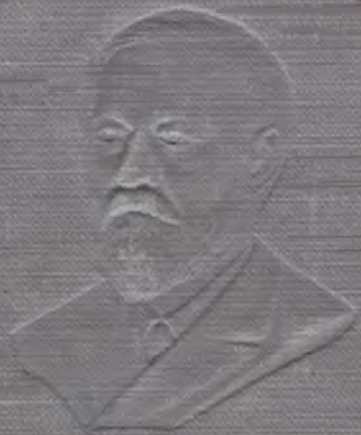


28.9  
С-33  
А232742

И. М. СЕЧЕНОВ



ФИЗИОЛОГИЯ  
НЕРВНЫХ  
ЦЕНТРОВ





АКАДЕМИЯ МЕДИЦИНСКИХ НАУК СССР

---

*ВЫДАЮЩЕЕСЯ*  
*ДЕЯТЕЛИ*  
ОТЕЧЕСТВЕННОЙ  
*МЕДИЦИНЫ*



МОСКВА

---

1952

АКАДЕМИЯ МЕДИЦИНСКИХ НАУК СССР

И. М. СЕЧЕНОВ

ФИЗИОЛОГИЯ  
НЕРВНЫХ  
ЦЕНТРОВ

(Из лекций, читанных  
в Собрании врачей  
в Москве в 1889—1890 гг.)

РЕДАКЦИЯ  
и ВСТУПИТЕЛЬНАЯ СТАТЬЯ  
Х. С. КОШТОЯНЦА

ВОЛОГОДСКАЯ  
ОБЛАСТНАЯ  
БИБЛИОТЕКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
АКАДЕМИИ МЕДИЦИНСКИХ НАУК  
СССР

A 232742.

Текст печатается  
по единственному изданию  
1891 года

КНИГА  
*И. М. СЕЧЕНОВА*  
„ФИЗИОЛОГИЯ  
НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ”  
( *вступительная статья* )



КНИГА  
И.М. СЕЧЕНОВА  
„ФИЗИОЛОГИЯ  
НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ”  
(*вступительная статья*)





Осенью 1889 года, после годичного перерыва в работе в связи с уходом из Петербургского университета, И. М. Сеченов возобновил свою преподавательскую деятельность в Москве. Он читал лекции для студентов Московского университета и в Клубе врачей. Эти лекции легли в основу замечательной книги великого русского физиолога — «Физиология нервных центров», увидевшей свет в 1891 г.

Один из слушателей лекций Сеченова в Клубе врачей писал: «30 ноября (1889 г.) в Клубе врачей состоялась первая лекция проф. И. М. Сеченова по физиологии центральной нервной системы. Записавшихся на лекции оказалось свыше 300 человек. Помимо численности, почтенный профессор имел перед собой аудиторию, выдающуюся по составу слушателей. Между ними имеется много профессоров здешнего университета и известных в Москве врачей. И. М. Сеченов был встречен долго не смолкавшими аплодисментами»<sup>1</sup>

Начало курса, который читал И. М. Сеченов московским врачам, совпало со временем смерти знаменитого клинициста-физиолога С. П. Боткина — ближайшего друга и сподвижника И. М. Сеченова. В сообщении того же слушателя о третьей лекции И. М. Сеченова мы читаем: «Перед началом лекции,

---

<sup>1</sup> Газ. «Русские ведомости», 1889 г., 3 декабря, № 334, стр. 3.



14 декабря, профессор Сеченов, едва сдерживая слезы, обратился к слушателям с предложением почтить память Сергея Петровича Боткина вставанием. Затем И. М. Сеченов в теплых выражениях охарактеризовал покойного товарища своего, как наблюдательнейшего ученого, любившего свою науку и успевшего внушить любовь к медицине и своим многочисленным ученикам. «Несмотря на то, что Сергей Петрович был всю жизнь баловнем счастья, несмотря на все свои удачи, — сказал в заключение И. М. Сеченов, — покойный оставался до конца дней своих добрым, отзывчивым и доступным для всех». После этих вступительных слов И. М. Сеченов не мог немедленно приступить к чтению лекции и вынужден был сделать перерыв. Решено было отправить телеграмму семье покойного с выражением соболезнования от Московского собрания врачей»<sup>1</sup>.

Лекции И. М. Сеченова проходили в атмосфере исключительной любви аудитории к лектору как к авторитетнейшему ученому России и передовому общественному деятелю. Свои лекции И. М. Сеченов нередко сопровождал демонстрациями, и почти каждая лекция превращалась в живую беседу между великим физиологом и его слушателями, московскими врачами.

И. М. Сеченов в предисловии к своей книге писал: «Издавая в переработанном виде лекции, читанные мною в 1889—1890 гг. врачам в Москве, я имел в виду прежде всего представить на суд специалистов попытку внести в описание центральных нервных явлений физиологическую систему на место господствующей по сие время анатомической, т. е. поставить на первый план не форму, а деятельность,

---

<sup>1</sup> Газ. «Русские ведомости», 1889 г., 15 декабря, № 346, стр. 3.

