервов на иннервируемый им субстрат в отношении химической реактивности. Орбели писал о денервации: «Этот прием является существенно важным дополнением к методу онтогенетическому, потому что он дает нам возможность проследить, как развивалась бы функция того или иного органа, если бы на ней не отражалось регулирующее влияние нервной системы. ...При этом нам приходилось наблюдать определенные регрессивные явления, нарушения функций, которые являются до известной степени повторением в обратном порядке тех закономерностей, которые приходится наблюдать в нормальных организмах при их естественном развитии. Развившаяся, установившаяся нервная регуляция подавляет значение химической регуляции. Как только химическая регуляция освобождается от этого подавляющего влияния, значение ее начинает расти» [43, стр. 437].

Нам представляется, что закон денервации Кеннона и Розенблюта и то объяснение, которое дал феномену повышения чувствительности денервированных тканей Орбели, логически хорошо связаны и как бы дополняют друг друга.

Закон денервации в формулировке Кеннона и Розенблюта при этом составляет констатирующую часть проблемы, интерпретация Орбели придает проблеме большую биологическую и логическую достоверность и глубину.



### Исследователь научного творчества

Тайны научного творчества издавна завораживали как философов, так и самих естествоиспытателей. Философов волновали в первую очередь вопросы, связанные с сущностью и структурой познания.

Размышления естествоиспытателей о науке имели обычно другую направленность и были связаны с педагогикой творчества.

Стремясь передать своим ученикам искусство исследования, ученый задумывается над собственной деятельностью, над ее условиями и механизмами. В современную эпоху эти раздумья стали одной из предпосылок науковедения<sup>1</sup>.

Здесь, как и во многих других рассмотренных нами случаях, Кеннон был пионером, обладавшим обостренной чувствительностью к тому, что нарождалось в быстро меняющемся мире. Именно поэтому он оказался в преддверии науковедения, так же как и у истоков системного подхода, кибернетики, учения о нейрогуморальных регуляциях, электрофизиологии головного мозга и других направлений.

Его представления о научном творчестве коренились в собственном многолетнем опыте организации исследований, включавшем создание крупнейшей в XX в. физиологической школы. Он опирался также на изучение истории науки и на свидетельства выдающихся естествоиспытателей. Его книга «Путь исследователя» запечатлела, как от-

---

<sup>1</sup> Науковедение — наука о самой науке как социально-исторической системе и особой форме деятельности.

мечалось, обобщенный психосоциальный портрет ученого. Воссоздавая его, Кеннон рассмотрел широкий круг проблем, называемых ныне науковедческими.

### Исследователь как «генератор вопросов»

Он начинает с характеристики личностных качеств, необходимых для занятий наукой. Какие способности обеспечивают ученому успех? Проблема способностей интересовала Кеннона издавна. Об этом говорит следующий факт.

Когда он на склоне лет писал свою автобиографию, его память выделила из многих книг, прочитанных в колледже, только одну — «Исследования человеческих способностей» Френсиса Гальтона [1, стр. 16]. Эта работа положила начало экспериментальному и количественному анализу индивидуальных различий между людьми. Гальтон определял и измерял у своих испытуемых отдельные способности, физические и умственные. Он считал их генетически детерминированными, укорененными в природе самого организма.

Между тем способности являются условиями успешного выполнения деятельности. Деятельность же носит общественно-исторический характер и сталкивает индивида с требованиями, которые не могут быть заложены в его генетической программе.

Кенноновский подход отличался от гальтоновского двумя особенностями: а) установкой на то, чтобы рассматривать свойства научного таланта в связи с объективной структурой и характером исследовательского труда; б) убежденностью в необходимости трактовать личность ученого в ее сложной целостности<sup>1</sup>.

Кеннон пишет, как с годами его все больше поражало при общении с коллегами, что многим из них, блестящим в одном отношении, приносили ущерб другие свойства ха-

---

<sup>1</sup> Проблему индивидуальных различий, столь важную для Гальтона и последующей дифференциальной психологии, Кеннон вообще не затрагивал. В этом состояла слабость его позиции, поскольку, обходя указанную проблему, невозможно решить важнейшие для практики организации научного труда задачи профессионального отбора.

рактера. Он встречал ученых, отличавшихся богатством идей, но оказавшихся из-за недостаточного трудолюбия бесплодными; продуктивно работавших, но скрывавших в силу подозрительности характера полученные результаты; чрезмерно критичных по отношению к собственным смелым гипотезам и потому боявшихся их развивать и т. д. [1, стр. 32].

В сложном сочетании личностных качеств, нужных для продуктивного научного труда, Кеннон выделяет несколько стержневых. Первое место он отводит любопытству, пробуждающему деятельность воображения. «Любопытство — «первый реквизит карьеры исследователя»» [1, стр. 32].

Не вступал ли Кеннон тем самым в противоречие с общепризнанным образом ученого? Наука означает логически обоснованное и эмпирически контролируемое познание вещей самих по себе, где все субъективное нивелируется до пределов, какие только достижимы для человека.

Поэтому обычно, рисуя психологический облик исследователя, выделяют прежде всего силу его логического мышления, точность наблюдений, отрешенность от субъективных пристрастий и т. п. Этот образ ученого сложился под впечатлением своеобразия его социальной миссии. Общество ждет от ученых объективной истины — возможно более достоверной информации о реальности. Но наука не только готовое знание, она также и деятельность по добыванию этого знания.

Именно деятельностный аспект науки в центре интересов Кеннона. Ученый, размышляет он, воздействует на природу посредством специальных методов (наблюдение, эксперимент и др.) с целью выпытать у нее ответы. Но для этого он должен сперва уметь задавать вопросы. Исследователь — это прежде всего «генератор вопросов». За способностью наблюдать факты, сопоставлять и обобщать их, получать выводы и осуществлять другие операции, воспроизводимые в схемах логики, скрыта главная страсть ученого — изобретать все новые и новые вопросы. Это должны быть «стоящие» вопросы, обращенные к реальной связи вещей. Итак, важнейшим психологическим свойством, необходимым исследователю, является, по Кеннону, «проблемность» ума, готовность и умение генерировать вопросы.

Проблемность мышления Кеннон считал неотделимой от свойства, которое он назвал «имагинативным инсайтом». Имелась в виду способность воображения (imagination) в сочетании с другой способностью — схватывать оригинальную идею. О том, сколь существенную роль отводил Кеннон этому психологическому фактору научного труда, говорит следующее. Касаясь возрастной динамики творчества, он отмечал, что способность к занятиям наукой и в пожилом возрасте может сохраниться на высоком уровне.

В пользу этого предположения приводился единственный аргумент. Кеннон считал, что и в 70 лет он не утратил дар «имагинативного инсайта». Стало быть, дар воображения в соединении с особым синтетическим актом «инсайта», о котором будет сказано далее, но не само по себе умение оперировать логическими парадигмами или добывать эмпирические данные трактуется как показатель сохранности творческих, а не только интеллектуальных сил ученого.

Из этого отнюдь не следует, будто Кеннон считал пренебрежительно малым в ансамбле свойств, необходимых для занятий наукой, значение способностей к логико-аналитической и эмпирической работе. Речь идет только об ансамбле и о первой скрипке в нем. Ею Кеннон считал воображение.

Воображение, согласно Кеннону, определяет не только рождение достойного затраты творческой энергии вопроса. Оно необходимо и при планировании исследований, и тогда, когда открытые факты требуют интерпретации [1, стр. 34].

Главную работу по построению исследовательской программы — этой основной единицы научной деятельности — Кеннон относит, стало быть, на счет воображения. Не удивительна ли настойчивость, с которой естествоиспытатель, прошедший большую часть своей жизни в лаборатории, подчеркивал первостепенную важность именно этого качества личности, работающей в науке, где больше всего ценятся строгость логических построений, точность вычислений, сухая протокольность суждений?

Следует иметь в виду, что указанные критерии научности стала возводить в особый культ неопозитивистская философия. Она использовала резко усилившийся в 30—40-х годах процесс формализации и математизации резуль-

татов исследований с целью утвердить идею универсального «научного метода» как сверхмощного логического орудия.

Эту идею отстаивал «логический эмпиризм» — философия, сам титул которой выражал притязание на то, чтобы сомкнуть строго логический анализ знания с «чистой» эмпирией, с «голыми» фактами. У нас нет сведений о том, сталкивался ли Кеннон с этой концепцией. Его самым близким другом был известный философ Р. Перри. Ему посвятил Кеннон свою главную, обобщающую книгу «Мудрость тела». Перри в этом посвящении назван «руководящим философским другом». И вряд ли Перри, повседневно общавшийся с Кенноном, широкие философские запросы которого нам хорошо известны, не обсуждал с ним концепцию, претендовавшую на то, чтобы быть современной логикой науки.

Но все это предположения биографа. Факты же говорят о том, что, во-первых, Кеннон отвергал позитивистскую трактовку науки как совокупности зафиксированных наблюдателем посредством специальных эмпирических методов фактов. Об этом он пишет прямо, указывая, что его концепция «несовместима с идеей о том, что область науки — строгое описание» [1, стр. 108]. Во-вторых, он придерживался иных представлений о логике научного исследования, чем доминировавшие в западной философии его эпохи.

Об этих представлениях мы скажем дальше в связи с его разбором «рабочих принципов» науки. Здесь же отметим, что, считая «первым реквизитом карьеры исследователя» любопытство, стимулирующее деятельность воображения, он вовсе не сводил науку к игре фантазии, не считал второсортной либо вспомогательной трудоемкую работу по добыванию эмпирического материала и его логическому анализу. Просто он иначе понимал соотношение между теми составляющими исследовательского процесса, которым соответствуют различные способности личности ученого: воображение, чувственное восприятие и логическое мышление.

Мы видели, сколь высоко он поставил воображение, и вместе с тем он постоянно настаивал на том, что источником научных знаний является прямое общение с реальностью, представляющее тяжелый и упорный труд. «Говорят, что исследователи заняты поисками истины.

Сами они определяют свои цели менее претенциозно...» [1, стр. 34].

В действительности для экспериментатора самое важное — узнать, признаются ли другими установленные им факты и подтверждают ли эти факты теорию, выстроенную им в своем воображении [1, стр. 34].

Созидаемые на уровне воображения гипотезы находятся под неусыпным контролем опыта, властно врывающегося в феерию порождаемых творческой личностью идей, проектов, теоретических конструкций. Гексли как-то заметил, что трагедия научного исследования состоит «в убийстве прекрасной гипотезы безобразным фактом». Такими маленькими и большими трагедиями наполнено повседневное бытие обитающего в лабораториях племени. Посредством фактов в мир умственных построений вторгается независимая от них реальность, на милость которой должна сдаться любая не способная справиться с ней теория, сколь логически стройной и математически обоснованной она бы ни была.

Крушение же теории имеет прямое отношение не только к движению идей, но и к жизни выстрадавшей ее личности. Поэтому, характеризуя качества, делающие индивида пригодным к научным занятиям, Кеннон специальное внимание обращает на способность быть в любой момент готовым к тому, чтобы принести излюбленную идею в жертву суровой реальности.

Как и любой человек, исследователь склонен видеть в воспринимаемых объектах уже знакомое. Обычно лишь в случае резкого расхождения между сложившимся представлением о предмете и новой информацией о нем внимание активизируется и субъект начинает испытывать состояние интеллектуального дискомфорта. Ученый же, полагает Кеннон, должен обладать умением ощущать несовпадение между схемой и реальностью на каждом шагу, а не только при их резком расхождении. Незначительные отклонения в орбите Урана позволили Адамсу и Леверрье открыть Нептун; определение незамеченных линий в солнечном спектре привело к открытию гелия и т. д. Без терпеливого, настойчивого варьирования наблюдений и опытов с обостренным вниманием к самым незначительным деталям невозможно вынудить природу выдать свои тайны. А это требует бесконечного терпения, психической и физической выносливости — качеств, отличных от

способности продуцировать оригинальные идеи, но без которых эта способность сама по себе бессильна обеспечить успех в науке.

Никаких алгоритмов изобретений или открытий, по Кеннону, не существует, и «знание в значительной степени приобретается методом проб и ошибок» [1, стр. 39].

### «Инсайт»

Если к творческому решению ведет упорный труд, компонентами которого являются бесчисленные пробы и ошибки, то как объяснить особые состояния «озарения», «инсайта», когда неожиданно для самого ученого рождается счастливая идея, приходящая, по цитируемым Кенноном словам Гельмгольца, «внезапно, без усилий, как вздох»? И хотя не все научные работники испытывают это состояние, именно в нем издавна принято видеть кульминационный пункт творческой активности, в отличие от будничной работы мысли.

Кеннону, как отмечалось, «внезапное озарение» было знакомо уже в детские годы: оно возникало у него при попытках понять принцип устройства и работы какой-либо игрушки. Став исследователем, он нередко испытывал это состояние. Вспоминая, например, о том, как складывалось его учение о телесных изменениях при эмоциях, он сообщает, что долгое время не мог объяснить, что же является общим для всех этих изменений, столь различных и, казалось, лишенных внутренней связи. Лишь после длительного сопоставления многих фактов в одну из бессонных ночей он открыл связующую нить: его озарила мысль о том, что наблюдаемые при эмоциях различные нейрогуморальные сдвиги могут рассматриваться как телесная подготовка к проявлению организмом «высшего усилия в ситуациях бегства или борьбы» [1, стр. 60].

Также по типу «инсайта» в период бессонницы у него возникла идея прибора для определения свертывания крови. На «автоматическую» работу мозга он полагался и тогда, когда готовился к публичным выступлениям. В этих случаях он намечал перед сном главные пункты, проснувшись же, убеждался, что мозг «изготовил» за время сна удачные способы выражения мыслей, убедительные примеры и т. д. У него всегда наготове был карандаш,

чтобы успеть при пробуждении зафиксировать свежие идеи.

В подтверждение факта «внезапного озарения» как высшей точки взлета творческой мысли Кеннон приводит свидетельства других ученых, в частности рассказ его друга физиолога О. Леви о том, как он изобрел эксперимент, доказавший химическую передачу нервного импульса. Предположения о том, что некоторые вещества способны производить эффекты, подобные действиям симпатических нервов и вагуса, высказывались до Леви и были ему, занимавшемуся проблемой передачи нервного импульса, конечно, знакомы. Однако экспериментального доказательства гипотезы не было. Замысел эксперимента, способного ее подтвердить, родился у Леви во сне. Как-то, задремав после чтения пустячной новеллы, он проснулся от сверкнувшей идеи и быстро ее записал. Однако утром он с ужасом обнаружил, что не может разобрать собственные каракули. Леви пошел в лабораторию, надеясь, что в окружении знакомых приборов воспроизведет ускользнувший план опыта. Но сколько он ни вертел в руках свою запись, «инсайт» не появлялся. Он пришел к нему опять же во сне, в следующую ночь. На этот раз он записал свои мысли достаточно разборчиво и, придя на другой день, выполнил эксперимент, который Кеннон назвал одним из самых красивых в истории биологии.

Феномен «внезапного озарения» («инсайта») является одной из наиболее ярких и вместе с тем загадочных вспышек творческого сознания. Он неоднократно давал повод для идеалистических спекуляций. Отвергая возможность действия каких бы то ни было сверхъестественных факторов, Кеннон не мог допустить, чтобы орган, посредством которого рационально познается природа, был сам управляем иррациональными силами. Он полагал, что «инсайт» — это одно из психических состояний, обусловленное общей структурой научной деятельности и имеющее реальную физиологическую основу. Феномен, о котором идет речь, резко выделяется на фоне обычного течения процессов мышления, регулируемых осознаваемой целью и доступных волевому контролю. Здесь же решение приходит неожиданно, как независимое от сознательных усилий личности.

Факт «инсайта» указывает на ограниченность традиционных психологических представлений о творческой ак-



тивности сознания. Он требует ее более адекватного объяснения, ключ к которому Кеннон предлагал искать в физиологии, а не в психологии. Кеннон отвергал представления о бессознательной психике. Он полагал, что само выражение «бессознательная психика» вносит путаницу. «Для меня как физиолога,— подчеркивал он,— психика и сознание эквивалентны. Сознание связано с динамикой процессов в коре», т. е. только с высшими формами нервной активности.

Кеннон вспоминает, что ему приходилось дискутировать с психологами на эту тему. Один из его оппонентов настаивал на том, что психический фактор замешан всюду, где нервы управляют мышцами. Кеннон, возражая ему, указывал, что тогда придется признать, что психика регулирует работу всех органов и систем, поскольку все они снабжаются нервами.

Наше знание о связи психических (ментальных) состояний с нервными импульсами так скудно, замечал он далее, что приходится прибегать к аналогиям.

Иногда физиологи сравнивают сознание с фонарем, освещающим лишь весьма ограниченную часть погруженной во мглу местности, иногда — со светлым пятном, перемещающимся по пространству больших полушарий. Кеннон использует другую аналогию. Подобно тому как работа предприятия находится под общим наблюдением директора, а в различных цехах идет своим чередом невидимая ему работа, за сознанием, локализованным в коре мозга, остаются общие контрольные функции, в других же частях нервной системы разворачиваются процессы, имеющие собственный, чисто физиологический механизм регуляции. Однако это лишь декларировалось в форме общего постулата. Не предполагалось никаких позитивных гипотез о том, каким образом события, совершающиеся в глубинах мозга, дают вспышку сознания, переживаемую как неожиданное открытие.

По существу, объясняя процессы творчества, Кеннон меньше всего апеллирует к физиологии. Чутье реальности подсказывало ему, что для понимания психологии творчества нужно идти не в глубь организма, а к объективной, независимой от индивидуального сознания структуре проблемной ситуации.

Разбирая условия, благоприятные для «озарения», неожиданной догадки, он отмечает следующие: большой ин-

интерес к проблеме, ее четкое определение и страстное желание ее решить [1, стр. 63].

Интерес, определение, желание — все это психологические (интеллектуально-мотивационные), а не физиологические факторы. Они характеризуют направленность и познавательные возможности субъекта в их отношении к проблеме, которая ставится наукой в определенный момент ее развития.

Догадка в силу своей яркости и неожиданности способна ослабить действие контрольных механизмов познания. Известны случаи иллюзорных «инсайтов», мнимых решений, принимаемых за открытия. Любая догадка поэтому должна быть проверена. Контроль же требует упорного систематического труда, от которого, согласно Кеннону, не освобождают ни щедрость «инсайта», ни щедрость случая.