не топографическую обособленность органов, а сочетание центральных процессов в естественные группы». Приведенными словами Сеченов определил то новое, что он хотел внести в такой важный раздел физиологии, каким является физиология центральной нервной системы. Именно эту задачу он выполнил как подлинный новатор науки.

К работе И. М. Сеченова «Физиология нервных центров», как и к другим классическим произведениям выдающихся деятелей отечественной науки, мы можем подойти лишь с оценкой, данной В. И. Лениным, который писал: «Исторические заслуги судятся не по тому, чего не дали исторические деятели сравнительно с современными требованиями, а по тому, что они дали нового сравнительно со своими предшественниками»<sup>1</sup>.

В своем труде И. М. Сеченов, в отличие от своих предшественников, настойчиво развивал идею о том, что все проявления жизнедеятельности организма непосредственно связаны с условиями его существования. Классическое сеченовское определение, что «организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен, поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него»<sup>2</sup>, находит в «Физиологии нервных центров» свое яркое выражение. Именно исходя из этого положения, в предисловии к своей книге Сеченов писал: «В настоящее время едва ли кто сомневается в том, что центральная часть нервной системы, представленная у позвоночных спинномозговой осью, работает не иначе как под влиянием воздействий извне. История многообразных превра-

---

<sup>1</sup> В. И. Ленин, Сочинения, изд. IV, т. II, 1947, стр. 166.

<sup>2</sup> И. М. Сеченов, Заключительные лекции о значении так называемых растительных актов в животной жизни, «Медицинский вестник», 1861, № 26, стр. 235—242; № 28, стр. 253—258.

щений этих импульсов в сфере нервных центров и составляет, собственно, физиологию последних» (курсив мой. — Х. К.). Таким образом, Сеченов по-новому ставит задачу физиологии нервной системы, определяя ее как физиологическую основу взаимоотношения организма с условиями внешней среды.

И. М. Сеченов указывал, что «...нервная система не может работать иначе, как на счет внешних сил, и деятельность ее в свою очередь должна быть направлена к тому, чтобы поддерживать индивидуальную жизнь, т. е. сохранять, наперекор раздражающим влияниям, анатомическую и физиологическую целостность тела».

В одной лекции Сеченов, определяя нервную систему, как инициатора деятельности рабочих органов организма, писал, что «действие регуляторов должно быть согласовано с интересами организма в смысле обеспечения анатомической и физиологической сохранности тела».

В лекциях И. М. Сеченов раскрыл сущность всесторонних проявлений нервной деятельности животных организмов в их многогранных взаимоотношениях с разнообразными факторами условий существования. Говоря о «жизненном смысле высших органов чувств», И. М. Сеченов следующим образом определяет их назначение: «Это есть орудия общения животного с внешним предметным миром или орудия, при посредстве которых животное получает чувственные сигналы или знаки от внешних предметов, настолько разнообразных по содержанию, насколько высоко развит воспринимающий их орган. В прежних категориях сигнал шел, так сказать, из собственного тела, а теперь — из окружающего животное пространства. В большинстве прежних случаев регулятор имел значение только защитного снаряда против влияний, непосредственно подействовавших на тело, теперь же смысл его рас-

ширился; приходя издалека, сигналы предуведомляют животное и, будучи разнообразны по содержанию, способны вызывать не машинально однообразную двигательную реакцию, как прежде, вроде, например, сужения отверстия, захлопывания клапана и т. п., а серии подобных реакций. Отсюда же само собой следует, что последние появляются лишь ответом на такие сложные чувственные знаки, которые мы приурочиваем к внешним предметам. Солнечный луч, падая на глаз, способен вызвать сокращение зрачка, мигание, поворачивание головы и пр., но это не будут реакции «зрительного снаряда». Вид волка для овцы или вид овцы для волка — вот те сигналы, или те чувственные образы, о которых здесь говорится и которые вызывают у обоих животных двигательную реакцию противоположного характера»<sup>1</sup>

Сеченов подчеркивает, что при помощи нервной системы органы чувств осуществляют такие виды взаимоотношений организма с внешней средой, которые имеют «сознательную форму». Как и во многих своих работах, он упоминает о так называемых «заученных движениях», которые «в свою очередь, развиваются не иначе, как под влиянием жизненных потребностей и, раз развившись, отличаются от инстинктивных лишь большей подвижностью связи между движением и чувствованием»<sup>2</sup>.

И. М. Сеченов высказал предположение, что заученные движения также относятся к области рефлекторных реакций, но это впервые получило свое ясное освещение и экспериментальное обоснование в трудах И. П. Павлова. Сеченов считал, что та область явлений, «где чувствование превращается

---

<sup>1</sup> И. М. Сеченов, «Физиология нервных центров», настоящее издание, стр. 41.