### Роль случая в научном открытии

Творчество всегда содержит элемент непредвиденного, непредсказуемого. Иногда исследователь открывает совсем не то, что ищет.

Этот феномен Кеннон обозначил термином «серендипити». Серендип — древнее название Шри Ланка. В одной из новелл писателя XVIII в. Г. Вальполя рассказывает о трех принцах на этом острове, отправлявшихся в путь с целью найти одно, но открывавших каждый раз совсем другое.

Кеннон приводит ряд примеров «серендипити» в деятельности крупных ученых, путешественников, изобретателей. К разряду случайных относятся открытие Гальвани «животного электричества», Клодом Бернаром — нервной регуляции работы сосудов, Пастером — иммунизации, Ш. Рише — аллергических реакций и др. Анализируя собственный опыт, Кеннон относит за счет «серендипити» свои открытия таких капитальных фактов, как торможение двигательной активности желудка при аффектах, ускорение сердцебиения при раздражении симпатических нервов и изменение биотоков головного мозга при переходе от покоя к активности.

Мы уже знаем, что каждое из отмеченных открытий стало вехой в творчестве Кеннона. Они положили начало

новому направлению его работ. Стало быть, важнейшие поворотные пункты на пути исследователя возникали благодаря «серендипити».

Успех обеспечивала не заранее продуманная стратегия, а случай. Не были ли тогда напрасны усилия, вложенные в построение и реализацию своей исследовательской программы? Обращаясь к феномену «серендипити», Кеннон под новым углом зрения анализирует достижения физиологии. Он рассматривает научные результаты не сами по себе, а в свете обстоятельств, при которых они были получены. И здесь обнаруживается расхождение между целью деятельности и ее результатом. Неожиданный, случайно полученный результат оказывается несравненно более существенным, чем исходная цель, ради которой предпринимался весь трудоемкий поиск. Создается впечатление, что природа вкладывает в руки исследователя вещи, которые он не вырабатывал. Поэтому ее подарки могут показаться незаслуженными. Такая оценка была бы справедливой, если бы открытие носило «вещный» характер, являлось бы своего рода кладом, на который случайно натолкнулся искатель.

Взгляд на открытие как на вещь имеет гносеологическую подоплеку, а именно мнение о научном факте как о чувственно-данной реальности, обнажающей свою сущность перед тем, кому посчастливится ее заметить. Но концепция чистого факта несостоятельна. Конечно, реальность существует сама по себе, безотносительно к чувственным или рациональным способам ее отображения. Вместе с тем ее научное освоение предполагает активность субъекта, оперирующего созданным наукой концептуальным аппаратом. Помимо этого никакое открытие, в том числе относимое к случайным, в принципе невозможно.

Факт оценивается как открытие (а не только эмпирическая данность), когда представление о нем пронизывают идейно-теоретические нити, соединяющие его со всем упорядоченным знанием об определенной области действительности (в физиологии — об организме).

Открытие выступает в качестве случайного по отношению к индивидуальной исследовательской программе, которой оно не могло быть предвосхищено. Но оно оказывается вполне закономерным, если его рассматривать в контексте логики развития науки.

Явление «серендипити», как и явление «инсайта», говорит о том, что процесс исследования не может быть адекватно реконструирован, если работу ума ученого представлять по образу и подобию работы по решению логических задач.

Ограниченность логической реконструкции и дает повод для предположения, будто в условиях, когда направленная, логически контролируемая деятельность не ведет к искомому результату, остается положиться на волю случая.

Однако уже размышления самих естествоиспытателей о роли фактора случайности в научном творчестве привели их к выводу о том, что открытие, кажущееся чисто случайным, становится возможным только на подготовленной для него почве. Оно должно иметь предпосылки в интеллектуальном развитии исследователя. «Случай благоприятствует подготовленному уму», — говорил Пастер. Сходную мысль высказывал знаменитый американский физик Дж. Генри: «Семена великих открытий постоянно плавают вокруг нас, но они пускают корни лишь в тех умах, которые готовы их воспринять» [1, стр. 75]. Кеннон, приводя эти высказывания, присоединяется к ним и поясняет: «Случай включает как наблюдаемый феномен, так и наблюдателя» [1, стр. 75].

Остается, однако, неясным, какие процессы должны произойти на «полюсе» наблюдателя, чтобы он оказался чувствительным к феноменам, которые, по-видимому (для самого субъекта), случайно позволяют приподнять завесу над неведомою гранью реальности. Кроме общих соображений о преднастройке ума, о его готовности «не упустить случай» Кеннон по этому поводу ничего не сказал. Правда, уже сама по себе идея преднастройки указывала на то, что и так называемые случайные открытия не даются даром, но непременно предполагают предшествующее развитие творческой мысли исследователя и соответственно затраченную на это энергию.

Само по себе указание на подготовленность случайных открытий еще не раскрывает порождающих их факторов. Анализу должно быть подвергнуто содержание опыта, с тем чтобы выявить тенденции, которые снижают порог чувствительности к фактам, оцениваемым как неожиданные и потому относимым к случайным открытиям. Поясним это положение.

Ученый проводит эксперименты, руководствуясь определенными представлениями об эффектах, которые в условиях надежного контроля могут быть с высокой степенью вероятности им получены в результате воздействий на исследуемый объект. Когда, например, Клод Бернар перерезал волокна, иннервирующие ухо кролика, он исходил из того, что температура этого органа должна понизиться.

Его уверенность базировалась на мысли о том, что первые импульсы производят «животную теплоту», являясь источником энергии. Стало быть, чувственно-наблюдаемое осмысливалось Бернаром сквозь призму принятой им объяснительной схемы. Между тем проделанный эксперимент дал эффект, противоположный ожидаемому. Температура не только не упала, но, напротив, повысилась. Отчего это произошло? Ответ можно было получить, лишь заменив предшествующую объяснительную схему новой. Она сложилась у Бернара не сразу.

Неожиданность экспериментального результата не привела к открытию (отнесенному в дальнейшем к категории случайных), пока не созрело представление о том, что нервные импульсы выполняют иную функцию, чем предполагалось раньше: они не источники теплоты (энергетическая функция), а регуляторы просвета сосудов (регуляторная функция). Расширение сосудов при денервации и объяснило изменение температуры. Только когда указанное представление утвердилось в сознании Бернара, произошло открытие, оцененное Кенноном как «наиболее важный прогресс в наших познаниях со времен Гарвея» [1, стр. 71].

Стало быть, за чувственно-наблюдаемым изменением температуры стояло принципиально новое понимание смысла иннервации кровеносных сосудов. В открытии этого смысла, а не в случайном обнаружении необычного эффекта и заключалось главное достижение Бернара. По Кеннону, мы сталкиваемся здесь с ярким примером «серендипити»: Бернар рассчитывал, что температура снизится, но она повысилась. Искал одно — нашел другое.

В действительности, найденное Бернаром приобретало значение лишь в контексте глубинных сдвигов в физиологическом мышлении, происходивших в ту эпоху. Сдвиги эти совершались закономерно. Они не зависели от той или иной случайной находки. Ощущение же случайности

открытия объясняется его неожиданностью для всех, кто придерживался стереотипных для той эпохи физиологических объяснений.

Когда говорят о том, что «случай благоприятствует подготовленному уму», под подготовленностью (преднастройкой) следует понимать не только назревшую чувствительность к новым способам интерпретации, но и неудовлетворенность прежними, ощущение их неадекватности достигнутому уровню знания, ощущение их бессилия перед назревшими проблемами.

Сказанное о Бернаре может быть с равным правом отнесено и ко многим другим приводимым Кенноном примерам «серендипити», в том числе и к почерпнутым им из собственного опыта.

Так, замеченное им торможение двигательной активности пищеварительного тракта само по себе, рассматриваемое изолированно от общей системы его идей, еще не может трактоваться как открытие.

Этот феномен показался Кеннону странным, поскольку он противоречил установившимся представлениям о регуляции пищеварения. Никакой находки здесь не было, пока феномен, о котором идет речь, не оказался включен в принципиально новую объяснительную схему. Только тогда (как и при повышении температуры органа в бернардовских опытах) из «случайного» лабораторного наблюдения феномен превратился в крупное открытие. Очевидно, что статус открытия он приобрел благодаря упорному и разветвленному исследованию жизнедеятельности и поэтому не может интерпретироваться как случайный успех того, кому «повезло».

Выделив «серендипити» в качестве одного из существенных моментов творческой активности ученого, Кеннон привлек к нему внимание исследователей этой активности. Введенный Кенноном термин получил ныне права гражданства в американской литературе по проблемам научного творчества.

Но явление «серендипити» нуждается, как мы попытались показать, в дальнейшем углубленном изучении. Его следует рассматривать в двух аспектах: и с точки зрения логики развития науки, насущные запросы которой в нем отражаются, и с точки зрения развития отдельного ума, у которого обостряется чувствительность к тому, что подсказывает ему реальность.

## «Рабочие принципы»

Рисуя психологический мир ученого, Кеннон не ограничивается описанием таких феноменов, как «озарение», «серендипити» и т. п., с которыми издавна соединяется представление об особых творческих взлетах и находках, в отличие от повседневной будничной работы мысли. Эти феномены не иллюзия, ибо творчество всегда содержит элемент непредвиденного, неожиданного. Новый интеллектуальный синтез не может быть рассчитан заранее по правилам логического вывода. Рождаясь в мозгу субъекта, он поражает самого автора своей необычностью. Значит ли это, однако, что творческий процесс неподвластен рациональной регуляции? Здесь мы сталкиваемся с вопросом, кенноновский ответ на который приобретает особый интерес в свете современных дискуссий о соотношении психологии научного исследования и его логики.

Психология ученого, по Кеннону, включает не только переживания типа «инсайта», но и убеждения, носящие характер «рабочих принципов». Они-то в системе кенноновских размышлений и выступают в качестве объективных, рациональных регуляторов творческого процесса. Поскольку же целью этого процесса является добывание того, что не изведано, им присущ эвристический характер, т. е. именно они упорядочивают исследовательский поиск в направлении, ведущем к новым открытиям. Тем самым творческое достижение перестает быть находкой, подаренной игрой случая.

Вводя понятие о «рабочих принципах», Кеннон перебрасывал мост между психологическим и логическим в деятельности творческой личности. С одной стороны, в качестве убеждений ученого эти принципы укоренены в сфере его внутренних установок; с другой — в качестве принципов, которые имеют объективную ценность и направляют мысль по руслу, не зависящему от переживаний и творческих состояний субъекта; они подобны логическим схемам. Идея Кеннона о своеобразной биполярности «рабочих принципов» являлась новаторской и перспективной. Из нее следовало, что преодолеть традиционную расщепленность психологического и логического подходов к науке можно лишь путем преобразования обоих.

Психологический план анализа охватывал теперь наряду с особыми творческими «вспышками» и находками непредвиденно возникающими по ходу исследовательского процесса, также и те стабильные объективные факторы, которые организуют его изнутри. Как мы сейчас увидим, по существу здесь речь шла об определенной логико-методологической ориентации.

Это видно уже из того, что к «рабочим принципам» Кеннон относил, в частности, убеждение, согласно которому любые «явления, какими бы загадочными и таинственными они ни казались, в основе всегда имеют естественное объяснение и открывают свои секреты настойчивым, изобретательным и осторожным усилиям исследователя» [1, стр. 117]. Он указывал, что ученый в этом отношении должен придерживаться убеждений, которыми люди руководствуются в практике своей обыденной жизни, когда, сталкиваясь с фактами, которые трудно понять, исходя из наличных представлений о естественном порядке вещей, сохраняют уверенность, что и в этих случаях нет оснований заподозрить действие сверхъестественных причин. Кеннон рассказывает, как однажды по инициативе профессора психиатрии М. Прайнса была создана специальная комиссия, в которую наряду с известным астрономом Г. Шапли, физиком Т. Лиманом, фокусником Г. Гудини вошел и он. Комиссия назначила премию в 5000 долларов тому, кто представит какое бы то ни было свидетельство действия «супернатуральных сил». За все время существования этой комиссии она получила лишь одно предложение. Оно поступило из психиатрической лечебницы от больного, пообещавшего при условии, если его оттуда выпустят, продемонстрировать некоторые сверхъестественные явления [1, стр. 118].

Ученому на каждом шагу приходится сталкиваться с большими трудностями в поисках причин наблюдаемых фактов. Когда наличный запас знаний об этих причинах оказывается недостаточным, он упорно продолжает их доискиваться, поддерживаемый уверенностью, что в конечном счете их удастся открыть в пределах доступного рациональному объяснению и эмпирической проверке.

Кеннон ссылается на собственный опыт. В течение длительного времени не удавалось обнаружить факторы, от которых зависит ускорение деятельности сердца при эмоциональном возбуждении. Были проверены и выключе-



чены все известные стимулирующие агенты. Но причины ускоренного сердцебиения при эмоциях оставались загадочными. Убеждение в том, что здесь нет мистики, но должны действовать естественные регуляторы, поддерживало усилия, направленные на их выявление. И настойчивость оказалась оправданной. Причина была выявлена, ее удалось обнаружить на уровне иннервации со стороны симпатической системы.

Эти кенноновские положения свидетельствуют о его последовательно детерминистской ориентации в философских проблемах естествознания. При этом он был уверен, что такая ориентация непосредственно связана с практикой научного исследования, с повседневным трудом натуралиста и поэтому имеет сугубо рабочий, а не только абстрактно-философский смысл. Установка, о которой мы здесь говорим, присуща складу ума естествоиспытателей во все времена. Убежденность в том, что, объясняя природу, нужно исходить только из нее самой (а не из каких бы то ни было внешних по отношению к ней сил), из естественной связи причин и эффектов,— незыблемое кредо людей науки. Ограничясь Кеннон этим общим положением, не было бы оснований утверждать, что выдвинутые им «рабочие принципы» выражали не только глобальный методологический подход, но и имели непосредственное отношение к логике исследования физиологических объектов как таковых. Из указанных принципов извлекаются выводы прогностического характера. Сталкиваясь с каким-либо проявлением телесной активности, физиолог, еще будучи в неведении в отношении его причин, уже знает направление, в котором должен вестись их поиск. Это направление задается общей схемой «телесной организации», в свете которой конкретные, частные феномены, на изучении которых сосредоточен повседневный лабораторный труд физиолога, выступает в их действительном соотношении. Это соотношение не лежит на поверхности. Оно должно быть открыто. Под открытием, как явствует из разъяснений Кеннона, могут пониматься различные вещи. Иногда, говоря о нем, имеют в виду какой-либо частный феномен типа открытия адреналина как секрета надпочечников или торможения мышечной активности при раздражении определенных нервных структур. Но эти открытия, сколь важны бы они ни были, в свою очередь сталкивают физиолога с множеством во-

просов, ответ на которые можно получить, лишь открыв (а это уже открытие другого типа) их назначение и роль в «телесной экономии». Вопрос, например, о том, увеличивается или нет выброс адреналина при эмоциональном возбуждении, и теснейшим образом связанный с ним вопрос о том, существует ли нервная регуляция деятельности надпочечников, служили предметом ожесточенной полемики между школой Кеннона и кливлендской группой физиологов, отрицавшей открытия Кеннона. Одни и те же факты расценивались по-разному. И Кеннона, как он признает, поддерживало «на протяжении длительных контrovers по поводу адреналовой секреции, определенное убеждение» [1, стр. 112], относящееся к разряду «рабочих принципов». Это убеждение толкало на поиски новых экспериментальных аргументов, новых возражений оппонентам. Оно мотивировало сотни и сотни опытов. Именно благодаря ему, а не самим по себе измерениям количества адреналина и наблюдениям за эффектом раздражения чревных нервов выводы Кеннона были в конце концов признаны научной общественностью в качестве важного научного открытия.

Что же представляют собой регуляторы исследовательского поиска, названные Кенноном «рабочими принципами»? Они выступают в его трактовке не как извне заданные нормативы, а как принципы, присущие природе самих физиологических объектов, их организации. Организация же мыслилась в новом ключе соответственно генеральной идее, получившей завершение в теории гомеостазиса.

Как мы уже говорили, эта теория позволила переосмыслить телеологический подход. Идея о том, что происходящие в теле события направлены к полезной цели, а именно к сохранению, вопреки возмущающим влияниям среды, его стабильного состояния, требовала рассматривать любые компоненты и функции живой системы в качестве приспособлений, обеспечивающих благополучие тела.

Из этого следовало, что каждая часть системы действует телеологически ради блага целого (поддерживая его устойчивость). Операции же, координируемые этой целью, предполагают существование специальных телесных «придатков», доступных физиологическому опыту, эмпирическому наблюдению и анализу. Факты, обнаруживаемые на чисто эмпирическом уровне, являются, с этой

(физиологической) точки зрения, скорее предоткрытиями, чем открытиями в строгом смысле слова. Они приобретают статус истинно физиологических открытий, когда выясняется их роль в служении системе организма как целесообразно функционирующего целого. Эмпирически наблюдаемое всегда имеет теоретическую подоплеку. Описание — лишь первый шаг на пути к главной цели — объяснению. Объяснение же для Кеннона означало применительно к внутриорганическим процессам синтез вопросов «почему?» и «для чего?».

Мы уже отмечали, что этот синтез мыслился Кенноном, исходя не из виталистического, а из дарвиновского понимания телеологического характера биологических реакций, т. е. из представления о том, что их целесообразность — продукт естественного отбора, а не особой витальной силы или «интеллектуального предвидения».

Как мы видели, Кеннон полагал, что «рабочие принципы» черпаются не из внешнего по отношению к физиологии источника, а из «природы телесной организации». Здесь в гносеологическом плане ярко проявилась материалистическая установка, присущая, как в свое время подчеркивал В. И. Ленин, подавляющему большинству естествоиспытателей. Направляющие познание факторы, по убеждению Кеннона, эффективны лишь потому, что соответствуют объективным свойствам организма, его независимому от творческой активности субъекта гомеостатическому устройству. Эти интеллектуальные факторы не сотворены субъектом, а как бы извлечены из самого предмета. Между тем вещи, существующие независимо от сознания (в том числе и предметы научных исследований), даны ему не иначе как в системе отражающих реальность категорий. Категории же изначально историчны.