<sup>2</sup> И. М. Сеченов, Там же, стр. 44.

в повод и цель, а движение — в действие... уже лежит за пределами физиологического исследования. Впрочем последняя, строго говоря, останавливается на управлении движениями, деятельностями высших органов чувств, потому что физиологический опыт не прикладывался еще к области специальных инстинктов и едва-едва коснулся заученных движений»<sup>1</sup>

Так он писал в начале 90-х годов прошлого века; в это время И. П. Павлов только приступал к постановке опытов, приведших его в последующем к созданию «настоящей физиологии» головного мозга.

В отличие от своих предшественников, которые рассматривали рефлекторный акт как изолированную анатомио-физиологическую категорию, фиксируя внимание на топографии отдельных элементов, лежащих в основе так называемой рефлекторной дуги, на частностях физиологической стороны рефлекторного акта, Сеченов впервые поставил вопрос о рефлексе, как элементарном акте приспособления животных организмов к условиям своего существования. Исходя из этой принципиально новой установки, великий физиолог пересмотрел и терминологию каждого звена рефлекторного акта. Так, например, рефлекторное движение он назвал отраженным, возникающим в ответ на те или иные сигналы внешней среды.

В книге «Физиология нервных центров», в разделе «Составные части аппаратов, дающих явления с типом рефлексов», Сеченов писал: «Если нервный аппарат дает явления, протекающие по типу рефлексов, то в его состав непременно входят следующие части: воспринимающая раздражения поверх-

---

<sup>1</sup> И. М. Сеченов. «Физиология нервных центров», настоящее издание, стр. 44.

ность; нерв, связывающий ее с нервным центром; нервный центр и, наконец, нерв, идущий отсюда к рабочему органу. Воспринимающую поверхность часто называют чувствующей и переносят то же имя на ее нерв, но это обозначение непригодно, потому что раздражение таких поверхностей не всегда сопровождается сознательными ощущениями. Уместнее всего было бы назвать поверхность *сигнальной*, нерв ее — *сигнальным проводником*, а за нервом, идущим к рабочему органу, оставить прежнее имя *двигательного проводника или привода*»

Под этим углом зрения Сеченов рассматривает и физиологические особенности самих нервных центров и особенности так называемых интрацентральных связей. «...В состав отражательного центра, как соединительные звенья между центральными и двигательными волокнами, — писал Сеченов, — должны входить связанные между собой интрацентральные клетки задних и передних органов, первые в меньшем числе, чем вторые. Как устроена интрацентральный связь в отражательном элементе, неизвестно, но физиологически ее можно характеризовать как *место наилегчайшей передачи возбуждений с сигнальных волокон на двигательные* в сложной системе рефлекторных путей и как форму сочетания волокон и клеток в *группы одновременного действия*»<sup>2</sup>.

Излагая свое учение о рефлексах, Сеченов определяет рефлексы как *отраженные движения*, «которые происходят не иначе, как вслед за раздражением кожи и называются поэтому также невольными». Остановливаясь на различного рода сложных рефлекторных актах, Сеченов подчеркивает, что это является проявлением *целесообразно устроен-*

---

<sup>1</sup> И. М. Сеченов, «Физиология нервных центров», настоящее издание, стр. 49.

<sup>2</sup> И. М. Сеченов, Там же, стр. 94.

ного механизма — так называемого рефлекторного аппарата».

Твердо отстаивая свой взгляд, что рефлекторная деятельность является основной закономерностью физиологии животных организмов, Сеченов ясно указывает, что нельзя проводить грани между рефлекторной деятельностью, постоянно получающей толчок извне, и так называемой автоматической деятельностью нервных центров, которая, по мнению многих современников Сеченова, будто бы действует по какому-то другому принципу, независимо от воздействия внешней среды. Исходя из своей абсолютно правильной научной концепции об единстве организмов и условий их существования, Сеченов по этому поводу категорически утверждает: «Другими словами, и в категории «автоматической деятельности» центры действуют не иначе, как под воздействием извне, и согласуют с такими импульсами деятельность рабочего снаряда».

Излагая вопросы физиологии высших отделов центральной нервной системы — мозжечка и полушарий головного мозга, — в специальных примечаниях И. М. Сеченов считает нужным оговорить, что он не имеет собственных данных по изучению этих вопросов и может представить читателю «лишь беспристрастный свод господствующих в настоящее время чужих мнений» или что представляемый им материал «имеет чисто компилятивный характер». Однако, вследствие свойственной ему скромности, Сеченов принижает значение своих лекций. В них он подвергает критике неверные установки ряда крупных авторитетов в области физиологии высших отделов центральной нервной системы. В книге И. М. Сеченов подробно излагает собственную концепцию тормозящего влияния центральной нервной

<sup>1</sup> И. М. Сеченов, «Физиология нервных центров», настоящее издание, стр. 47.