Такой «научный предмет», как организм, складывается на протяжении многих эпох развития биологического познания. Кеннон не заблуждался, полагая, что выдвигаемые им «рабочие принципы» и строго логически следующие из них выводы как бы почерпнуты из самой природы организма. Но он не отмечал исторического характера этих принципов, открытых на определенном этапе развития физиологии и потому отражающих особенности исследования объектов этой науки в определенный период. Поэтому фактически (хотя сам Кеннон этого и не осознавал) логика научного открытия изображалась в его кон-

цепции не только в качестве предметно-содержательной, но и предметно-исторической. Она синтезировала достижения предшествующего уровня развития биологической мысли и подготавливала ее последующий прогресс. В частности, системная интерпретация процессов и функций содержала новый подход к вопросу о соотношении целого и части. Прежнее понимание причинности — каузальности, переносившее на поведение живых систем особенности взаимодействия тел в мире механики, сменялось новыми воззрениями на причинные факторы жизнедеятельности. Все эти положения можно было бы извлечь из кенноновских трудов, даже если бы он и не оставил нам «Путь исследователя», работа над которым побудила его подвергнуть специальному разбору руководящие методологические начала научного творчества в области физиологии. Но важен сам по себе факт углубленных кенноновских размышлений об этих началах, факт, который, как уже отмечалось, свидетельствовал о потребности исследователей осмыслить своеобразие своей деятельности в новых социально-исторических обстоятельствах.

## Научная школа

Микроуровень научного общения — это непосредственные контакты между учителем и учеником. Другая форма прямых контактов реализуется, когда в качестве своеобразного субъекта творчества выступает объединение исследователей, создающих первичный коллектив — «малую группу». Здесь проблема связи между научным познанием и научным общением выступает в новом ракурсе. Участников объединяет не только решение образовательной задачи — приобщение к науке, но и координация усилий по реализации единой исследовательской программы.

Ныне принято говорить, что время одиноких научных талантов безвозвратно ушло в прошлое, что идеи производят теперь исследовательские коллективы и целые комбинаты. Это суждение верно лишь в том смысле, что в современную эпоху изменился характер отношений между индивидуальным и коллективным творчеством. Но неразрывная связь между ними изначально присуща науке. Об этом свидетельствуют, в частности, научные школы

как сфера реализации единства познания и общения. Они, выполняя образовательные и исследовательские функции, столь же древни, как и сама наука. Разделение указанных функций, обусловленное общими закономерностями дифференциации человеческого труда (при его усложнении), привело к появлению научного объединения особого типа — школы — исследовательского коллектива. Эти ассоциации исследователей превратились в важнейшие микроцентры науки. Кеннон создал и возглавил один из них. Опираясь на собственный многолетний опыт руководства исследовательским коллективом, он высказал ряд соображений по вопросам, вызывающим интерес современных науковедов.

Прежде всего обратим внимание на то, что он видел в коллективе «организм», систему, имеющую свою историю. Развитие системы зависит как от программы ее деятельности, так и от межличностных отношений, в регуляции которых ключевая роль принадлежит лидеру. Лидерские функции выполняет профессор. Но между его деятельностью в студенческой аудитории и в исследовательском коллективе имеется существенное различие. В аудитории его общение со слушателями определяется задачами педагогики творчества — приобщить к науке как деятельности, культивировать самостоятельность и критичность мышления и т. д. Он должен поощрять расхождения в интересах, подходах, оценках, поддерживать тех, кто выходит на путь, совершенно отличный от его собственного. Именно таким лектором был Кеннон.

Иная ситуация складывалась при отборе им новых работников для своей исследовательской группы. Здесь он в качестве руководителя группы (школы) занимал другую позицию. Прежде всего он выяснял, каковы личные интересы тех, кто приходил к нему работать. Чтобы включиться в исследование, недостаточно обладать знаниями, оригинально мыслить и т. д. Прежде всего необходима, по мнению Кеннона, определенная мотивационно-личностная установка — стремление удовлетворить собственное любопытство. Без этого в лаборатории делать нечего.

Мы уже отмечали, что, характеризуя психологические свойства, необходимые исследователю, Кеннон на первое место ставил «порицаемое поэтами и теологами» любопытство. Любопытство предполагает, что ум уже захвачен вопросом, который не дает ему покоя, пока не будет до-

быта информация, способная утолить познавательную жажду.

Движение мысли имеет вопросно-ответную форму. И если у субъекта нет вопроса, у него не возникает внутренней мотивации, побуждающей искать новую истину. Вопросы же должны стать его собственными, захватывающими все его существо. Без включенности Я продуктивное исследование невозможно.

Итак, Кеннон, начиная свое знакомство с пришедшим к нему студентом или ассистентом с изучения его мотивационной «биографии», полагал, что необходимым условием вхождения индивида в группу служит уже назревшая у него потребность заняться проблемой, на решении которой сосредоточены усилия остальных членов коллектива.

Далее. Чтобы решить вопрос о том, целесообразно ли принять новичка в лабораторию, должна быть произведена важнейшая для последующего успеха операция: личные интересы этого новичка следует соотнести с исследовательской программой. В этом пункте наиболее ярко проявляется одна из важнейших особенностей организаторского мышления лидера — его способность принять решение, основанное на сопоставлении трех рядов представлений: об индивиде, о межличностных связях в группе и о предметно-логическом содержании ее деятельности. Если личные интересы новичка не совпадают с проводимыми лабораторией исследованиями, то ему лучше перейти в другую лабораторию.

Это может показаться слишком суровым решением, пишет Кеннон, но его справедливость подтверждена опытом. Индивид приходит в лабораторию, когда помимо нее не может реализовать свои познавательные интересы, но лаборатория — это не «пространство» для проведения опытов, а коллектив, включаясь в который новичок приобретает особую практику — практику общения. Он усваивает не только знания, но и способы взаимодействия с людьми науки. Они готовы ему помочь (советом, критикой, совместным экспериментом и т. д.) лишь в том случае, если это соответствует их собственной мотивации, обусловленной общей стратегией и программой.

Коллектив оказывается полезным новичку, когда новичок необходим коллективу. Вместе с тем Кеннон отмечает, что общность интересов не означает тождества спо-

собов, стилей мышления. Напротив, различие подходов (при единстве программы) оказывается чрезвычайно плодотворным для жизни лаборатории.

Здесь действует своеобразный принцип дополнительности, который обеспечивает общий успех. В качестве примера Кеннон приводит утвердившееся в его лаборатории синтетическое изучение организма как целостной системы с аналитическим. Кеннон считает счастьем, что его ассистентами были А. Форбес и Х. Дэвис — «высококвалифицированные эксперты по анализу», тогда как он стремился исследовать функции отдельных органов и тканей с точки зрения их взаимоотношений в поведении всего организма. Это свидетельствует о том, что различия в стиле познания не являются непременно барьером или неблагоприятным фактором для складывающегося в исследовательской группе единого стиля общения, и более того, при определенных условиях указанные выше различия могут давать позитивный показательный эффект, как это имело место в кенноновской лаборатории.

Характер общения в ней отличался демократизмом, непринужденностью, свободой критики любых идей, кому бы они ни принадлежали, не исключая главы школы. Кеннон вспоминал, как однажды в Гарвард приехал из другой страны блестящий исследователь. Осторожно постучав в дверь лаборатории, он в ответ на разрешение вошел, приблизился к профессору и, щелкнув каблуками, низко поклонился в пояс. Попытки Кеннона доказать ненужность подобного обращения к руководителю оказались тщетными. Когда же этот приезжий ученый увидел, как в конце работы собравшиеся в лаборатории сотрудники всех рангов в непринужденной атмосфере, с шутками стали в дружеской беседе обсуждать итоги дня, он пришел в ужас от отсутствия формальностей, без которых ему казалось противоестественным общение в научном учреждении.

До сих пор речь шла о нераздельности познания и общения в условиях непосредственного контакта между теми, кто обучает искусству исследования, и теми, кто овладевает этим искусством, а также между индивидами, образующими относительно замкнутую школу — исследовательский коллектив. Но коммуникации в науке распространяются далеко за эти пределы, охватывая все сообщество ученых. Более того. Поскольку наука — лишь под-

система в грандиозном социальном механизме, проблема соотношения научного познания и общения включает в себя аспекты, относящиеся к восприятию и усвоению знаний не только темп, кто их производит, но и обществом в целом.

Эти вопросы также затронуты Кенноном.

Сперва несколько слов о непосредственном (устном) общении за пределами научной школы — лаборатории. Кеннон отмечал продуктивность прямых, как ныне принято говорить, неформальных, контактов между исследователями, представляющими не только различные физиологические центры и направления, но и различные, порой далеко отстоящие друг от друга дисциплины. Пользу таких контактов он смог оценить еще в молодые годы, когда, будучи членом местного клуба, поддерживал постоянные дружеские связи с другими молодыми преподавателями Гарвардского университета: зоологами, психологами, биохимиками, физиками, философами и др. С возрастом контакты расширялись. В период первой мировой войны он оказался связанным общностью интересов с крупнейшими физиологами и врачами Западной Европы. Приобретенный в те годы опыт совместной разработки методов борьбы с шоком он ставил очень высоко, надеясь, что в будущем планомерное изучение больших проблем объединенными усилиями ученых, возглавляющих лаборатории в различных учреждениях, позволит с гораздо большей эффективностью достигать поставленных целей.

Под впечатлением указанного опыта и по его образцу он предпринял попытку организовать коллективные исследования в области эндокринологии.

### Научная дискуссия

Вопросы, касающиеся коммуникаций в науке, — одни из острейших в теории и практике ее организации. Поскольку исследование — изначально социальное предприятие, ученый, занятый наблюдением, вычислением, экспериментальной проверкой гипотез и т. д., неотвратимо должен в конце концов передать свои результаты на научный форум. И здесь начинаются коллизии, обусловленные сложным взаимодействием предметно-логических, личностных и межличностных факторов. Будучи искренне



убежден, что он честно следовал кодексу науки: тщательно и бесстрастно наблюдал факты, критически их взвешивал, делал только те выводы, на которые имел право, ученый оказывается в смятении, когда, несмотря на все принятые меры, встречается со стороны коллег сомнение, недоверие, а то и резко отрицательное отношение к выношенным им идеям. Он готов заподозрить коллег в предвзятости, в стремлении укрепить за его счет собственный авторитет, утвердить свое превосходство. В результате вспыхивают и порой долго длятся конфликты, которые сказываются и на динамике взаимоотношений между людьми науки, и на характере их исследовательской работы. Проследившая глубинные связи между научным познанием и общением, Кеннон показал, что истоки расхождений между учеными скрыты в самой природе науки как процесса безостановочного поиска истины, извилистого, нередко уводящего в сторону от нее.

Он отмечает, что даже в такой точной дисциплине, как физика, король экспериментов Фарадей, по его собственным словам, заведомо знал, что он, вероятно, во многом заблуждается, ибо никто не вправе считать себя непогрешимым в живущей до тех пор, пока она развивается, и потому непрерывно корректирующей свои выводы науке.

Что же тогда говорить о биологии, явления которой несравненно более сложны и где соответственно степень вероятности ошибки неизмеримо выше! Отдельный ученый или их группа могут быть убеждены в надежности контроля за установленными фактами, в своей неоспоримой правоте. Но действительный контрольный механизм принадлежит всему сообществу, а не отдельным лицам, сколь бы авторитетны они ни были. Непрестанная взаимная критика, сопоставление и противоборство мнений, т. е. процессы, которые разворачиваются в сфере общения, являются такими же неотъемлемыми компонентами научного творчества, как и открытие проблем, изобретение гипотез, создание экспериментальных схем и другие процессы, относимые к сфере научного познания. Неразлучность этих сфер не должна дать повод для забвения того, что каждая из них предполагает особый строй деятельности. В некоторых случаях различие в деятельности приобретает характер личностной типологии. Одни ученые, сосредоточиваясь на исследователь-

ских задачах, стремятся избегать открытой конфронтации со своими оппонентами, тогда как другие, вдохновляясь возражениями коллег, становятся блестящими мастерами полемики. В качестве яркого представителя первого типа ученых Кеннон называет Дарвина, второго — Гексли.

Что касается самого Кеннона, то он, опираясь на собственный опыт, считал полемику полезной в том случае, если она ведется на строго интеллектуальном уровне и не наносит эмоциональных травм ее участникам, не порождает враждебности между ними, ведущей к тому, что каналы коммуникаций забиваются статьями, в подтексте которых — скрытые обиды, порождающие слепоту к фактам. Чтобы избежать этого, Кеннон предлагал «взамен нынешнего метода стрельбы друг в друга научными статьями» [1, стр. 100] предоставить возможность тем, кто получил расходящиеся результаты, работать совместно в лаборатории до тех пор, пока не будут выяснены причины расхождений. Этот кенноновский совет базировался на двух в явной форме им не высказанных посылках. Во-первых, предполагалось, что переход с публикационного уровня научного общения на уровень непосредственных личных контактов позволит достичь большего взаимопонимания. Во-вторых, Кеннон надеялся, что совместного наблюдения фактов самого по себе достаточно, чтобы разрешить конфликт. «Упор на наблюдаемых фактах, — писал он, — может вести к дальнейшей более тонкой работе и к новым непредвидимым открытиям» [1, стр. 100]. В отношении преимуществ непосредственного общения Кеннон, несомненно, был прав. Но он недооценивал роль того теоретического, категориального контекста, вне которого непосредственно воспринимаемые феномены не могут приобрести статус научных. Расхождения во мнениях и причины конфликтов чаще всего скрыты в этих интеллектуальных глубинах. На одно и то же явление исследователи смотрят различными глазами (даже если они его совместно воспринимают), когда их концептуальные средства и категориальные установки не совпадают.

В частности, обращаясь к полемике между Гарвардской и Кливлендской лабораториями по поводу одного из главных результатов гарвардцев — открытию того, что секреция адреналина при эмоциональном возбуждении

увеличивается, можно отметить, что, хотя сами кливлендцы обвиняли Кеннона в методической ошибке, действительной причиной этих упреков являлись различия в категориальном профиле двух школ. В глазах кливлендцев факт, установленный Кенноном (в дальнейшем подтвержденный в других лабораториях), не мог считаться достоверным в силу того, что в их физиологическом мышлении сложилось иное, чем у гарвардцев, соотношение между категориями, представляющими нервный, гуморальный и эмоциональный факторы в жизнедеятельности организма.

Кливлендцы делали упор на слабость методики, разработанной Кенноном, не осознавая, что источник расхождений с ним имеет категориальные основания. Кеннон утверждал, что его методика хотя и грубая, но верная. Вместе с тем возражения кливлендцев побудили его изобрести новую экспериментальную модель — денервированное сердце. Эта модель в свою очередь стала важной вехой в развитии двух новых направлений в кенновской школе: учения о гомеостазисе и о медиаторах. Так, полемика стимулировала прогресс исследований. «Мы изобрели это сердце для доказательства своей правоты», — писал Кеннон [1, стр. 104]. Последствия же оказались несравненно более значительными, чем одно только подтверждение того, что было прежде установлено. Вместе с тем споры в процессе общения могут неблагоприятно сказаться на сфере познания, в частности притупить чувствительность к реальности. В пылу полемики ее участники склонны игнорировать несовместимые с их точкой зрения факты. Этот психологический феномен наблюдается не только в науке. Однако в науке его воздействие на движение мысли имеет свои особенности. Они обусловлены тем, что здесь прогресс зависит от остроты восприятия как незначительных деталей, так и явлений, противоречащих первоначальному убеждению исследователя. В экспериментальной полемике между гарвардцами и кливлендцами выявился факт ускорения работы денервированного сердца. Этот факт обнаружили и одни и другие, причем Кеннон и его ученики заметили незначительное ускорение, тогда как кливлендские физиологи — значительное.

Казалось бы, более резкая форма, в которой выступил этот непонятный феномен в наблюдениях кливлендцев,

должна была бы побудить их обратить на него специальное внимание и доискиваться причин. Однако они прошли мимо него и тем самым «прозевали» открытие гуморальной регуляции, упустили случай стать пионерами в изучении заманчивой области химической медиации нервных импульсов. Говоря об отрицательных сторонах полемики в науке, Кеннон отмечал и другие моменты: она нередко вырождается в томительный спор о пунктах, не имеющих существенного значения; из-за остроты дискуссий сомнения в надежности доказательств может по инерции долго сохраняться после того, как она уже прекратилась, и т. д.

Отрицательные стороны научных споров иногда побуждают ученых отстраниться от них и переключить энергию из сферы сомнительного по эффективности общения на сугубо исследовательские цели. Многие могут сказать, что факты в конечном счете говорят сами за себя. Истина — могуча. Будем ждать, когда она восторжествует. Так думал, в частности, Фарадей, которого Кеннон считал «идеальным человеком науки» [1, стр. 107]. Фарадей нередко чувствовал, что его не понимают, игнорируют, ложно истолковывают и т. д. Но отвечал он, по собственным словам, исключительно в тех случаях, когда сталкивался с моральной низостью.

Для Кеннона же такая позиция «невмешательства» была неприемлема. Ученый может отказаться от специальных выступлений в защиту своих идей, боясь, как бы его не заподозрили в нескромности, в апологии личных заслуг. По Кеннону, в защите нуждается не личность, а «прекрасное сооружение научной истины». И поэтому в любом случае, когда ему наносится ущерб, когда факты ложно интерпретируются, открытия оцениваются неадекватно, методы не соответствуют предмету и т. д., ученый обязан отстаивать это сооружение, сражаться за него. Кеннон непосредственно связывал научное общение с борьбой за научную истину, затронув тем самым вопрос о мотивации общения, о побуждениях, под воздействием которых исследователи обмениваются опытом и идеями, тратят энергию на завязывание личных контактов, вовлекаются в полемику.

В силу внутренней связи между познанием и общением ученый испытывает чувство удовлетворения (за этим чувством всегда стоит потребность, симптомом реализа-

ции которой оно является) не только тогда, когда ему самому удастся достичь важных результатов, но и видя достижения других, в особенности своих учеников, даже если он с ними решительно расходится во взглядах.

Источником глубокого удовлетворения для Кеннона, по его собственному признанию, являлись достижения тех его сотрудников, «которые в ходе обучения приобрели специальные навыки высшего порядка, преодолели препятствия, неизбежно сопутствующие новым исследованиям, развили идеи и пошли независимым путем в расширении знания» [1, стр. 96]. Очевидно, что успехи учеников приносят радость лишь при определенной целостной ориентации исследователя. В данном случае — не только ориентации на научную истину как таковую (план познания), но и на воспитание (план общения) людей, способных самоотверженно и бескорыстно ее добывать, даже если добытое ведет к разрушению того, что учитель считал своим главным достижением и на чем базировалась его репутация исследователя.

### Личность ученого

Друг Кеннона — Рольф Перри заметил, что труды ученого могут быть значительнее его личности, иногда личность — величественнее трудов, но, говоря о Кенноне, невозможно отдать предпочтение одному или другому.

До сих пор речь шла преимущественно о научных исканиях и достижениях Кеннона. Конечно, и в научных и в общественных делах выступают индивидуально-неповторимые личностные особенности человека. Поэтому мы надеемся, что уже по предшествующему изложению у читателя сложилось представление о психологическом облике Кеннона. Тем не менее имеет смысл хотя бы кратко охарактеризовать его личность в целом.

Реконструируя целостный психологический портрет личности, приходится выделять ее отдельные свойства: при анализе личности ученого нас, естественно, интересуют прежде всего те свойства, от которых зависит его успех (или неудача) в поиске научной истины. Это не значит, что его поведение за стенами лаборатории безразлично для понимания его роли в науке. Ведь сама наука не замкнутый мир, стерильный по отношению к происходящему за его пределами. И люди науки не абстрактные субстраты познания, а именно люди, во всей их многогранности и сложности. Эта многогранность порой сказывается в том, что в различных жизненных ситуациях человек может проявить несовместимые между собой качества.

Мы говорим в этом случае о его непоследовательности, о слабости или даже отсутствии внутреннего стержня, определяющего единство многообразия личностных

проявлений. Личность Кеннона отличала удивительная цельность. Она выражалась в сочетании качеств, которые, если их рассматривать порознь, могут казаться полярными, несовместимыми. Но именно их видимая полярность создавала внутреннюю гармонию. Среди них прежде всего выделяется мужество.

В науке оно проявилось в выборе непроторенных путей, в «пионерском духе», который, по мнению Кеннона, перешел к нему от предков, приехавших из обжитой Европы на американский «дикий Запад». Он бесстрашно проникал в область непознанного, осваивал одну «землю» за другой. Он подчеркивал, что исследователь должен быть хладнокровным, предприимчивым, готовым идти на риск. Ученый находится, по его мнению, в ситуации риска, так как ему постоянно грозит опасность потерять время на разработку бесперспективной проблемы [1, стр. 30]. А это сокращает творческую жизнь. Поэтому волевое начало в личности ученого ведет к успеху лишь в единстве с интеллектуальным — обостренной чувствительностью к проблемной ситуации в науке, способностью, услышав «зов будущего», вовремя выйти на нужный рубеж. Эта способность особенно резко проявляется, когда исследователь, казалось бы неожиданно, оставляет проторенную дорогу на нужном повороте и находит «боковую тропинку», ведущую, как потом оказывается, к крупному успеху. Такой способностью, по мнению Майкла Фостера, обладал Клод Бернар. Она была свойственна и Кеннону [2, стр. 36]. В огромной массе фактов он замечал золотые крупницы, и это побуждало его круто повернуть на новый, никем еще не изведанный путь<sup>1</sup>. Поэтому не сами по себе бесстрашие и непреклонность, но лишь в сочетании с утонченной восприимчивостью к тому, что подсказывал опыт, обуславливали достижения Кеннона. Говоря о его мужестве в науке, следует иметь в виду еще одно обстоятельство. В течение многих лет его факты и теоретические схемы ставились под сомнение.

---

<sup>1</sup> Так, малопродуктивным направлением оказалось, несмотря на вложенные в него большие усилия, изучение в кенноновской лаборатории функций щитовидной железы. Он писал по этому поводу следующее: «Боюсь, что менее похвальное, чем твердость, проявилось в этом стремлении» [1, стр. 38]. Мужество зачастую сказывается не в отстаивании выношенной мысли, а в умении с ней расстаться.

Поэтому не только при их добывании и проверке испытывались интеллектуальные, волевые, эмоциональные качества его личности, но также и тогда, когда ему приходилось отстаивать свои идеи перед лицом сообщества физиологов. Профессор Чикагского университета Антон Карлсон, вспоминая об участии Кеннона в деятельности Американского физиологического общества, отмечал, что Кеннон был блестящим полемистом. Его выступления в обществе неизменно собирали много слушателей.

Одна из глав кенноновской автобиографии называется «Когда ученые не согласны». В ней говорится о том, что исследователи, выдвигающие оригинальные идеи, постоянно становятся жертвами ложной критики, притом зачастую со стороны высококомпетентных коллег.

В книге, посвященной проблемам научного творчества, Ганс Селье, касаясь этих кенноновских замечаний, пишет: «Обсуждая эти проблемы, Кеннон не говорит о самом себе, но сокровенные чувства отца гомеостазиса доходят до читателя, когда Кеннон мягко добавляет: «Любая резкость, любая тень, бросаемая на умение, способность или личную честность человека, чья работа подвергается критике, возбуждают, конечно, чувство обиды»».

Вряд ли можно сомневаться в том, что сам Кеннон неоднократно испытывал это чувство. Ведь его критики не только ставили под сомнение выдвигавшиеся им гипотезы, но иногда даже обвиняли его (как это было в дискуссии с кливлендцами) в фальсификации результатов опытов. Между тем Кеннон, по свидетельству профессора Карлсона, не выказывал естественной в таких обстоятельствах обиды. «Он часто полемизировал со своими противниками. Однако никто не видел его потерявшим выдержку» [2].

Твердое следование своим убеждениям, каких бы предметов они ни касались и в каком бы кругу ни защищались, сочеталось у Кеннона с обостренной чуткостью к мнению других, критичностью к себе. Оно ничего общего не имело с прямолинейной приверженностью излюбленной идее, с догматической односторонностью ума. Он подчеркивал, что в экспериментальной работе, несмотря на самую тщательную предосторожность, ошибки неизбежны. Поэтому так важно, не жалея усилий, ставить один контрольный опыт за другим. Он делал это сам и учил этому студентов, постоянно спрашивая: «Каковы доказатель-



ства?» «Он был необычайно скромн, — говорил о нем Р. Перри. — Получив все возможные для великого ученого почести<sup>1</sup>, он никогда не считал себя великим, но, напротив, часто сожалел о своей ограниченности. Нередко он глубоко сомневался в себе... Было бы ошибочным считать, что при всем этом Кеннон был мягок и нерешителен. Он верил в свои идеи и был лидером в результате твердости и неотступности в отношении однажды принятых решений и при необходимости он боролся со всей твердостью за свои взгляды в науке или в общественной жизни» [2, стр. 29].

Этого мужественного и серьезного человека, которому ничто не было так чуждо, как беззаботность и безответственность, отличали своеобразная детскость характера, чистота помыслов, неумная любознательность. Не случайно его очень любили дети, принимая в свои игры как равного. В развитии ребенка имеется период, известный как возраст вопросов «почему?». Глядя на мир широко раскрытыми глазами, ребенок начинает досаждать окружающим расспросами о причинах явлений. Непосредственность восприятия в сочетании с умением видеть кругом загадки и неистощимой потребностью искать на них ответы Кеннон сохранил и в зрелом возрасте. Вопросы, бесконечные вопросы — вот что наполняло его жизнь, придавало ей смысл. Он наслаждался их неустанным поиском. Он ценил современников по их способности задавать вопросы. Разбирая бумаги Кеннона, его сотрудница доктор Дринкер нашла большую папку, озаглавленную «Вопросы». В ней лежало множество листочков, в которых разборчивым почерком, без всяких комментариев приводился список вопросов, говоривших о широте интересов и изобретательности ума.

Но вопросы, которые его занимали, являлись, в отличие от детских «почему?», производными зрелой мысли.

---

<sup>1</sup> Не многие американские ученые так часто удостоивались почетных званий, как Кеннон. Он был почетным доктором Гарвардского, Йельского, Виттенбергского, Бостонского, Вашингтонского, Льежского, Страсбургского, Парижского, Мадридского и Барселонского университетов. Он получил медали Королевского общества врачей, Национального института социальных наук, Американской гастероэнтерологической ассоциации. Он был членом стольких научных обществ, что полностью их перечислить невозможно (15 из них являлись иностранными).

Чтобы они возникли, требовалось многое знать о пробелах в человеческом знании, быть умудренным всем опытом науки. Детскость поэтому оказывалась сопряженной с мудростью. Как ученый Кеннон являл яркий пример соединения теоретического таланта с экспериментаторским. Он был лабораторным тружеником, не мыслившим своей жизни в науке без повседневной работы руками. Виртуозно владея техникой эксперимента, он усовершенствовал не одну физиологическую методику. Хирургическое мастерство Кеннона было столь велико, что его приятель знаменитый хирург Г. Кушнинг советовал ему пойти работать в клинику и заниматься физиологией лишь попутно.

Вместе с тем это был мыслитель, обогативший физиологию выдающимися теоретическими обобщениями. «Репутация Кеннона базировалась на его ранних удачных опытах с рентгеновскими лучами, но для тех, кто знал склад его ума, ясно было, что эти опыты лишь «потянули за спусковой крючок», — пишет один из близких сотрудников Кеннона, не поясняя, однако, что имеется в виду под кенноновским складом ума. Ответ на этот вопрос содержат последующие работы Кеннона, в которых богатство фактического материала упорядочено соответственно крупномасштабным идейным замыслам, устремленным далеко за пределы специальных физиологических проблем.

Невольно вспоминается эпизод его биографии, когда у него возникла мысль стать философом. Неизвестно, что приобрела бы в этом случае философия, что же касается физиологии, то приход в нее Кеннона придал ряду ее направлений продуктивную теоретическую ориентацию. Высокие теоретические цели обусловили отношение Кеннона к конкретным методикам. Известный физиолог Бард отметил, что один из главных «уроков», который можно извлечь из всего, что сделано Кенноном для физиологии, состоит в том, что, используя разнообразные методики, он не становился рабом ни одной из них. Его внимание было направлено на широкую стратегию физиологических исследований. Он никогда не считал тактику самоцелью [2]. Это очень существенное замечание, и оно действительно показывает, что уроком для других могут быть не только идейные и методические достижения ученого, но также особенности его мастерства.

Его прекрасные руки и артистическая техника сказались не только в экспериментальной работе. Они нашли приложение и в его главном хобби — занятиях скульптурой<sup>1</sup>. Это бросает луч еще на одну грань его личности — стремление к пластическому, образному воспроизведению мира. Пластичность мышления проявилась в оригинальных, красиво «изваянных» физиологических моделях, по которым Кеннон прослеживал закономерности нейрогуморальной регуляции, в точном и простом языке, делающим его специальные исследования доступными для неспециалистов. Благодаря прозрачности изложения становились зримыми глубины жизнедеятельности, на которые ему удалось проникнуть. Простота как инвариантная характеристика его личности сказывалась во всем: в манере поведения, неподдельном демократизме, широкой открытости людям. Это была простота величия, неизменно вызывавшая восхищение окружающих. «Знать его — означало любить, узнав — хотелось во всем ему подражать» [2, стр. 26].

Выдающийся естествоиспытатель, он считал для себя совершенно невыносимым изучение природы без постоянного обучения молодежи искусству исследования. Когда ему предложили перейти в клинику Майо, где предоставлялись несравненно более благоприятные условия для экспериментальной работы, чем в Гарвардской медицинской школе<sup>2</sup>, он предпочел остаться в университете, чтобы сохранить возможность повседневного общения со студентами. По воспоминаниям профессора экспериментальной медицины Гарвардского университета Джозефа Ауба, Кеннон обладал огромным энтузиазмом и особой одаренностью стимулировать молодежь к исследованиям. Студенты не только постигали у него физиологию. Они становились друзьями своего наставника, стремились ему подражать. «Юность уважает зрелость, но больше всего зрелость, остающуюся скромной с неутоленным любопытством и молодостью души. Именно таков был Кеннон»

---

<sup>1</sup> Среди других его увлечений отмечают занятия альпинизмом и путешествия по стране на автомобиле.

<sup>2</sup> Кеннон вспоминал, как однажды его лабораторию посетил английский биохимик Гэмбл: «Он нашел нас сгруппировавшимися в маленькой тесной комнате. На наши извинения он ответил, что никогда не замечал, чтобы пение птицы определялось характером клетки» [1, стр. 44].

[2, стр. 30]. Подобно Людвигу, он был щедр со студентами, и многие исследования, выполненные под его руководством, выходили из его лаборатории под их именами [3, стр. 31].

Карл Бингер, хорошо знавший Кеннона, подозревал, что истоки его характера скрыты в родословной, и говорил, что в нем сочетались галльское уважение к логике и ирландское остроумие. Строгая логичность анализа, уважение к факту и вместе с тем любовь к шутке, юмору, иногда даже розыгрышам своих близких друзей действительно были характерны для Кеннона. Эти, лишь по видимости несовместимые, свойства придавали личности ученого особое обаяние.

Кеннон был активной, деятельной натурой. Трудно понять, как ему удавалось с повседневным исследовательским трудом, обучением в лаборатории своих американских студентов и практикантов из различных стран, лекционными занятиями и другими профессорскими обязанностями совмещать добровольно взятое на себя множество общественных поручений, регулярно общаться с коллегами и друзьями, уделять большое внимание семье. Его активное отношение к миру выражалось в том, что, оказавшись в ситуации, имеющей, с его точки зрения, негативные стороны, он никогда не ограничивался умозрительным анализом, но стремился ее изменить. При этом его поступки были ориентированы на серьезные цели. Углубленное продумывание альтернатив предшествовало решительному действию.

Ему были чужды, с одной стороны, прагматизм, практицизм, с другой — отрешенное от практики созерцание. Решающее значение для понимания личности имеет анализ мотивов, которые ею движут. Поведение Кеннона определяла прежде всего внутренняя мотивация — всепоглощающая страсть познания. По словам одного из хорошо знавших Кеннона профессоров, «его особенно отличало почти религиозное безудержное стремление к истине, в том числе к истине в физиологической науке» [2].

В 1916 г. он писал: «Несколько лет назад единственная вещь на свете, которую я хотел, это иметь возможность заниматься физиологией. И Гарвардский университет не только предоставил мне эту возможность, но даже платит за это деньги». Касаясь вопроса о вознаграждении исследователя за его изнурительный, нередко разру-

шающий здоровье труд, он решительно отклонял определяющую роль материальных стимулов.

В своей автобиографии он иллюстрировал различия в материальной обеспеченности медиков-практиков и медиков — научных работников сценкой, описанной знаменитым хирургом Майо. Подъехав к месту, где должно было проходить большое собрание представителей медицины, и заметив элегантные лимузины, он сказал: «Как видно, приехали хирурги», а затем, увидев ряд дешевых автомобилей, добавил: «Врачи также здесь». Старенькие «форды» дали повод отметить, что прибыли патологи, а ряды галош — сказать: «Я вижу, что и лабораторные работники явились». Профессия практикующего врача гарантирует в США неизмеримо большее материальное благополучие, чем профессия научного работника, но Кеннон полагал, что радости, доставляемые исследованием, ни с чем не сравнимы.

Себя он считал достаточно обеспеченным. На одном из вечеров профессора университета затеяли разговор о том, что бы сделал каждый из них, имея «вдоволь» денег. Кеннон воскликнул: «Я и так имею столько денег, сколько хотел бы! Жена дает мне десять долларов в месяц, и этого мне хватает на обслуживание машины, завтраки и парикмахерскую».

Радости, связанные с познанием, резко возрастают, когда исследователь убеждается, что его лабораторный труд способен изменить жизнь людей, принести им практическую пользу. Не было предела восторгам старого Фарадея, когда он увидел иллюминацию большого здания, черпающую энергию от динамо-машины, в основе работы которой лежал открытый им закон индукции. Что касается работ Кеннона, то он сам полагал, что их прикладное значение невелико. Имеющими непосредственное отношение к практике он считал изобретение «висмутowego завтрака», позволившее выявить патологию пищеварительного тракта, работы по изучению травматического шока и физиологического механизма эмоций: «Говорят, что наши работы по определению сопровождающих эмоции изменений в организме полезны в том плане, что позволяют врачам выявлять и объяснять пациентам причины соматических расстройств при эмоциональных стрессах. Всем этим я в высшей степени удовлетворен» [1, стр. 214].

Но исследование природы вещей безотносительно к его технологическому приложению может оказаться полезным в таких областях практики, о которых ученый, ведущий это исследование, не подозревает. Кеннон не предполагал, что его учение о гомеостазисе глубоко воздействует на клинику лечения заболеваний, что оно получит резонанс далеко за пределами физиологии, в инженерных схемах построения саморегулирующихся технических устройств, в бионических конструкциях. Конечно, здесь не было такой непосредственной связи, как между фарадеевским открытием закона индукции и динамо-машиной. Но без математического моделирования автоматизмов, которые природа заложила в органические тела, не возникла бы и кибернетика. Автоматизмы же эти сперва должны были быть освоены физиологией. Нет нужды напоминать, сколь значимым оказался вклад Кеннона в решение этой задачи. И, доведись ему увидеть кибернетические «гомеостаты», в теоретическом основании которых лежали и его — кенноновские — идеи, вряд ли его восторги были бы меньше, чем чувства, испытанные Фарадеем при виде электрической иллюминации.

Как бы высоко ни ставил Кеннон радость и ценность научного познания, оно было неотделимо в его представлении от человеческих нужд. Наука и человек воспринимались им нераздельно. Внимание к людям, близким и дальним, было у него ничуть не менее обостренным, чем зоркость к физиологическим объектам, показаниям приборов. Он интересовался людьми не для того, чтобы «установить с ними отношения», но чтобы помочь им жить. И он делал это повседневно, используя все средства, которые имелись в его распоряжении, не жалея ни усилий, ни времени.

Итак, мужество и нежность, детскость и мудрость, строгая логичность выводов и творческое воображение, требовательность и чуткость, ориентация на строгое, беспристрастное знание и на конкретного человека с его повседневными нуждами, твердость убеждений и критичность, потребность в практическом изменении мира и способность его деятельно созерцать, простота и величие — таковы полярности, синтез которых определил самобытность личности Кеннона.

## Кеннон-гражданин

С самого начала научной деятельности Кеннона волновала мысль о гражданской ответственности ученого. Философ Рольф Перри сказал о нем: «Он считал общественную жизнь неотделимой от жизни ученого... Он был сторонником точки зрения, утверждающей ответственность каждого ученого перед народом» [2, стр. 44]. Непосредственное участие в общественных делах Кеннон воспринимал не как стороннее для занятий наукой дело, а как важный способ служения ей самой.