системы на спинномозговые рефлексы, на деятельность внутренних органов. Эта концепция получила свое обоснование благодаря имеющим исключительное значение в истории физиологии центральной нервной системы экспериментальным открытиям самого Сеченова и его ближайших учеников (Березина, Пашутина, Симонова и др.).

По установившейся традиции, И. М. Сеченов в этой книге приписывает открытие факта, что при раздражении электрическим током определенных участков коры головного мозга можно получить двигательную реакцию со стороны определенных групп мышц, немецким исследователям Фритчу и Гитцигу. Однако именно в лаборатории И. М. Сеченова, до опубликования работ названных ученых, русский врач А. И. Тышинский открыл это замечательное явление, наблюдающееся при раздражении полушария мозга лягушки. Тышинский писал в своей диссертации, что данная работа была им выполнена по теме, предложенной И. М. Сеченовым, и под его руководством; далее, в одной из работ И. Р. Тарханов — свидетель упомянутых опытов, прямо указывает на приоритет ученика И. М. Сеченова в этом важном вопросе. Для историка физиологии остается загадкой, почему И. М. Сеченов в книге «Физиология нервных центров» при изложении вышеназванного важного вопроса не приводит факта, добытого в его же лаборатории. Разбирая этот вопрос, Сеченов делает ряд таких выводов, которые расходятся с общепринятыми в его время взглядами. В частности, касаясь вопроса о способах координации нервных импульсов в акте ходьбы человека на основе сравнительного анализа, он утверждает, что «у человека механизм координации нервных импульсов в акте ходьбы лежит целиком в гемисферах»<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> И. М. Сеченов, «Физиология нервных центров», настоящее издание, стр. 230.



Подводя итог сказанному, следует еще раз подчеркнуть, что коренные вопросы физиологии центральной нервной системы И. М. Сеченов рассматривает на основании своей концепции, что закономерности возникновения, развития и способы деятельности нервной системы, включая и ее высшие отделы, вытекают из взаимоотношений организмов с условиями их существования.

Наряду с этим особое место в «Физиологии нервных центров» занимает его материалистическая концепция о природе нервного процесса. За пять лет до начала лекций по физиологии нервных центров И. М. Сеченов, формулируя свои последовательно материалистические взгляды на природу сложнейших проявлений нервной деятельности, утверждал, что с тех пор как «... под напором положительных фактов рушился миф о свободной воле в виде самоопределяющейся энергии, деятельность живого животного перестала стоять особняком в мире и вошла звеном в общую цепь превращений энергии на нашей планете. В настоящее время на животное можно уже смело смотреть, как на организм, превращающий через посредство растений энергию солнечных лучей в такую высокую форму, как механическая работа и акты чувствования от элементарных ощущений до мышления включительно»<sup>1</sup>

Эта концепция, которую в той или иной форме Сеченов разрывал, начиная с 60-х годов прошлого века, в «Физиологии нервных центров», особенно убедительна и конкретна. Касаясь вопроса об изменениях, происходящих в нервном волокне при его возбуждении, Сеченов пишет; «Ведь для всего вообще животного тела, насколько оно выстроено из легко изменяющихся веществ, признано, что факт сохра-

---

<sup>1</sup> И. М. Сеченов, «Физиологические очерки», 1884, стр. 12.

нения анатомической и физиологической целости достигается тем, что вещественный распад покрывается восстановлением потерь; и вдруг одни только нервные стволы, несмотря на значительную изменчивость их вещества (например, на поперечных разрезах нерва), составляли бы исключение из общего правила»<sup>1</sup>.

Разбирая этот вопрос, Сеченов настаивает на том, что не может произойти ни одного процесса в нервной системе, который не сопровождался бы теми или иными химическими изменениями, т. е. изменениями в обмене веществ нервной системы. «В пользу защищаемой мною мысли, — говорил Сеченов, — можно привести наконец воззрения современной химии на явления в сфере неустойчивых химических комплексов частиц и атомов. Здесь, при слабости связей между колеблющимися непрерывно миллиардами частиц и атомов, колебания и столкновения их ведут, даже при кажущемся покое тела, к частным распадам групп, с развитием живых сил, и к обратным, тоже местным, восстановлениям разрушенного. Когда же системе сообщаются слабые толчки, усиливающие колебания частиц и атомов, то изменяются только сравнительные шансы для происхождения эффектов в сторону распада»<sup>2</sup>.

По этому вопросу И. М. Сеченов приходит к следующему своему основному выводу: «Итак, вещество живых нервов можно представлять себе тоже в виде неустойчивых химических сочетаний, способных под влиянием слабых толчков распадаться с развитием живых сил и снова быстро восстанавливаться»<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> И. М. Сеченов, «Физиология нервных центров», настоящее издание, стр. 55.

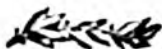
<sup>2</sup> И. М. Сеченов, Там же, стр. 56.