Ученый, подчеркивал Кеннон, не вправе быть затворником в своей лаборатории, рассчитывая, что кто-либо другой обеспечит ему социальные условия, благоприятные для творчества. Его миссия — не только создавать ценности, но и самоотверженно отстаивать их: «Если свобода, необходимая для продуктивных занятий наукой, оказывается под угрозой, призыв встать на ее защиту может приобрести императивный характер» [1, стр. 154].

Гражданственность, согласно Кеннону, следует воспитывать в молодости, в период становления ученого. Он вспоминал, как, еще будучи студентом-медиком, осознавал под впечатлением лекций профессора В. Седвика важность служения ученого обществу. Один из главных недостатков американской образовательной системы Кеннон видел в том, что она игнорирует задачу воспитания гражданственности. «Не слишком ли наша образовательная система поглощена сообщением фактов и мало обучает тому, как полезно действовать в нашей сложной ситуации?» — спрашивал он [1, стр. 86]. Не выходят ли из университетов «наши юные выпускники без достаточной адекватной тренировки для своих функций и обязанностей в обществе» [там же]. Как уже отмечалось, с целью реформы преподавания физиологии Кенноном был разработан «метод случаев». Его преимущество состояло в том, что он не ограничивал учебную задачу приобретением знаний об объекте, но вырабатывал действенное отношение к нему, учил, какому курсу поведения следовать в конкретных ситуациях.

«Метод случаев» целесообразно, по мнению Кеннона, распространить и на обучение гражданственности, на воспитание у молодежи социальной мудрости — умения не только познавать окружающую действительность, но и эффективно поступать в сложных условиях выполнения

индивидом своего общественного долга. «Возможно, что метод случаев мог бы быть систематически и с пользой применен, чтобы обучить юных граждан подобающему поведению» [1, стр. 86]. «Метод случаев», предполагая анализ конкретных обстоятельств, в которых индивид должен проявить практический разум, дает как бы образцы, модели поведения.

Если бы проект Кеннона был принят и в колледжах ввели курс обучения гражданственности на основе «метода случаев», то, безусловно, одним из дидактически наиболее ценных был бы «случай Кеннона». Ибо своим поведением в различные моменты истории современного общества Кеннон, несомненно, являл образцы высокой гражданственности. Его ученик, известный аргентинский физиолог Хуссей, сказал о нем: «За стенами лаборатории он видел все, что происходит в мире, и боролся за правду и освобождение угнетенных» [2, стр. 46]. Для окружающих, видевших, сколь глубоко Кеннон был поглощен напряженным лабораторным трудом, — ни на что другое, казалось, у него не остается времени — было загадкой, каким образом ему удавалось работать в бесчисленных комитетах, переписываться по вопросам, связанным с общественными делами, со множеством частных лиц и организаций, выступать на митингах в различных городах и т. д.

Один из его сотрудников вспоминал: «Он был так поглощен физиологическими проблемами и так глубоко вошел в лабораторную работу, что многие из нас были бесконечно удивлены, когда узнали, как широка была его активность вне области научных исследований... Мы не имели понятия о его большой общественной работе вне университета, пока не увидели тележку, на которой были систематически разложены письма к нему, содержавшие просьбы о помощи, материалы, касавшиеся политических вопросов, участия в национальном комитете по борьбе с детским параличом и т. д.».

В кругу интересов Кеннона неизменно находились вопросы, касавшиеся перспектив на применение достижений науки для блага, а не истребления человечества. Он представлял назревающие задачи физиологии в нераздельной связи с глобальными социальными процессами, такими, как возрастание в промышленно развитых странах средней продолжительности жизни, переселение больших масс населения из сельской местности в города и др. Прогно-



зирование актуальных направлений медико-биологических исследований (физиология старческого возраста, механизмы нервно-психической адаптации к стрессовым условиям) соотносилось Кенноном с требованиями, которые ставит перед наукой сдвиги, происходящие в обществе.

Трудно перечислить организации, общества, комиссии, руководителем и членом которых был Кеннон. Эти организации занимались вопросами медицины, физиологии, научной политики, университетского преподавания и т. д.

Но особое значение сам Кеннон придавал своей деятельности, имевшей непосредственное отношение к главным политическим проблемам современности. О том, что именно это направление служения обществу он ставил выше других, свидетельствует его общая оценка своих стремлений реализовать усвоенную с юношеских лет заповедь «быть гражданином». Он пишет об удовлетворении, испытанном благодаря тому, что ему «предоставилась возможность испытать демократические методы при противодействии усилиям антививисекционистов разрушить свободу медицинских исследований, попытаться помочь республиканским силам в Испании и в Китае в их борьбе против агрессоров и содействовать углублению симпатии и понимания между американцами и русскими в той степени, в какой их взоры устремлены к лучшему миру» [1, стр. 105]. Так писал Кеннон, подводя итоги своей общественной деятельности. Сила чувства в значительной степени определяется силой мотива. Кеннон испытывал чувство большого удовлетворения по поводу того, что обстоятельства позволили ему в критических социально-политических ситуациях встать на борьбу против агрессоров и содействовать укреплению дружбы между народами Советского Союза и Соединенных Штатов Америки.

Кеннон принадлежал к той части прогрессивной интеллигенции в капиталистическом мире, которая уже в начале 30-х годов остро осознала, какую угрозу для человеческой цивилизации представляет фашизм. Считая науку достоянием всех народов, Кеннон руководствовался убеждением, что ущерб, наносимый ей в одном из государств, опасен для всех остальных и что поэтому крайне недальновидным было бы безразличие ученых одних стран к реакционным социально-политическим силам, которые препятствуют свободному развитию науки в других.

«Ответственность гражданина,— писал он,— не ограничивается собственным сообществом, государством или нацией» [1, стр. 159]. Именно эта идея побудила Кеннона выступать против всех разновидностей фашизма. Выступать не только словом, но и практическим действием — непосредственным участием в антифашистском движении.

Активное участие принял Кеннон в оказании помощи Испанской республике. Он сразу же решительно осудил тактику невмешательства, которой придерживались правительства западных держав, фактически содействовавшие тому, чтобы утвердить в Испании фашистскую диктатуру. Впоследствии, писал Кеннон, «я с удовлетворением прочитал книгу С. Уоллеса «Время решения», где отмечается, что во всей длительной истории внешней политики администрации Рузвельта не было более кардинальной ошибки, чем политика в период гражданской войны в Испании» [1, стр. 162]. Но это было впоследствии.

В разгар же фашистского мятежа Кеннон правильно оценил истинный политический смысл событий. Он сам побывал в Испании в начале 30-х годов и непосредственно наблюдал, в каком бедственном положении оказалась страна за годы правления диктатора Прима де Риверы. Кеннон приветствовал установление республики, главой правительства которой стал его друг физиолог Хуан Негрин. С ним он встретился в Москве в 1935 г. Негрин объяснил мотивы, по которым он занял пост премьер-министра: здесь он сможет в большей степени помочь своей стране, чем ведя исследования на медицинском факультете. «Я мог понять его установку»,— отмечал Кеннон [1, стр. 160]. Вскоре Франко с помощью Гитлера и Муссолини поднял мятеж. «Франко и его фашистские помощники,— писал Кеннон,— подняли крик, что они восстают против распространения большевизма. Действительно, русский технический персонал был на службе у республиканцев. Но русских войск там не было, как не было и коммунистического контроля над правительством. При выборах в феврале 1936 г. из 473 членов кортесов только 16 являлись коммунистами. В то время коммунисты в правительство вообще не входили, а впоследствии в кабинете их было только трое из девяти человек. В письме, которое написал мне доктор Негрин после того, как он стал премьером правительства республики, он указывал,

что ложные обвинения в коммунистическом контроле над Испанией нельзя истолковать иначе, как тайный сговор между Гитлером и Муссолини с тем, чтобы восстановить мировое общественное мнение против законного испанского правительства» [1, стр. 161]. Свидетельством правильности этого мнения, продолжал Кеннон, служит то, что эти тираны-диктаторы впоследствии пытались прикрыть тем же лозунгом варварские действия собственных армий [1, стр. 161]. Кеннон осуждает правительства Англии, Франции и Соединенных Штатов за то, что они под предлогом невмешательства лишили законное правительство признанного международного права вооружить свою армию для защиты государства. Лишь небольшие группы граждан в западных странах выступили в поддержку республики.

В Соединенных Штатах одним из самых активных друзей республиканской Испании стал Кеннон. В течение двух лет он являлся председателем Национального бюро помощи испанской демократии. Он организовал посылку медицинского персонала и оборудования для госпиталей на сумму более миллиона долларов. Он не жалел времени и усилий для участия во многих конференциях и комитетах, для выступлений на собраниях, для организации переписки и т. п. «Вполне естественно, что я был обвинен в том, что являюсь большевиком, приверженцем коммунизма, врагом римской католической церкви и вообще «красным» со всеми темными инсинуациями, соединяемыми с этим термином» [1, стр. 162]. Кеннон хладнокровно относился к инсинуациям. Он продолжал энергично работать для поддержки своих испанских друзей. На это уходило драгоценное время, которое можно было бы отдать новым экспериментальным замыслам, лабораторной работе. Однако социальная ситуация требовала быть гражданином, и, как всегда, последовательный в своих жизненных установках, Кеннон практическими действиями доказывал, что в политических вопросах ученый должен отстаивать справедливость с не меньшей энергией, чем в научных.

«Другая возможность принести пользу вне лаборатории предоставилась мне с организацией Американо-советского медицинского общества», — писал Кеннон [1, стр. 163]. Его давно уже связывала дружба с советскими физиологами. Незабываемыми были встречи с ними в

1935 г., на XV Международном физиологическом конгрессе.

Выйдя в день торжественного открытия конгресса на трибуну, Кеннон начал свою речь не со специальных вопросов физиологии, а с характеристики политической обстановки. Он отметил царившее в мире чувство неуверенности. Общественные потрясения ставят под угрозу развитие науки. В этих условиях с особой остротой ощущается ее социальное предназначение. Оно состоит в том, чтобы развить цивилизацию. Решение этой задачи невозможно без международного сотрудничества. Кеннон отметил: «О Советском Союзе, где социальное значение науки, по-видимому, высоко ценится, сообщается, что средства, отпускаемые на развитие и ведение научно-исследовательской работы, относительно больше, чем в любой другой стране».

Интерес к Советской России побудил Кеннона предпринять путешествие по нашей стране с женой. Эта поездка произвела на ученого большое впечатление. Он увидел трудовую Россию, ее людей, ее стройки и огромные резервы. Он понял, что Советская страна становится все могущественнее и в ближайшем будущем превратится в «мировую силу» [1, стр. 30].

У него крепло убеждение в важности взаимопонимания между американскими и советскими учеными. Он уехал из России верным ее другом. По свидетельству Роберта Морисона, «интерес Кеннона к советской системе в целом возник во время его поездки по Советскому Союзу, организованной Советским правительством после Международного физиологического конгресса в Москве. Поездка показала, что страна не может больше игнорироваться... и он был в большой степени удовлетворен, видя, что в некоторых отношениях Россия уже обогнала западные страны... Я не наделен хорошей зрительной памятью, но перед моим умственным взором живо встает лицо Кеннона, горячо рассуждавшего о двух контрастных социальных системах» [2, стр. 43]. Советские люди, с которыми ему довелось встречаться, покоряли его. Он писал в автобиографии: «Я никогда не знал столь сердечных, разумных, великодушных людей» [1, стр. 163].

Две великие державы вскоре объединила борьба с фашистским варварством. Убежденный, что союз американского и советского народов имеет огромное значение

для будущего мира, Кеннон в 1942 г. принял сделанное ему приглашение стать президентом Американо-советской медицинской ассоциации.

О деятельности этого общества подробных сведений нам собрать не удалось, но Кеннон оценивает ее высоко. Опыт этого общества, по его словам, показывает, что «небольшая ассоциация может иметь большое влияние» [1, стр. 164].

Ассоциация, которую возглавлял Кеннон, устроила в честь 26-й годовщины и побед Советской Армии в отеле «Коммандор» торжественный обед, на котором присутствовало 350 человек. С приветствием от советского народа и Советской Армии на обеде выступил хирург Владимир Лебеденко. Отметив заслуги Кеннона в разработке проблемы шока, он сказал: «Вклад доктора Кеннона значительно снизил в Советской Армии летальность от ранений. Советский народ приносит свою благодарность» [4, стр. 3]. Кеннон в своей речи отметил решающую роль Советского Союза в разгроме фашизма и значение высокого морального духа советских войск как фактора, обеспечивающего их победу. «Новобранцы и те, что возвращены в строй, с одинаковым рвением ведут войну, которую по праву называют священной, и большое счастье для всего человечества, особенно для свободолюбивых людей, заключается в том, что они стремятся довести свою битву до победного конца» [4, стр. 4].

У Кеннона, как мы знаем, имелась определенная концепция главных движущих сил поведения живых существ, связанная с его представлением о роли эмоций в борьбе организма за самосохранение. Формула «бегство или борьба» считалась им универсальной и тем самым распространялась на поведение людей в условиях войны: «Психология воюющего основывается на двух фундаментальных эмоциях или инстинктах, прямо противоположных друг другу. Сначала, когда человек попадает на передовую, преобладает эмоция страха и связанный со страхом инстинкт бегства, с тем чтобы спастись, найти безопасную точку. В качестве противоположного этому побуждению выступает инстинкт агрессии, лежащий в основе инстинкта борьбы» [4, стр. 4]. Конфликт между этими противоположными состояниями, казалось, должен быть присущ всем солдатам, в рядах какой бы армии они ни сражались. Почему же в таком случае русские сол-

даты одерживают победы? Кеннон усматривает причину этого в их высоком моральном духе. Убежденность в справедливом характере борьбы Советской Армии против фашистских полчищ побудила Кеннона отступить от его почерпнутых в биологии объяснений и признать силой, движущей советскими воинами, чувство патриотизма, придающее им бесстрашие и побуждающее сражаться до полной победы «на счастье всего человечества». «Гораздо более высокие причины, чем показ собственной силы, обеспечивают советским солдатам их победу над нацистскими ордами» [4, стр. 4].

Одним из важных обстоятельств, способствующих победе советских войск, Кеннон считал эффективность медицинских служб: «В Красной Армии каждого солдата в случае ранения ждет медицинская помощь на самом высоком уровне». В связи с этим Кеннон вспоминал свой опыт борьбы с раневым шоком в годы первой мировой войны. На предложенном им принципе введения плазмы была организована служба донорства в Соединенных Штатах. Но русские методы сбора и консервирования крови и приготовления кровезаменителей он оценивает как «лучшие в мире». Он восхищается также блестящим хирургическим искусством русских врачей, благодаря которому возвращается в строй необыкновенно высокое число раненых [4, стр. 4]. «Мы должны отметить со всей откровенностью, что раненые не могут быть возвращены в строй и солдаты не могут сражаться эффективно (как фактически сражаются русские солдаты — самоотверженно) посредством принуждения» [4, стр. 4].

Кеннон не мог понять, что источником высокой морали советских людей является их преданность коммунистическим идеям. Но он выражал признательность Советской Армии за спасение цивилизации, принимая действительное участие в организации и укреплении контактов с советскими медиками. «Если американский и русский народ будут сотрудничать в условиях взаимной симпатии и понимания,— отмечал Кеннон,— обе страны могут стать очень влиятельными. Нет лучшего пути к взаимопониманию, чем близкое знакомство. Именно благодаря моей вере в это я глубоко удовлетворен возможностью развивать дружеские отношения между нашими двумя странами через Американо-советскую медицинскую ассоциацию» [4, стр. 4].

Ассоциация, президентом которой являлся Кеннон, развивала интенсивную деятельность. В те же годы в США начал издаваться журнал «Американское обозрение советской медицины», информировавший об успехах медицины в СССР, о медицинской службе в действующей армии. Здесь печатались статьи таких выдающихся советских ученых, как Н. Н. Бурденко, А. Д. Сперанский и др.

Заслуги Кеннона в укреплении научных связей между двумя странами были по достоинству высоко оценены советской общественностью. Как отмечалось, в 1942 г. Кеннон был избран почетным членом Академии наук СССР.

К неперенным предпосылкам успешного развития науки Кеннон относил демократизм и интернационализм. Фашистский лозунг «националистической» науки он называл чудовищным. Он писал о том, что «нет ничего более ложного, чем декларация министра образования при гитлеровском режиме Руста, утверждающего, будто поверхностно говорить, что наука — это общечеловеческое достояние, одинаково доступное для всех людей и классов» [1, стр. 48].

Глубокий интернационализм, пронизывающий систему убеждений Кеннона, определил психологический климат его школы, в истории которой запечатлелась не только научная, но и общественная ориентация ученого. Гарвардская лаборатория Кеннона воплощала интернационализм в действии. Он сам рассматривал ее в качестве таковой [1, стр. 48]. В ней обучалось и работало несколько десятков физиологов из 17 стран. В школе-лаборатории Кеннона царил дух дружбы и взаимопонимания между практикантами из различных стран. Об этом вспоминают все, кто учился у Кеннона.

В XIX в. «интернациональным учителем физиологии», по справедливой оценке Сеченова, являлся Карл Людвиг. Кеннон считал себя его внуком. Говоря о том, что каждый ученый принадлежит к «большой семье», членов которой соединяет не кровное родство, а общность научных интересов, Кеннон однажды на обеде в честь 25-летия его профессорства в Гарварде следующим образом охарактеризовал генеалогическое древо своего физиологического «семейства»: «Я сын Боудича, который ввел меня в физиологические исследования. Боудич в свою очередь был сыном Карла Людвига, в лаборатории которого в Лейпциге он контактировал с другими молодыми людьми

из многих стран. Через моего деда Людвига я связан со многими его последователями, среди них — итальянским физиологом Моссо, английским фармакологом Бринтоном и русским физиологом Павловым» [1, стр. 89]. Обратим внимание на следующее обстоятельство. Идея древа предполагает преемственность в развитии. Но каковы начала, связывающие различные «ответвления» этого древа? Кеннон говорит о родстве научных интересов. Несомненно, что существуют идеи, принципы и ценности, объединяющие физиологов различных поколений. Однако следует учесть и другое. Представление о родстве может дать повод для предположения о том, что от «предков» перенимаются и «генетические» программы деятельности, в данном случае — исследовательские программы. Но тогда утрачивается возможность понять истоки новых идей и открытий, диалектику традиций и новаторства в науке. Решающая роль приписывается общему с предшественниками, и в тени остаются принципиально новые достижения этих естествоиспытателей. Утверждение Кеннона, что он «сын Боудича», могло навести на мысль, будто он не только учился у него, не только стал его преемником по кафедре, но и перенимал у него направление исследований и стиль мышления. Подобное предположение вызвало в свое время резкие возражения со стороны тех, кто непосредственно работал с Кенноном. По мысли Дринкер, например, если Боудич и оказал влияние на Кеннона, то лишь в отношении техники, источником же кенноновских идей был его собственный изобретательный мозг [3, стр. 31]. Другой сотрудник Кеннона, также возражая против того, чтобы считать Кеннона «сыном» Боудича, писал: «В действительности ни один учитель на него не влиял. Он обладал собственным «самозаводом»».