<sup>3</sup> И. М. Сеченов, «Физиология нервных центров», настоящее издание, стр. 56.

757837

Таким образом, «Физиология нервных центров», написанная в начале 90-х годов прошлого столетия, явилась как бы итогом многочисленных экспериментальных исследований великого физиолога и его учеников и, что самое главное, результатом его новаторских подходов к изучению физиологии нервной системы, в основу которых ставились взаимоотношения организма с условиями его существования.

В ряду классических произведений блестящей плеяды русских физиологов, фактически создавших основу современной передовой материалистической физиологии, книга «отца русской физиологии» И. М. Сеченова «Физиология нервных центров» занимает одно из самых почетных мест.



# ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ





## ПРЕДИСЛОВИЕ

Издавая в переработанном виде лекции, читанные мною в 1889—1890 гг. врачам в Москве, я имею в виду прежде всего представить на суд специалистов попытку внести в описание центральных нервных явлений физиологическую систему на место господствующей по сие время анатомической, т. е. поставить на первый план не форму, а деятельность, не топографическую обособленность органов, а сочетание центральных процессов в естественные группы. В выборе наиболее удобного и вместе с тем естественного начала для классификации центральных актов колебаний быть не могло. В настоящее время едва ли кто сомневается в том, что центральная часть нервной системы, представленная у позвоночных спинномозговой осью, работает не иначе, как под влиянием воздействия извне. История многообразных превращений этих импульсов в сфере нервных центров и составляет, собственно, физиологию гуследних. Сущность превращений известна нам крайне мало, но мы знаем два конечных результата, которыми они проявляются — чувствование и возбуждение рабочих органов к деятельности. Если под «чувствованием» разумеет только сознательные формы его, то первая категория проявлений оказалась бы значительно уже второй; но развитие физиологии показало, что «сознательность» не составляет необходимого атрибута чувствования — мы уже знаем степени сознательности. Поэтому принимают, что за воздействием извне

в некоторых отделах нервных центров развивается чувствование в сознательной форме, а в других — «нечто» эквивалентное чувствованию, для чего нет лишь словесного термина. При этом наблюдения показывают, что оба проявления, — чувствование на разных ступенях развития и возбуждение работ, — остаются разъединенными друг от друга лишь в исключительных случаях, и, вероятно, только с виду, — обыкновенно же они являются *согласованными между собою в смысле достижения определенных целей*. Вот это-то согласование обоих проявлений — чувствований с движениями, — как постоянный спутник нервных явлений, вызванных влияниями извне, и взято мною за основное начало для классификации центральных актов. В начале книги я представляю подробное развитие этой мысли, на основании существующих наблюдений, чтобы показать, в какой мере принцип приложим к нервным явлениям вообще, и на какие лады он осуществлен в устройстве и деятельности различных нервных снарядов. Нет сомнения, что приложимость его идет далее означенных там границ — в высшей степени вероятно, что начало это лежит в основе иннервации всех вообще органов и тканей, насколько она идет из спинномозговой оси. — Но ввиду того, что роль спинного и головного мозга мало-мальски выяснена только в отношении влияний, действующих на центры через так называемые органы чувств. и в отношении деятельности мышц костного скелета, я выбросил из описания все, что лежит вне этого круга. Думаю, что через это суть дела не пострадала, потому что при настоящем состоянии наших знаний главное содержание физиологии спинного и головного мозга составляет даже в руководствах учение о совокупной деятельности органов чувств и движений в сфере костного скелета, все же остальное имеет значение отрывочных вставок.



## НАЧАЛО СОГЛАСОВАНИЯ ДВИЖЕНИЙ С ЧУВСТВОВАНИЕМ

1. С тех пор, как современная физиология доказала, что на животное тело можно смотреть, как на своеобразно устроенную машину, все работы которой направлены, в конце концов, к поддержанию индивидуального существования, общее значение нервных актов в жизни тела было найдено: *в этих границах деятельности, притом, как часть животной машины, нервная система не может работать иначе, как на счет внешних сил, и деятельности ее* в свою очередь должны быть направлены к тому, чтобы поддерживать индивидуальную жизнь, т. е. сохранять, наперекор разрушающим влияниям, анатомическую и физиологическую целостность тела. Правда, сфера участия нервной системы в рабочих процессах еще не определена в точности, да и самая форма его не установлена как следует в физико-химическом отношении; но с другой стороны везде, где нервные влияния на рабочую деятельность сказываются особенно резко и где связь между нервной системой и рабочим органом очевидна, физиологическое отношение между ними, как частями машины, всегда проявляется на один и тот же лад. *Нервная система есть всегда инициатор деятельности рабочего органа.* Таково именно отношение между нервной системой, с одной стороны, всеми мышцами тела и некоторыми