Эти протесты против нарисованной Кенноном схемы его научной родословной были мотивированы стремлением сотрудников Кеннона подчеркнуть оригинальность его физиологических исследований. И направление этих исследований, как мы видели, действительно было новаторским. Но смысл высказывания Кеннона состоял, возможно, не только в том, чтобы подчеркнуть важность традиции и сблизить членов физиологического «семейства» в предметно-логическом, идейно-научном плане. Если ограничиться этим планом, то придется признать, что между Людвигом и Боудичем, между Боудичем и Кенноном,



не говоря уже о других физиологах, фигурирующих в кенноновском древе, несравненно больше различий, чем общности.

Каждый из них развивал собственную программу и шел собственным путем. Соединявшие их нити ничуть не более крепки, чем связи между другими физиологами, не учившимися у Людвига. Почему же в таком случае Кеннон принимает школу Людвига за образец научного генеалогического древа? Не потому ли, что он видел в ней пример интернационального родства большой семьи исследователей? Перечисляя ее членов, Кеннон называл немцев, англичан, американцев, русских, итальянцев. Кеннон мог бы присоединить к этому списку и представителей других национальностей, прошедших школу у Людвига.

В пользу предположения о том, что при реконструкции генеалогических связей в науке для Кеннона одним из ориентиров служил их интернациональный характер, говорит и то, что дальнейшим ответвлением древа он считал собственную школу, характеризуя питомцев которой, он указывал на их роль в развитии физиологии в других странах. «Я имею детей и внуков — молодых докторов, которые вернулись из Гарвардской физиологической лаборатории в свои страны, чтобы продолжить исследования» [1, стр. 89].

При сопоставлении школ Кеннона и Людвига бросается в глаза существенный момент, опять-таки обусловленный историческими обстоятельствами. От эпохи к эпохе меняются не только состав и направленность исследований. На характере общения и взаимодействия ученых, ведущих эти исследования, сказываются процессы в большом социальном мире. Интернационализм школы Людвига был обусловлен прежде всего потребностью в развитии физиологии, которая в ту эпоху превращалась в дисциплину, базирующуюся на точных, физико-химических методах. Лейпцигский институт Людвига являлся самым крупным в мире центром, предоставлявшим ученым всех стран наиболее благоприятные возможности для овладения этими методами.

Интернационализм школы Кеннона определялся не только научными, но и идейно-политическими установками ее руководителя, сознательно и целенаправленно стремившегося превратить ее в кузницу кадров для остальных

стран, прежде всего Латинской Америки, чтобы способствовать расцвету науки и культуры в этих странах. Об этом свидетельствует не только сам по себе постоянный приток к Кеннону научной молодежи из латиноамериканских государств (это можно было бы объяснить и территориальной близостью Соединенных Штатов), но прежде всего отношением Кеннона к своим ученикам из Мексики, Чили, Бразилии, Аргентины. «Латинская Америка,— писали аргентинские физиологи,— в особом долгу перед Кенноном».

В течение многих лет тот или другой посланец из стран Латинской Америки работал в его лаборатории и возвращался домой, обогащенный знаниями и методиками, усвоенными в общении с ним, чтобы создать очаг науки у себя на родине.

Следует иметь в виду, что в большинстве латиноамериканских стран господствовали реакционные режимы. Ученые, находившиеся в оппозиции к ним, жестоко преследовались. И в этих случаях Кеннон стремился поддерживать своих учеников всеми имевшимися в его распоряжении средствами. В письме группы физиологов Латинской Америки, зачитанном в ноябре 1945 г. в Гарварде на вечере памяти Кеннона, отмечалось: «Темные силы были повергнуты во время второй мировой войны. Но они еще живы. Пример профессора Кеннона вдохновляет борцов с этими темными силами».

Образ человека, жизнь которого была исполнена гражданского мужества, продолжал служить делу свободы и независимости народов Американского континента.

## Важнейшие даты жизни и деятельности У. Кеннона

---

- 1871 19 октября родился в г. Прери дю Шьен (штат Висконсин).
- 1891 окончил школу.
- 1896 — 1900 обучался в Гарвардской медицинской школе в Бостоне.
- 1897 выступил с докладом на заседании Американского физиологического общества о результатах исследования моторики пищеварительного тракта с помощью рентгеновских лучей.
- 1897 23 апреля вышла первая его публикация о передвижении по пищеводу пищи, смешанной с солью тяжелого металла.
- 1905 — 1912 казначей Американского физиологического общества.
- 1902 доцент кафедры физиологии Гарвардской медицинской школы.
- 1906 профессор кафедры физиологии в Гарвардском университете.
- 1911 опубликован труд «Механические факторы пищеварения».
- 1914 — 1916 президент Американского физиологического общества; избран членом Национальной академии наук.
- 1915 вышла в свет книга «Телесные изменения при боли, голоде, страхе и ярости».
- 1917 — 1918 во Франции и Англии принимал участие в противошоковой медицинской службе.
- 1918 читал «крунианскую лекцию» в Лондоне.
- 1929 читал лекции в Сорбонне.
- 1932 вышла книга «Мудрость тела».
- 1935 участник XV Международного физиологического конгресса.
- 1939 стал почетным членом Королевского общества (Англия).
- 1942 избран почетным членом Академии наук СССР.
- 1943 президент Американо-советской медицинской ассоциации; один из редакторов журнала «Американское обозрение советской медицины».
- 1945 1 октября умер в Бостоне.

## Литература

---

### Введение

1. *Cannon W.* The way of an investigator. N. Y., 1945.
2. *Meek W.* An appreciation of W. B. Cannon.— Texas Report's on Biol. and Med., 1953, II, p. 45.

### Глава первая

1. *Cannon W.* The way of an investigator. N. Y., 1945.
2. *Meek W.* An appreciation of W. B. Cannon.— Texas Report's on Biol. and Med., 1953, II, p. 45.
3. *Pavlov I.* Conditioned reflexes. Oxford, 1927.
4. XV Международный физиологический конгресс. М., 1936.
5. *Cannon W.* The body as a guide to politics. London, 1942.

### Глава вторая

1. *Rothschuh K.* Geschichte der Physiologie. Berlin, 1953.
2. *Fulton J.* Selected Readings in the history of physiology. Springfield, 1930.
3. *Кошгояну Х. С.* Очерки по истории физиологии в России. М.; Изд-во АН СССР, 1961.
4. *Harris W.* The story of the medicine in Wisconsin. Texas, 1958.
5. *Beaumont W.* Experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion. Plattsburg, 1833. Repr. Harvard Univ. Press, 1929.
6. *Павлов И. П.* Избранные произведения. М., Изд-во АН СССР, 1949.
7. *Cannon W.* The movements of the stomach studied by means of the Röntgen rays.— Amer. J. Physiol., 1898, I, p. 359—365.
8. *Cannon W.* The mechanical factors of digestion. London, 1911.
9. *Cannon W.* Digestion and health. N. Y., 1936.
10. *Pavlov I. P.* The work of the digestion glands. London, 1902.
11. *C. Bernard.* Les phénomènes de la vie. Paris, 1878.
12. *Cannon W.* The correlation of the digestive functions.— Boston. Med. and Surg. J., 1910, CLXII, p. 97—101.
13. *Сердюков А. С.* Одно из существенных условий перехода пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку. Дис. Спб., 1899.
14. *Cannon W.* The acid control of the pylorus.— Amer. J. Physiol., 1907, XX, p. 283—322.

15. *Cannon W., Day F.* Salivary digestion of the stomach.— *Amer. J. Physiol.*, 1903, IX, p. 396—416.
16. *Литгаверс С. И.* О роли жиров при переходе содержимого желудка в кишечник. Дис. Спб., 1904.
17. *Cannon W.* The passage of different foodstuffs from the stomach and through the small intestines.— *Amer. J. Physiol.*, 1904, XII, p. 387—418.
18. *Boldyrev W. J.* *physiol. et pathol. gén.*, 1902, IV, p. 1457.
19. *Бабкин Б. П.* Секреторный механизм пищеварительных желез. Л., «Медицина», 1960.
20. *Cannon W., Lieb C.* The receptive relaxation of the stomach.— *Amer. J. Physiol.*, 1911, XXVII, p. 13—24.
21. *Notnagel H.* Die Erkrankungen des Darms und des Peritoneum. Wien, 1898.
22. *Cannon W.* Recent advances in the physiology of the digestive organs bearing on medicine and surgery.— *Amer. J. Med. Sci.*, 1906, CXXXI, p. 563—578.
23. *Cannon W., Murphy F.* The movements of the stomach and intestines in some surgical conditions.— *Ann. Surgery*, 1906, XLIII, p. 512—536.
24. *Cannon W.* The physiological aspects of gastroenterostomy.— *Boston Med. and Surg. Ann.*, 1909, CLXI, p. 720—722.
25. *Cannon W., Blake J.* Gastroenterostomy and pyloroplasty on experimental study.— *Ann. Surgery*, 1905, XII, p. 868—911.
26. *Cannon W.* Further observations on the movements of the stomach and intestines.— *Amer. J. Physiol.*, 1903, XIV, p. 339—346.
27. *Cannon W.* Auscultation of the rhythmic sounds, produced by the stomach and intestines.— *Amer. J. Physiol.*, 1905, XIV, p. 339—353.
28. *Cannon W.* Physiological observations on experimentally produced ileus.— *J. Amer. Med. Assoc.*, 1907, XIX, p. 840—843.
29. *Cannon W.* Esophageal peristalsis after bilateral vagotomy.— *Amer. J. Physiol.*, 1907, XIX, p. 434—444.
30. *Avez J., Cannon W.* The effect of severing the vagus or splanchnicus upon gastric motility in rabbits.— *Amer. J. Physiol.*, 1910, XXV, p. 335—344.
31. *Alvarez W. C.* Ways in which emotion can affect the digestive tract.— *J. Amer. Med. Assoc.*, 1929, XCII, p. 1231—1240.
32. *Elliot H.* The happy life. London, 1896.
33. *Cannon W., Britton S.* The influence of motion and emotion on medullary adrenal secretion.— *Amer. J. Physiol.*, 1927, LXXIX, p. 433—448.

### Глава третья

1. *Cannon W.* Digestion and health. N. Y., 1936.
2. *Beaumont W.* Experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion. Plattsburg, 1833.
3. *Льюис Д.* Физиология обыденной жизни. М., 1876.
4. *Bidder J., Schmidt A.* Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Leipzig, 1852.
5. *Schiff M.* Physiologie de la digestion. Florence, 1867.
6. *Luciani L.* Das Hunger. Hamburg — Leipzig, 1890.
7. *Павлов И. П.* Полн. собр. соч., т. II, ч. 2. М., Изд-во АН СССР, 1952.

8. Павлов И. П. Полн. собр. соч., т. II, ч. 1. М., Изд-во АН СССР, 1951.
9. Разенков И. П. К нейрогуморальной секреции желудка. М., Медгиз, 1936.
10. Чукичев И. П. Физиология человека. Изд. 2-е. М., «Медицина», 1965.
11. Brobeck J. Neural regulation of food intake.— Ann. N. Y. Acad. Sci., 1955, 63, p. 44—45.
12. Cannon W. Some observations on the nature of gastric peristalsis.— Amer. J. Physiol., 1911, XXVII, p. XII—XLII.
13. Cannon W., Washburn A. An explanation of hunger.— Amer. J. Physiol., 1912, XXIX, p. 441—454.
14. Болдырев В. Периодическая работа пищеварительного аппарата при пустом желудке. Дис. Спб., 1904.
15. Болдырев В. Некоторые данные новейшей физиологии и их отношение к эволюционной теории. М., 1910.
16. Bulatao E., Carlson A. Influence of experimental changes in blood sugar level on gastric hunger contractions.— Amer. J. Physiol., 1924, LXIX.
17. Anand B. Nervous regulation of food intake.— Physiol. Rev., 1961, 41, p. 677—708.
18. Судаков К. В. Биологические мотивации. М., «Медицина», 1971.
19. Бабский Е. Б. Учебник физиологии. М., «Медицина», 1972.
20. Анохин П. К., Судаков К. В. Нейрофизиологическая теория голода, аппетита и насыщения.— Успехи физиол. науки, 1971, 2, вып. 1.
21. Cannon W. Croonian Lecture. The physiological basis of thirst.— Proc. Roy. Soc. B, 1918, 90, p. 283—301.
22. McGee W. Desert thirst as disease.— Med. J., 1906, XIII, p. 279.
23. Ivy A. Studies on water drinking.— Amer. J. Physiol., 1917, XLVI, p. 420—428.
24. Gregersen M., Cannon W. The effect of extirpation of the salivary glands on the water intake of dogs.— Amer. J. Physiol., 1932, CII, p. 336—344.
25. Gregersen M. Conditions affecting the daily water intake of dogs as registered continuously by a photometer.— Amer. J. Physiol., 1932, CII, p. 344—353.
26. Мильнер П. Физиологическая психология. М., «Мир», 1973.
27. Andersson B., McKeen S. A further study of polydipsia evoked by hypothalamus stimulation in the goat.— Acta physiol. scand., 1955, 33, p. 333—346.
28. Cannon W. Bodily changes in pain, hunger, fear and rage. Boston, 1929.

#### Глава четвертая

1. Cannon W. Bodily changes in pain, fear, hunger and rage. 1st ed. Boston, 1915.
2. Cannon W. Bodily changes in pain, fear, hunger and rage. 2nd ed. Boston, 1929.
3. Darwin Ch. Expression of the emotions in animals and men. London, 1872.
4. Spencer H. Principles of psychology. London, 1855.
5. Джемс У. Психология. Пг., «Прибой», 1922.

6. *Кеннон В.* Физиология эмоций. М.—Л., «Прибой», 1927.
7. *Sherrington Ch.* Proc. Roy. Soc. London, 1900.
8. *Perry R.* General theory of value. N. Y., 1926, p. 298.
9. *Humphry H.* The story of man's mind. Boston, 1923.
10. *Rudolphi K.* Das Hunger.— Virchow's Archiv, 1887, CX.
11. *Cannon W.* The influence of emotions in cat.— Amer. J. Physiol., 1925.
12. *Bard Ph.* A diencephalic mechanism.— J. Physiol., 1928, 94, p. 515.
13. *Cannon W.* The interrelations of emotions as suggested by recent physiological researches.— Amer. J. Psychol., 1914, XXXVIII, p. 282.
14. *Гельгорн Э., Луфборроу Дж.* Эмоции и эмоциональные расстройства. М., «Мир», 1966.
15. *Прибрам К.* Языки мозга. М., «Мир», 1975.
16. *Lindsley D.* Emotion.— In: Handbook of Experimental Psychology. S. S. Stevens (Ed.). N. Y., 1951.
17. *Lindsley D.* Physiological psychology.— Annual Rev. Psychol., 1956, 7.
18. *McLean P.* The limbic system with respect to the self preservation and the preservation of the species.— J. Nerv. and Mental Diseases, 1958, 127.
19. Feelings and emotions. Reimert M. L. (Ed.). N. Y., 1950.
20. *Papez I. W.* The visceral brain.— In: Reticular Formation of the brain. Jasper H. Boston, 1958.

## Глава пятая

1. *Wiggers C.* Physiology of shock. N. Y., 1950.
2. *Moon W.* Shock, its dynamics occurrence and management. Philadelphia, 1942.
3. *Асратян Э. А.* Очерки по этиологии, патологии и терапии травматического шока. М., Медгиз, 1945.
4. *Вейль М. Г., Шубин Г. И.* Диагностика и лечение шока. М., «Медицина», 1971.
5. *Дьяченко П. К.* Хирургический шок. Л., Медгиз, 1968.
6. *Пирогов Н. И.* Начала общей военно-полевой хирургии. М., Медгиз, 1941.
7. *Groeninger G.* Ueber den Schok. Wiesbaden, 1885.
8. *Howell W.* Cardiac and vascular shock.— Med. Res. J. Ann. Arbor, 1930.
9. *Cannon W.* The way of an investigator. N. Y. 1945.
10. *Cannon W.* Croonian Lecture.— The physiological basis of thirst.— Proc. Roy. Soc. B, 1918, 90, p. 283—301.
11. *Cannon W., McKeen W.* The critical level of a falling blood pressure.— Arch. Surgery, 1922, IV, p. 300—323.
12. *Cannon W., Fraser J., Hooper A.* The nature and treatment of wound shock and allied conditions.— J. Amer. Med. Assoc., 1918, LXX, p. 607—627.
13. *Cannon W.* Traumatic shock. N. Y., 1923.
14. *Кеннон В.* Проблема шока. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1943.
15. *Porter W.* Fat embolism a cause of shock.— Boston Med. and Surg. J., 1908, p. 73.
16. *Mann V.* Shock and related capillary phenomena. N. Y., Oxford Univ. Press, 1938.

17. *Howell W.* Contributions to medical research.— Ann. Arbor, 1903.
18. *Cattel M.* The blood pressure in traumatic shock.— Arch. Surgery, 1923, p. 158—168.
19. *Cattel M.* Action of ether on the circulation in traumatic shock.— Arch. Surgery, 1923, 6, p. 41—56.
20. *Warthin A.* Traumatic lipemia and fat embolism.— Internal Clin. Sec., 1913, 4, p. 171.
21. *Whipple G.* Toxic proteolyses and shock.— J. Exper. Med., 1913, 17, p. 303—325.
22. *Henderson J.* Acapnia in shock.— Amer. J. Physiol., 1908, XXI, p. 126—156.
23. *Cannon W.* Acidosis in shock.— Med. Res. J., Ser. 25, 1919, II, p. 109—114.
24. *Петров И. Р., Васадазе Г. Ш.* Необратимые изменения при шоке и кровопотере. Л., «Медицина», 1972.
25. *Selye H.* Treatment of wound shock with corticosterone.— Lancet, 1940, I, p. 70—71.
26. *Popelski L.* Über die physiologische Wirkung von Extrakten aus sämtlichen Teilen des Verdauungskanales.— Arch. ges. Physiol., 1918, 56, S. 204.
27. *Cannon W., Fraser J.* Some alterations in the distribution of the blood.— J. Amer. Med. Assoc., 1918, 70, p. 526—555.
28. *Quenu J.* De la toxémie traumatique. Rev. chir., 1918, 56, p. 204—216.
29. *Cannon W., Beyliss W.* Toxic factor in traumatic shock.— Med. Res. J., Ser. 26, 1919, p. 27—34.
30. *Асратян Э. А.* Очерки по этиологии, патогенезу и терапии травматического шока. М., Медгиз, 1945.
31. *Вишневский А. А., Шрайбер М. И.* Военно-полевая хирургия. М., «Медицина», 1968.

## Глава шестая

1. *Cannon W.* The wisdom of the body. London, 1932.
2. *Cannon W.* The body as a guide to politics. London, 1942.
3. *Cannon W.* Some general features of endocrine influence on metabolism.— Amer. J. Med. Sci., 1926, LXXI.
4. *Pfluger's Arch.*, 1877, XV, p. 57.
5. *Arch. zool.*, 1885, III.
6. Dictionaire de physiologie, v. IV. Paris, 1900.
7. *Бернар К.* Лекции по экспериментальной патологии. М., 1937.
8. *Haldane J.* Respiration. N. Y., 1922.
9. Brain and Behaviour. K. Pribram (Ed.). Baltimora, 1969, p. 297.
10. *Adolf E. F.* Early concepts of physiological regulations.— Physiol. Rev., 1961, 41.
11. *Сетров М. И.* Организация биосистем. Л., Изд-во АН СССР, 1971.
12. *Ухтомский А. А.* Международный конгресс физиологов. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1936.
13. *Завадовский Б. М.* Предисловие.— В кн.: Кеннон В. Физиология эмоций. М.— Л., Медгиз, 1927.



## Глава седьмая

1. *Cannon W., Rosenblueth A.* Sympatin E and sympatin I.—*Amer. J. Physiol.*, 1933, CIV, p. 557—574.
2. *Cannon W., Rosenblueth A.* A comparison of the effects of sympathin and adrenaline on the iris.—*Amer. J. Physiol.*, 1935, CXIII, p. 251—258.
3. *Garcia Ramos J.* Arturo Rosenblueth. Mexico, 1971.
4. *Garcia Ramos J.* Mexicanos ilustres. Mexico, 1973.
5. *Cannon W., Rosenblueth A.* Autonomic neuroeffector systems. N. Y., 1937.
6. *Bernard C.* Les phénomènes de la vie. Paris, 1878.
7. *Elliot T.* The action of adrenalin.—*J. Physiol.*, 1905, 32, p. 401—467.
8. *Howell W.* Inhibition.—*Physiol. Rev.*, 1925, 5, p. 161—181.
9. *Dikson W., Hamill P.* The mode of action of specific substances with special reference to secretion.—*J. Physiol.*, 1909, 38, p. 314—336.
10. *Dale H.* The action of certain esters and ethers of choline and their relation to muscarine.—*J. Pharmacol. and Exper. Therapy*, 1914, 6, p. 147—155.
11. *Loewi O.* Über humorale Übertragbarkeit Herznervenwirkung. *Arch. ges. Physiol.*, S. 199—239.
12. *Бабский Е. Б.* Отто Леви. (К 100-летию со дня рождения).—*Физиол. журн. СССР*, 1973, IX, стр. 6.
13. *Kahn R.* Über humorale Übertragbarkeit der Herznervenwirkung.—*Arch. ges. Physiol.*, 1926, 214, S. 484—498.
14. *Loewi O.* Problems, connected with the principle of humoral transmission of nervous impulses.—*Proc. Roy. Soc. B*, 1936, II, p. 299—316.
15. *Loewi O., Navratil E.* Über humorale Übertragbarkeit der Herznervenwirkung.—*Arch. ges. Physiol.*, 1924, 206, S. 123—134.
16. *Plattner F.* Der Nachweis des Vagusstoffes beim Säugetier. *Arch. ges. Physiol.*, 1926, 214, S. 112—129.
17. *Babkin B. P.* Secretory mechanism of the digestive glands. N. Y., 1944.
18. *Engelhart E.* Der humorale Wirkungsmechanismus der Okulomotorius Reizung.—*Arch. ges. Physiol.*, 1931, 227, S. 220—234.
19. *Thornton J.* The liberation of acetylcholine of Vagus nerve endings in isolated perfused lungs.—*J. Physiol.*, 1934, 82, p. 14—16.
20. *Frank E., Nothmann M.* Über die tonische Kontraktion des querstreiften saugetierrückens nach Ausschaltung der motorischen Nerven.—*Arch. ges. Physiol.*, 1922, 198, S. 392—400.
21. *Feldberg W., Minz B.* Die Wirkung von Acetylcholin auf die Nebennieren.—*Arch. ges. Physiol. Exper. Pathol. und Pharm.*, 1931, 163, S. 66—96.
22. *Самойлов А. Ф.* О переходе возбуждения с клетки на клетку.—*In: Naturwissenschaft in der Sowjet Union*. Berlin, 1929.
23. *Dale H.* Reaction of denervated voluntary muscle and their bearing of action of parasympathetic and related nerves.—*J. Physiol.*, 1934, 70, p. 109—144.
24. *Kibjakow A.* Über humorale Übertragung-Erregung von einem Neuronen auf das andere.—*Arch. ges. Physiol.*, 1933, 232, S. 432—443.

25. *Gaddum J.* Gefasserweiternde Stoffe der Gewebe. Leipzig, 1936.
26. *Cannon W.* The mechanical factors of digestion. London, 1911.
27. *Cannon W., Uridil J.* Studies on the conditions of activity in endocrine glands. Some effects on the denervated heart of stimulating the nerves of the liver.—Amer. J. Physiol., 1921, LVIII, p. 353—364.
28. *Bacq Z.* La transmission chimique les influx dans le système nerveux autonome.—Ergebn. Physiol., 1935, 37, S. 82—185.
29. *Cannon W., Bacq Z.* A hormone, produced by sympathetic action on smooth muscle.—Amer. J. Physiol., 1931, XCVI, p. 392—412.
30. *Newton H., Zwemer R., Cannon W.* The mystery of emotional accelerating of the denervated heart after the exclusion of known humoral accelerators.—Amer. J. Physiol., 1931, XCVI, p. 377—391.
31. *Cannon W., Newton H., Bright E., Menkin V., Moore B.* Some aspects of the physiology of animals surviving after complete exclusion of sympathetic nerve impulses.—Amer. J. Physiol., 1929, LXXXIX, p. 84—107.
32. *Rosenblueth A., Cannon W.* The chemical mediation sympathetic vasodilator nerve impulses.—Amer. J. Physiol., 1935, CXII, p. 33—40.
33. *Euler U.* Action of adrenalin acetylcholin and other substances on nerve free vessels.—J. Physiol., 1951, LXXXIII, p. 129—143.
34. *Конради Г. П.* Регуляция сосудистого тонуса. Л.—М., «Наука», 1973.
35. *Cannon W.* Organization for physiological homeostasis. Physiol. Rev., 1929, IX, p. 399—431.
36. *Орлов Р. С.* Гладкая мышца. М., «Медицина», 1967.
37. *Rosenblueth A., Forbes A.* Electric responses in the submaxillary gland.—Amer. J. Physiol., 1939, CXXV, p. 765—777.
38. *Cannon W., Cattell M.* Studies on the conditions of activity in endocrine glands.—Amer. J. Physiol., 1916, XLI, p. 39—57.
39. *Cannon W., Lissak K.* Evidence for adrenaline in adrenergic neurones.—Amer. J. Physiol., 1939, CXXV, p. 765—777.
40. *Экклс Дж.* Физиология синапса. М., «Мир», 1966.
41. *Бериташвили И. С.* Общая физиология мышечной и нервной системы. М., «Медицина», 1966.
42. *Анохин П. К.* Биология и нейрофизиология условного рефлекса. М., «Медицина», 1968.
43. *Olds J.* Hypothalamic substrates of reward.—Physiol. Rev., 1962, 42, p. 554—604.
44. *Лишшак К.* Данные к взаимодействию самораздражения и гуморальных факторов. Докл. Моск. физиол. о-ву. М., 1917.
45. *Барлоу Р.* Введение в химическую фармакологию. М., ИЛ, 1959.
46. *Кибяков А. В.* Химическая передача первого возбуждения. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1964.
47. *Ruch T., Fulton J.* Medical physiology and biophysics. Philadelphia — London, 1961.
48. *Лейбсон Л. Г.* Леон Абгарович Орбели. Л.—М., «Наука», 1973.
49. *Orbeli L.* Neues zur Frage über die sympatische Innervation quergestreiften Muskeln. Pavlov Jubill. Vol. Leningrad, 1924.
50. *Тонких А. В.* О ценных реакциях в нейрогуморальной регуляции. В кн.: Нейрогуморальные и эндокринные факторы в деятельности нервной системы. М., Изд-во АН СССР, 1959.

51. Асратян Э. А. Физиология центральной нервной системы. М., Изд-во АН СССР, 1953.

#### Глава восьмая

1. Cannon W., Rosenblueth A. The supersensitivity of denervated structures (a law of denervation). London, 1949.
2. Кеннон У., Розенблют А. Повышение чувствительности денервированных структур. М., ИЛ, 1951.
3. Ковалевский Н. О. Труды профессора Н. О. Ковалевского (1860—1890). Казань, 1895.
4. Cyon I. Über eine paradoxe Tätigkeit ausserung eines sensiblen Nerves.— Bull. Acad. Imp. Sci., 1871, 16, p. 207—212.
5. Heidenhein R. Über pseudomotorische Nervenwirkungen.— Arch. ges. Physiol., 1937, XC, S. 133—177.
6. Rogovich N. Über pseudomotorische Einwirkung der Ansa Viesensii auf die Gesichtsmuskeln.— Pflugers Arch. ges. Physiol., 1885, 36.
7. Sherrington Ch. Experiments in examination of the peripheral distribution of the fibers of the posterior roots of some spinal nerves.— Philos. Trans. Roy. Soc. B, 1898, 190, p. 75—186.
8. Rosenblueth A. The action of certain drugs on the nictitating membrane.— Amer. J. Physiol., 1932, C, p. 443—446.
9. Elliot J. The action of adrenalin.— J. Physiol., 1905, 32, p. 401—467.
10. Grant R., Pearson R. The blood circulation in the human limb and remarks on the regulation of body temperature.— Clin. Sci., 1938, 3, p. 119—139.
11. Cannon W., Rosenblueth A. A comparison of the effects of sympathin and adrenaline on the iris.— Amer. J. Physiol., 1935, CXIII, p. 251—258.
12. Shen S., Cannon W. Sensitization of denervated pupillary sphincter to acetylcholine.— Chinese J. Physiol., 1936, 10, p. 359—372.
13. Hogland H. Sensitization of blood vessels to acetylcholin by sympathetic denervation.— Proc. Soc. Exper. Biol. and Med., 1911, 48, p. 326—330.
14. Bain W. On the mode of action of vasomotor nerves.— J. Physiol., 1932, 77, p. 3—4.
15. Rosenblueth A., Simeone F. The interrelation of vagal and accelerator effects on the cardiac rate.— Amer. J. Physiol., 1934, CX, p. 42—55.
16. Gasser H. Contractures of skeletal muscle.— Physiol. Rev., 1930, 10, p. 35—109.
17. Rosenblueth A., Luco J. A study of denervated mammalian skeletal muscle.— Amer. J. Physiol., 1937, CXX, p. 781—797.
18. Cannon W., Rosenblueth A. The sensitization of a sympathetic ganglion by preganglionic denervation.— Amer. J. Physiol., 1936, CXVI, p. 408—413.
19. Cannon W., Haimovichi H. The sensitization of the motoneurons by partial «denervation».— Amer. J. Physiol., 1939, CXXVI, p. 731—740.
20. Stavraky G. The action of adrenalin and acetylcholin on the central nervous system.— Trans. Roy. Soc. Canada, Sect. 5, 1947, p. 127—154.

21. Чеснокова С. А. Влияние удаления коры больших полушарий головного мозга на лейкоцитарные реакции собак.— Бюл. exper. биол. и мед., 1956, № 9.
22. Черниговский В. Н., Ярошевский А. Я. Нервная регуляция системы крови. М., Медгиз, 1953.
23. Жмакин И. К. Влияние удаления коры больших полушарий головного мозга собак на газообмен. Дис. М., 1957.
24. Маркова А. А. Труды 15-го совещания по проблемам высшей нервной деятельности. М., 1952.
25. Губарь А. В., Орешук Ф. А. Влияние удаления коры больших полушарий головного мозга на желчеобразовательную функцию печени.— Бюл. exper. биол. и мед., 1956, 9.
26. Cannon W., Rosenblueth A. The effects of preganglionic denervation on the superior cervical ganglion.— Amer. J. Physiol., 1939, CXXV, p. 276—289.
27. Cannon W. Die Notfallsfunktionen des sympathicoadrenal Systems.— Ergebn. Physiol., 1928, 27, S. 380—406.
28. Rosenblueth A., Luco J. A study of denervated mammalian skeletal muscle.— Amer. J. Physiol., 1937, CXXVI, p. 781—797.
29. Rosenblueth A., Garsia Ramos J., Cannon W. Los reflejos espinales extensores cruzado e ipsilateral.— Arch. Inst. Nat. cardiol. mex., 1945, 15, p. 401—454.
30. Rosenblueth A., Ortiz T. The crossed respiratory impulses to the phrenic nerve.— Amer. J. Physiol., 1936, 117, p. 495—512.
31. Eccles J. Changes in muscle produced by nerve denervation.— Med. J. Australia, 1944, I, p. 573—575.
32. Rosenblueth A., Klopp C., Simeone F. A further study of the crossed phrenic phenomenon.— J. Neurophysiol., 1938, I, p. 508—552.
33. Lipschutz A., Audova A. The comparative atrophy of the skeletal muscle after cutting the tendon.— J. Physiol., 1924, 55, p. 300—304.
34. Mandoki J., Obrador S. Recuperacion funcional despues de hemiseccion medullar on el gato.— Medicina, Buenos-Aires, 1947, p. 237—245.
35. Mettler F. Observations on the consequences of large subtotal lesions of the spinal cord.— J. Compar. Neurol., 1944, 81, p. 339—360.
36. Bethe A., Fischer E. Handbuch der normalen und pathologischen Physiologie. Bd. 15. Berlin, 1934, S. 1126—1130.
37. Асратян Э. А. Физиология центральной нервной системы. М., Изд-во АН СССР, 1953.
38. Орешук Ф. А. Эволюция спинального шока. Дис. М., 1962.
39. Орбели Л. А. Лекции по физиологии нервной системы. М.— Л., Медгиз, 1938.
40. Орбели Л. А. Новые представления об иннервации мышц.— В кн.: Первое совещание биогруппы АН по физиологическим проблемам. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1937.
41. Orbeli L. Some observations on the degeneration in sympathetic and sacral autonomic nervous system.— Amer. J. Physiol., 1940, 42.
42. Лейбсон Л. Г. Леон Абрамович Орбели. Л.— М., «Наука», 1973.
43. Орбели Л. А. Избранные труды, т. I. Л.— М., Изд-во АН СССР, 1968.

## Глава девятая

1. *Cannon W.* The way of an investigator. N. Y., 1945.

## Глава десятая

1. *Cannon W.* The way of an investigator. N. Y., 1945.
2. Walter Bradford Cannon (1871—1945). A Memorial Exercise. Hold at the Harvard Medical School. Monday, November 5, 1945.
3. *Meek W.* An appreciation of W. B. Cannon.—Texas Report's Biol. and Med., 1953, II.
4. An American physiologist about moral in the Red Army.—«Daily Worker», February, 26, 1944, p. 5.

1898—1910

- Cannon W. B.* The movements of the stomach studied by means of the Röntgen rays.— *Amer. J. Physiol.*, 1898, I, p. 359—365.
- Cannon W. B.* The movement of the food in the Esophagus.— *Amer. J. Physiol.*, 1898, I, p. 435—444.
- Cannon W. B.* The movement of the intestines studied by means of the Röntgen rays.— *Amer. J. Physiol.*, 1902, VI, p. 251—277.
- Cannon W. B.* Observations on the mechanics of digestion.— *J. Amer. Med. Assoc.*, 1903, XI, p. 749—753.
- Cannon W. B.* Further observations on the movements of the stomach and intestines.— *Amer. J. Physiol.*, 1903, XIV, p. 339—346.
- Cannon W. B., Day H. F.* Salivary digestion of the stomach.— *Amer. J. Physiol.*, 1903, IX, p. 396—416.
- Cannon W. B.* The emptying of the human stomach.— *Amer. J. Physiol.*, 1904, X, p. XIX.
- Cannon W. B.* The passage of different foodstuffs from the stomach and through the small intestines.— *Amer. J. Physiol.*, 1904, XII, p. 387—418.
- Cannon W. B.* Auscultation of the rhythmic sounds produced by the stomach and intestines.— *Amer. J. Physiol.*, 1905, XIV, p. 339—353.
- Cannon W. B., Blake J. B.* Gastroenterostomy and pyloroplasty on experimental study.— *Ann. Surgery*, 1905, XLI, p. 868—911.
- Cannon W. B.* Recent advances in the physiology of the digestive organs bearing on medicine and surgery.— *Amer. J. Med. Sci.*, 1906, CXXXI, p. 563—578.
- Cannon W. B., Murphy F. F.* The movements of the stomach and intestines in some surgical conditions.— *Ann. Surgery*, 1906, XLIII, p. 512—536.
- Cannon W. B.* The motor activities of the stomach and small intestines after splanchnic and vagus section.— *Amer. J. Physiol.*, 1906, XVII, p. 429—442.
- Cannon W. B.* The acid control of the pylorus.— *Amer. J. Physiol.*, 1907, XX, p. 283—322.
- Cannon W. B., Murphy F. F.* Physiological observations on experimentally produced ileus.— *J. Amer. Med. Assoc.*, 1907, XIX, p. 840—843.
- Cannon W. B.* Esophageal peristalsis after bilateral vagotomy.— *Amer. J. Physiol.*, 1907, XIX, p. 434—444.
- Cannon W. B.* Some observations on the neuromuscular mechanism of the alimentary canal.— *Amer. J. Physiol.*, 1908, XXI, p. XX.