из желез (слюнными, потовыми, слезными и пр.) — с другой. Подобно тому, как фабрикация различных соков распределена между различными железами, так и различные виды движения распределяются между отдельными группами мышц, из коих одни производят, например, сгибание или разгибание членов, другие — суживают или расширяют просвет трубчатых органов, третьи — двигают туловищем и пр. Кроме того, одни из мышц сокращены непрерывно, другие работают правильно периодически, временами работа их то усиливается, то ослабевает, или вовсе останавливается и пр. Словом, деятельность названных рабочих органов с виду крайне разнообразна: но тем не менее зависит она от нервной системы на один и тот же лад — нарушьте каким бы то ни было образом связь органов с последней, и вся их деятельность сразу прекращается. Но это еще не все. На мышце, отделенной от нервной системы, легко показать прямыми опытами (искусственного раздражения), что она сохраняет способность производить свойственную ей работу, если заменить нормальные импульсы из нервной системы искусственными (раздражающими) толчками. Значит, мышцу, вне ее связи с нервами, можно рассматривать, как существенную часть машины, предназначенной производить механическую работу, а нервный снаряд ее считать придатком, который, смотря по потребностям организма, пускает машину в ход или останавливает ее, усиливает или ослабляет ее деятельность. Но такие придатки в машинах называют, обыкновенно, регуляторами, следовательно: *в отношении мышц и многих желез, как рабочих органов, нервная система представляет собрание разнообразных регуляторов их деятельности; притом действие регуляторов должно быть согласовано с интересами организма в смысле обеспечения анатомической и физиологической сохранности тела.*



ФИЗИОЛОГИЯ  
НЕРВНЫХЪ ЦЕНТРОВЪ.

И. СЪЧЕНОВА.

(Изъ лекцій, читанныхъ въ собраніи врачей въ Москвѣ въ 1889—1890 гг.).



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.  
Издание Л. Ф. Пантелѣева  
1891.

В большинстве общезвестных машин регулирующей заведует машинист, — его рука пускает в ход тот или другой придаток. Но есть в машинах и такие регуляторы, которые заменяют руку машиниста, приходя в целесообразную деятельность, как говорится, сами собою, но в сущности — под влиянием изменяющихся условий в ходе машины. Наиболее известным примером такого регулятора может служить предохранительный клапан в паровиках Уатта. По мере того, как напряжение пара в котле возрастает за известный предел, клапан сам собою увеличивает отверстие для выхода пара вон, и наоборот. Таких приспособлений известно множество и все они носят название автоматических регуляторов.

В животном, как самодействующей машине, регуляторы, очевидно, могут быть только автоматическими, т. е. приводиться в действие измененными условиями в состоянии или ходе машины и развивать деятельности, которыми эти неправильности устраняются. Только при этом условии самодействующий регулятор способен заменять руку машиниста, руководимую разумом. Отсюда уже легко понять, что устройство регуляторов должно отвечать следующим двум основным условиям: снаряд должен быть чувствителен ко всяким нарушениям правильности в состоянии или ходе машины и направлять деятельность рабочих органов к устранению вытекающих отсюда неудобств для организма.

Нервные регуляторы так и устроены. *Первое условие представлено в них деятельностью сигнальной части скелета, дающего разные степени и формы чувствования; и второе — приспособлениями, координирующими деятельность рабочих органов.* Первой половиной приносятся в центральную нервную систему определенные сигналы или знаки о состояниях и ходе машины, а вторая производит соответственные им двигательные реакции, потому что дея-

тельности обеих половин всегда согласованы с той целью, ради которой служит регулятор. Таким образом, говоря вообще, самую существенную сторону в деятельности нервных регуляторов является согласование движения с чувствованием.

Нервных регуляторов в теле множество, и чувствование повсюду играет в сущности одну и ту же сигнальную роль; но проявление его и отношение к той части снарядов, которою вызывается движение, представляют большие различия. Последними я и воспользуюсь, чтобы установить главнейшие типы регуляций. Вместе с этим мы получим основы для рациональной классификации актов чувствования, так как в деятельность регуляторов замешаны обе стороны чувствования, которыми определяется его смысл для жизни тела — и качественное проявление и связь с движением. Описывать различные категории регуляций я буду, ради большей ясности, на примерах.

2. Первую категорию образуют деятельности наиболее простых снарядов, служащих, так сказать, провинциальным или дробным интересам тела, — снарядов, обеспечивающих анатомио-физиологическую целостность отдельных частей животной машины.