- Cannon W. B.* The acidosisleasure of the cardia.— *Amer. J. Physiol.*, 1908, **XXIII**, p. 105—114.
- Cannon W. B.* The physiological aspects of gastroenzerostomy. Boston Med. and Surg. Ann., 1909, **CLXI**, p. 720—722.
- Cannon W. B.* The influence of emotional states on the function alimentary canal.— *Amer. J. Med. Sci.*, 1909, **CXXXVIII**, p. 480—487.
- Cannon W. B.* Further observations on the myenteric reflex.— *Amer. J. Physiol.*, 1909, **XXIII**, p. XXVI—XXVII.
- Hedblom C. A., Cannon W. B.* Some condition affecting the discharge of food from the stomach.— *Amer. J. Med. Sci.*, 1909, **CXXXVIII**, p. 504—521.
- Cannon W. B.* The correlation of the digestive functions.— *Boston Med. and Surg. J.*, 1910, **CLXII**, p. 97—101.

### 1911—1920

- Cannon W., de la Paz D.* Emotional stimulation of adrenal secretion.— *Amer. J. Physiol.*, 1911, **XXVIII**, p. 64—70.
- Cannon W. B., Lieb C. W.* The receptive relaxation of the stomach.— *Amer. J. Physiol.*, 1911, **XXVII**, p. 13—24.
- Cannon W. B.* The importance of tonus for the movements of the alimentary canal.— *Arch. Internal Med.*, 1911, **VIII**, p. 417.
- Cannon W. B.* Some observation on the nature of gastric peristalsis.— *Amer. J. Physiol.*, 1911, **XXVII**, p. XII—XLII.
- Cannon W. B., Shohl A. T., Wright W. S.* Emotional Glycosuria.— *Amer. J. Physiol.*, 1911, **XXIX**, p. 280—287.
- Cannon W. B., Hoskins R. S.* The effects of asphyxia, hypernoea and sensory stimulation on adrenal secretion.— *Amer. J. Physiol.*, 1911, **XXIX**, p. 274—279.
- Cannon W. B.* The nature of gastric peristalsis.— *Amer. J. Physiol.*, 1911—1912, **XXIX**, p. 250.
- Cannon W. B., Washburn A. L.* An explanation of hunger.— *Amer. J. Physiol.*, 1912, **XXIX**, p. 441—454.
- Cannon W.* Peristalsis, segmentation and the myenteric reflex.— *Amer. J. Physiol.*, 1912, **XXX**, p. 114.
- Folin O., Cannon W., Denis W.* A new colorimetric method for the determination of epinephrine.— *J. Biochem.*, 1913, **13**, p. 477—483.
- Cannon W. B., Lyman H.* Effect of adrenalin on arterial pressure.— *Amer. J. Physiol.*, 1913, **XXXI**, p. 376—398.
- Cannon W. B., Nice L. B.* The effect of adrenal secretion on muscular fatigue.— *Amer. J. Physiol.*, 1913, **XXXI**, p. 44—60.
- Cannon W. B.* The emergency function of the adrenal medulla in pain and the major emotions.— *Amer. J. Physiol.*, 1914, **XXXIII**, p. 356—372.
- Cannon W., Gray H.* The hastening or retarding of coagulation by adrenalin injections.— *Amer. J. Physiol.*, 1914, **XXXIV**, p. 232—242.
- Cannon W., Mendenhall W.* The graphic method of recording-coagulation.— *Amer. J. Physiol.*, 1914, **XXXIV**, p. 225—231.
- Cannon W., Mendenhall W.* The hastening of coagulation in pain and emotional excitement.— *Amer. J. Physiol.*, 1914, **XXXIV**, p. 251—261.

- Cannon W. B.* The interrelation of emotions as suggested by recent physiological researches.—*Amer. J. Psychol.*, 1914, XXXV, p. 256—282.
- Cannon W. B., Mendenhall W.* The hastening of coagulation by stimulating the splanchnic nerves.—*Amer. J. Physiol.*, 1914, XXXIV, p. 243—250.
- Cannon W., Cattell M.* Studies on the conditions of activity in endocrine glands.—*Amer. J. Physiol.*, 1916, XLI, p. 39—57.
- Cannon W. B.* Croonian lecture. The physiological basis of thirst.—*Proc. Roy. Soc. B*, 1918, 90, p. 283—301.
- Cannon W. B., Fraser J., Hooper A. N.* The nature and treatment of wound shock and allied conditions.—*J. Amer. Med. Assoc.*, 1918, LXX, p. 607—627.
- Cannon W.* The isolated heart as an indicator of adrenal secretion induced by pain, asphyxia and excitement.—*Amer. J. Physiol.*, 1919, I, p. 201—216.

### 1921—1930

- Cannon W., Uridil J.* Studies on the conditions of activity in endocrine glands. Some effects on the denervated heart of stimulating the nerves of the liver.—*Amer. J. Physiol.*, 1921, LVIII, p. 353—364.
- Cannon W. B., Rapport D.* Further observations on the denervated heart in relation to adrenal secretion.—*Amer. J. Physiol.*, 1921, LVIII, p. 308—337.
- Cannon W. B., McKeen W.* The critical level of a falling blood pressure.—*Arch. Surgery*, 1922, IV, p. 300—323.
- Cannon W. B., Griffith J.* The cardio-accelerator substance produced by hepatic stimulation.—*Amer. J. Physiol.*, 1922, LX, p. 544—559.
- Cannon W.* Traumatic shock. N. Y., 1923.
- Cannon W.* A laboratory course in physiology. 4th ed. Cambridge, Harvard Univ. Press, 1923.
- Cannon W. B., Querido A.* The role of adrenal secretion in the chemical control of body temperature.—*Proc. Nat. Acad. Sci. Wash.*, 1924, 10, p. 245—246.
- Cannon W. B., Linton J. R., Linton R. R.* The effects of muscle metabolites on adrenal secretion.—*Amer. J. Physiol.*, 1924, LXXI, p. 153—162.
- Cannon W. B., McIver M. A., Bliss S. W.* Studies on the conditions of activity in endocrine glands XIII. A sympathetic and adrenal mechanism for mobilizing sugar in hypoglycemia.—*Amer. J. Physiol.*, 1924, LXIX, p. 46—66.
- Cannon W. B., Britton S. W.* Pseudodffective medulliadrenal secretion.—*Amer. J. Physiol.*, 1925, LXXII, p. 283—294.
- Bulatao E., Cannon W. B.* The role of the adrenal medulla in pseudodffective hyperglycemia.—*Amer. J. Physiol.*, 1925, LXXII, p. 295—313.
- Cannon W. B., Lewis J. T., Britton S. W.* A lasting preparation of the denervated heart for detecting internal secretion.—*Amer. J. Physiol.*, 1926, LXXVII, p. 326—352.
- Cannon W. B.* Some general features of endocrine influence on metabolism.—*Amer. J. Med. Sci.*, 1926, LXXI, p. 1—20.



- Cannon W. B., Querido A., Britton S. W., Bright E. M.* The role of adrenal secretion in the chemical control of body temperature.—*Amer. J. Physiol.*, 1927, **LXXIX**, p. 466—507.
- Cannon W. B., Britton S. W.* The influence of motion and emotion on medullary adrenal secretion.—*Amer. J. Physiol.*, 1927, **LXXIX**, p. 433.
- Cannon W. B.* Reasons for optimism in the care of the sick.—*New England J. Med.*, 1928, **CXCIX**, p. 593—597.
- Cannon W. B.* Die Notfallfunktionen des sympathicoadrenalen Systems.—*Ergebn. Physiol.*, 1928, **27**, s. 380—406.
- Cannon W. B., Izquierdo J. J.* Emotional polycythemia in relation to sympathetic and medullaryadrenal action on the spleen.—*Amer. J. Physiol.*, 1928, **LXXXIV**, p. 545—562.
- Cannon W. B.* Curso de fisiologia de Laboratorio. N. Y., 1929.
- Cannon W. B.* Organization for physiological homeostasis.—*Physiol. Rev.*, 1929, **IX**, p. 399—431.
- Cannon W. B.* Bodily changes in pain, hunger, fear and rage. 2nd ed. Boston, 1929.
- Campos F. A., Cannon W. B., Lundin H., Walker T. T.* Some conditions affecting the capacity for prolonged muscular work.—*Amer. J. Physiol.*, 1929, **LXXXVII**, p. 680—701.
- Cannon W. B., Newton H. F., Bright E. M., Menkin V., Moore B. M.* Some aspects of the physiology of animals surviving complete exclusion of sympathetic nerve impulses.—*Amer. J. Physiol.*, 1929, **LXXXIX**, p. 84—107.
- Cannon W. B.* The autonomic nervous system, an interpretation (The Linacre Lecture) — *Lancet*, 1930.

#### 1931—1940

- Cannon W., Bacq Z. M.* Studies on the conditions of activity in endocrine organs. A hormone produced by sympathetic action on smooth muscle.—*Amer. J. Physiol.*, 1931, **XCVI**, p. 392—412.
- Cannon Bradford.* The effects of progressive sympathectomy on blood pressure.—*Amer. J. Physiol.*, 1931, **XCVII**, p. 592—595.
- Cannon W. B., Bright E. M.* A belated effect of sympathectomy on lactation.—*Amer. J. Physiol.*, 1931, **XCVII**, p. 319—321.
- Cannon W. B., Rosenblueth A.* A comparative study of sympathin and adrenaline.—*Amer. J. Physiol.*, 1932, **CXII**, p. 268—276.
- Rosenblueth A., Cannon W. B.* Studies on conditions of activity in endocrine organs XXVII. Some effects of sympathin on the nictitating membrane.—*Amer. J. Physiol.*, 1932, **XCXIX**, p. 398—407.
- Gregersen M. J., Cannon W. B.* The effect of extirpation of the salivary glands on the water intake of dogs.—*Amer. J. Physiol.*, 1932, **CII**, p. 336—353.
- Rosenblueth A., Cannon W. B.* Some circulatory phenomena disclosed by ergotoxine.—*Amer. J. Physiol.*, 1932, **CV**, p. 373—382.
- Cannon W. B., Rosenblueth A.* Sympathin E and sympathin I.—*Amer. J. Physiol.*, 1933, **CIV**, p. 557—574.
- Rosenblueth A., Cannon W.* Direct electrical stimulation of denervated autonomic effectors.—*Amer. J. Physiol.*, 1934, **CVIII**, p. 384—396.

- Rosenblueth A., Cannon W.* A further study of vasodilators in sympathectomized animals.— *Amer. J. Physiol.*, 1934, **CVIII**, p. 599—607.
- Rosenblueth A., Cannon W.* The chemical mediation of sympathetic vasodilator nerve impulses.— *Amer. J. Physiol.*, 1935, **CXII**, p. 33—40.
- Cannon W.* Some implications of the evidence for chemical transmission of nerve impulses. Orders of the plenary sitting of the Congress. Moscow — Leningrad, 1935.
- Cannon W., Rosenblueth A.* A comparison of the effects of sympathin and adrenaline on the iris.— *Amer. J. Physiol.*, 1935, **CXIII**, p. 251—258.
- Cannon W. B.* Stresses and strains of homeostasis.— *Amer. J. Med. Sci.*, 1935, **CLXXXIX**, p. 1—14.
- Cannon W. B., Lissak K.* Evidence for adrenaline in adrenergic neurones.— *Amer. J. Physiol.*, 1935, **CXXV**, p. 765—777.
- Rosenblueth A., Cannon W.* The adequacy of the chemical theory of smooth muscle excitation.— *Amer. J. Physiol.*, 1936, **CVI**, p. 414—429.
- Brouha I., Cannon W., Dill D.* The heart rate of the sympathectomized dog in rest and exercise.— *J. Physiol.*, 1936, **LXXXVII**, p. 345—359.
- Shen S. C., Cannon W. B.* Sensitization of the denervated pupillary sphincter to acetylcholine.— *Chinese J. Physiol.*, 1936, **10**, p. 359—372.
- Cannon W. B., Rosenblueth A.* The sensitization of a sympathetic ganglion by preganglionic denervation.— *Amer. J. Physiol.*, 1936, **CXVI**, p. 408—413.
- Cannon W. B., Rosenblueth A.* The transmission of impulses through a sympathetic ganglion.— *Amer. J. Physiol.*, 1937, **CXIX**, p. 221—235.
- Cannon W. B., Rosenblueth A.* L'exitabilité électrique de la surrénale dénervée.— *Compt. rend. Soc. biol.*, 1937, **CXXIV**, 1262—1264.
- Cannon W.* A laboratory course in physiology. 9th ed. Cambridge, Harvard Univ. Press — London, Oxford Univ. Press, 1938.
- Simeone F. A., Cannon W. B., Rosenblueth A.* The sensitization of the superior cervical ganglion to nerve impulses by partial denervation.— *Amer. J. Physiol.*, 1938, **CXXII**, p. 94—100.
- Rosenblueth A., Cannon W. B.* The effects of preganglionic denervation on the superior cervical ganglion.— *Amer. J. Physiol.*, 1939, **CXXV**, p. 276—289.
- Cannon W. B., Haimovichi H.* The sensitization of motoneurons by partial «denervation».— *Amer. J. Physiol.*, 1939, **CXXVI**, p. 731—740.
- Rosenblueth A., Cannon W. B.* Some features of the early stages of neuromuscular transmission.— *Amer. J. Physiol.*, 1940, **CXXX**, p. 205—218.
- Cannon W. B., Rosenblueth A.* Some conditions affecting the late stages of neuromuscular transmission.— *Amer. J. Physiol.*, 1940, **CXXX**, p. 219—229.

## 1941—1945

- Rosenblueth A., Bond D. D., Cannon W. B.* The control of clonic responses of the cerebral cortex.— *Amer. J. Physiol.*, 1942, CXXXVII, p. 681—694.
- Cannon W. B.* The body as a guide to politics. London, 1942.
- Rosenblueth A., Cannon W. B.* Cortical responses to electric stimulation.— *Amer. J. Physiol.*, 1942, CXXXV, p. 690—741.
- Cannon W. B., Rosenblueth A., Garcia Ramos J.* Sensibilizacion de las neuronas espinales por denervacion parcial.— *Arch. Inst. Nat. cardiol. mex.*, 1945, 15, p. 327—348.
- Cannon W. B.* Emotions and animals surviving.— *Amer. Rev. Sov. Med.*, N. Y., 1945, III, Oct. N 1.
- Rosenblueth A., Garcia Ramos J., Cannon W.* Los reflejos espiholes extensores cruzado e ipsilateral.— *Arch. Inst. Nat. cardiol. mex.*, 1945, 15, p. 401—454.
- Cannon W., Field R.* International relations in science. A review of their aims and methods in the past and in the future.— *Chronica bot.*, 1947, 9, N 4, p. 255.

## Монографии У. Кеннона

- Cannon W. B.* The mechanical factors of digestion. London — N. Y., 1911.
- Cannon W. B.* A laboratory cours in physiology. London, 1911.
- Cannon W. B.* Traumatic shock. N. Y., 1923.
- Cannon W. B.* Bodily changes in pain, hunger, fear and rage. Boston, 1915.
- Cannon W. B.* The wisdom of the body. London, 1932.
- Cannon W. B.* Digestion and health. N. Y., 1936.
- Cannon W. B., Rosenblueth A.* Autonomic neuroeffector systems. N. Y., 1937.
- Cannon W. B.* The way of an investigator. A scientist's experience in medical research. N. Y., 1945.
- Cannon W. B., Rosenblueth A.* Supersensitivity of the denervated structures. N. Y., 1949.

## Оглавление

---

От авторов . . . . .	5
Введение . . . . .	7
Глава первая	
Вехи жизни . . . . .	19
Глава вторая	
Изучение У. Кенноном двигательной функции пищева- рительного тракта . . . . .	38
Глава третья	
Механизмы голода и жажды в трудах У. Кеннона .	68
Глава четвертая	
Создание У. Кенноном учения о физиологических ме- ханизмах эмоций . . . . .	94
Глава пятая	
Вклад У. Кеннона в теорию травматического шока .	137
Глава шестая	
Учение У. Кеннона о гомеостазисе . . . . .	174
Глава седьмая	
Автономные нейроэффекторные системы по У. Кенно- ну и А. Розенблюту . . . . .	229
Глава восьмая	
Повышение чувствительности денервированных струк- тур (закон денервации Кеннона — Розенблюта) . . .	275
Глава девятая	
Исследователь научного творчества . . . . .	309
Глава десятая	
Личность ученого . . . . .	338
Важнейшие даты жизни и деятельности У. Кеннона	359
Литература . . . . .	360
Основные труды У. Кеннона . . . . .	370

М. Г. Ярошевский, С. А. Чеснокова

Уолтер КЕННОН



М. Г. Ярошевский,  
С. А. Чеснокова

**Уолтер**  
**КЕННОН**

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»



ГОТОВИТСЯ К ПЕЧАТИ КНИГА:

---

Г. Э. Фельдман

Джон Бэрдон Сандерсон ХОЛДЕЙН

(1892—1964)

12 л., 75 к.

Дж. Холдейн — крупный английский естествоиспытатель и прогрессивный деятель, проживший яркую интересную жизнь, — оставил заметный след во многих областях знаний. Он известен как «последний из энциклопедистов» — математик и биохимик, философ и изобретатель, социолог и генетик, политический деятель и популяризатор науки. В книге описывается его жизненный путь, дается обзор его многоплановых научных исследований, приводится библиография его работ.

Книга рассчитана на широкий круг читателей

Для получения книг почтой заказы просим направлять по адресам:

117464 Москва, В-464, Мичуринский проспект, 12, магазин «Книга — почтой» Центральной конторы «Академкнига»;

197110 Ленинград, П-110, Петрозаводская ул., 7, магазин «Книга — почтой» Северо-Западной конторы «Академкнига»;

Киев, ул. Ленина, 42;

Новосибирск 91, Красный проспект, 51, или в ближайшие магазины «Академкнига».

Цена 1 р. 20 к.