В глазу три таких регулятора: мигательный, слезный и фотомоторный. Первые два действуют совместно, обеспечивая целостность и прозрачность передней части глазного яблока. Производимый ими эффект можно без всякой натяжки уподобить протиранию стекла мокрой тряпкой. Деятельность обоих вызывается внешними влияниями на чувствующую поверхность глазного яблока: и убедиться в этом можно на множество ладов. Нормальные внешние влияния так слабы, что не ощущаются нами; но стоит тем же влияниям несколько усилиться (ветер, холодный воздух, летучие едкие вещества и пр.) и, рядом с сознаваемыми ощущениями, они

вызывают усиленное слезотечение и мигание. Так же действует и всякая попадающая в глаз соринка. Наоборот, держание глаза закрытым устраняет мигание. Акты начинаются раздражением чувствующей поверхности глазного яблока (волокна тройничного нерва), и возбуждение переходит, с одной стороны, на круговую мышцу век (через волокна личного нерва), с другой — на слезоотделительную железу (через слезные ветви тройничного). Оба явления принадлежат к разряду рефлексов и, как таковые, становятся невозможными, когда чувствующая поверхность разобщена с отражательным центром (перерезкой тройничного нерва). Деятельность третьего механизма заключается в регулировании количества света, падающего на сетчатку, путем сужения зрачка, по мере усиления света. Это, в свою очередь, рефлекс (с волокон зрительного нерва на волокна *m. oculomotorii*), происходящий вне нашего сознания (в еще большей степени, чем предыдущие).

Спускаясь по голове ниже, мы находим в акте чихания, вызванном раздражением внутренней чувствующей поверхности носа, проявление деятельности снаряда, защищающего вход в дыхательные пути против проникновения туда инородных тел и раздражающих веществ. Двигательную половину акта составляет наполнение легкого воздухом через рот с последующим сильным и отрывистым обратным током воздуха из легкого через нос наружу, к чему нередко присоединяется усиленное отделение слез (выводимых наружу через полость носа). Акт — опять рефлекторный.

Если человек, лежа на спине, закинет голову настолько назад, чтобы в нос можно было налить осторожно воды (форма опыта Э. Г. Вебера), то задний выход носовой полости замыкается, как при глотании, небную занавеской. Акт — опять рефлек-

торный и соответствует по смыслу захлопыванию клапана на протяжении дыхательных путей.

В гортани встречаем подобные же защитительные механизмы. Кверху от голосовых связок раздражение чувствующей оболочки гортани вызывает огражденное замыкание голосовой щели, что соответствует захлопыванию клапана, направленному против проникания инородных веществ вниз. Если же этот вход пройден инородным телом и слизистая оболочка раздражается под голосовыми связками, то раздражение вызывает кашель — акт выталкивания, соответствующий по смыслу чиханию.

Полость рта защищена против действия раздражающих веществ слабее, но все-таки, защищена отраженным слюноотечением, вслед за раздражением стенок полости рта. Слюноотделительные рефлекссы целесообразны, впрочем, и в другом еще отношении: совпадая по времени с поступлением пищевых веществ в полость рта и актами жевания, они являются целесообразными приспособлениями в смысле экономного расходования пищеварительного сока — наступают именно тогда, когда сок нужен для пищеварительных и глотательных целей.

На пути из рта в желудок, в месте, где глотание из акта, подчиненного воле, становится произвольным, существуют нервно-мышечные приспособления против проникания пищи в нос и дыхательные пути, происходящие помимо нашего сознания; но рядом с ними есть и такие механизмы, рефлекторная деятельность которых сознается всяким, — я разумею позывы на рвоту, при раздражении небной занавески или корня языка, и позывы на глотание, совпадающие с катарральным набуханием язычка (*uvulae*).

В желудке известны три регулятора: отделение желудочного сока под влиянием раздражения слизистой оболочки во всех местах, усеянных пепсинными железами; рефлекторная рвота при раздражении

слизистой оболочки близ входного отверстия и, наконец, спазматическое замыкание выходного отверстия (sphincter pyloricus) вслед за наполнением желудка пищей. Из тела животного, убитого тотчас после еды, можно желудок вынуть, и он не опорожняется, как бы ни был сильно растянут пищей. Целесообразность первых двух актов понятна из вышеприведенных аналогичных примеров; что же касается третьего, то целесообразность его определяется тем обстоятельством, что для переваривания пищи в желудке требуется время; значит, открытый выход из этой полости был бы актом нецелесообразным.

Деятельность всех описанных механизмов представляет следующие общие стороны: все они обеспечивают целостность отдельных частей или органов тела, и во всех случаях акты происходят по типу рефлексов или отраженных движений с машинальным однообразием и правильностью; за раздражением чувствующей поверхности роковым образом следует движение всегда одного и того же рода. Но рядом с этим между явлениями есть и большие различия со стороны осложнения их актами сознательного чувствования и вмешательств воли. Одни (например, действие желудочного жома или отделение желудочного сока) лежат вне сферы обоих влияний; другие, не подчиняясь воле, требуют, повидимому, сознательных ощущений (чувство тошноты и рвоты); третьи не требуют, наоборот, для происхождения сознательности ощущений, но подчинены до известной степени воле, которая может не только воспроизводить движения намеренно, без всякой стимуляции, но также угнетать их, когда поводы к движению существуют (мигание и кашель). Говорить о причинах таких различий в нашем беглом обзоре невозможно, — заметим пока лишь следующее: сложности явления должна соответствовать сложность устройства регулятора.

3. На границе между этой категорией регуляций и последующей я ставлю акты опорожнения мочевого пузыря и прямой кишки от их содержимого. По достигаемому регуляторами результату, оба акта равнозначны выше разобранным: обоими обеспечивается функциональная целость известных органов. Но чувствование, которым начинаются акты, здесь уже всегда сознательное, и сигнальное значение его выступает с особенной ясностью. Я понимаю позывы на мочу и выведение кала, в основе которых лежит, как известно, чувственное раздражение слизистой оболочки пузыря и прямой кишки близ выходных отверстий содержимым той и другой полости. Другая с виду существенная разница этих регуляций от предыдущих заключается в том, что здесь двигательная реакция не связана столь роковым образом с сигнальным знаком, как там: человек, получив такой сигнал, может и не послушаться его голоса, так что акт опорожнения обеих полостей становится, до известной степени, актом произвольным. Пренебречь позывом человек может из самых разнообразных побуждений, следовательно, между сигналом и целесообразным движением становится не только воля, но и рассуждение. Кто не знает, наконец, что опорожнение обеих полостей может быть намеренным без всякого чувственного сигнала?

Следует ли однако заключить из этого, что наши новые регуляторы устроены совсем по другому типу, чем прежние, что здесь сигнальная и двигательная половина разъединены, а там неразрывно связаны друг с другом, действительно, как части какой-нибудь машины.

Наблюдения и прямые опыты говорят положительно противное. Первые снаряды пузыря и прямой кишки рождаются у человека готовыми на свет и приводятся в действие в первые месяцы жизни, конечно, не сознательно — произвольной иннерва-

цией. У взрослого они тоже могут работать бессознательно. Известно далее, что человек властен не слушаться сигналов лишь до известной степени. Позыв, вначале не сильный, может с течением времени сделаться настолько настойчивым, что человек ему уступает. А неудержимые позывы при искусственных раздражениях шейки мочевого пузыря или такие же позывы в натужных поносах! Явно, что и здесь, как в кашле, угнетающее действие воли на движение, при посредстве которого происходит разъединение между сигнальной и двигательной половиной акта, имеет границы. Не нужно забывать, кроме того, что в пузыре действию detrussoris urinae противодействует мышечный и эластический жо́мы в шейке; поэтому удерживать мочу вообще легче, чем удерживаться от кашля.

Итак, в деятельности обоих регуляторов нет собственно ни единой черты, которая не встречалась бы порознь на снарядах первой категории. Разница между нервными актами опорожнения пузыря и кашля даже менее, чем между кашлем и действием желудочного жо́ма.

4. Вторую категорию регуляций представляют так называемые *системные чувства* с их двигательными влияниями. Общим фоном для относящихся сюда многообразных проявлений служит то смутное валовое чувство (вероятно, из всех органов тела, снабженных чувствующими нервами), которое мы зовем у здорового человека чувством общего благо-состояния, а у слабого или болезненного — чувством общего недомогания. В общем, фон этот хотя и имеет характер спокойного, ровного, смутного чувства, влияет, однако, очень резко не только на рабочую деятельность, но даже и на психику человека. От него зависит тот здоровый тон во всем, что делается в теле, который медики обозначают словом *vigor vitalis*, и то, что в психической жизни носит название



душевного настроения. Фон этот не всегда, однако, остается спокойным: время от времени в нем происходят нормальные возмущения, и, когда это случается, из общей чувственной картины выделяется та или другая специальная форма системного чувства, которая и становится тогда господствующей. Таких нормальных или физиологических форм мы знаем несколько: голод, жажда, половое чувство, позыв на деятельность, усталость и сонливость, у патологов же этих форм, как видоизменений чувства недомогания и боли, множество; о последних мы, однако, говорить не будем.

Все физиологические формы системного чувства имеют следующие общие стороны. Везде чувство отличается такою же нерасчленяемостью, как в случаях первой категории, представляя, как там, одни лишь колебания в силе. Подобно предшествующим двум переходным формам, системное чувство имеет всегда характер *позыва* (позыв на еду, питье и половое удовлетворение, на деятельность, отдых и сон); поэтому, появляясь периодически, оно исчезает вместе с удовлетворением позыва. На этом же основании чувство развивается постепенно и столь незаметно, что уловить его начало невозможно. Но раз развившись до известной степени, оно всегда доходит до сознания и влияет, подобно основной смуглой форме, очень резко даже на психику. Возрастая же в еще больших размерах, чувство приобретает, наконец, столь резко выраженный импульсивный характер, что становится, *через посредство психики*, источником для многообразных сложных деятельностей, направленных к удовлетворению позыва. К общим же характеристикам системных чувств следует отнести их топографическую неопределенность. Это значит следующее: сознаваемые человеком ощущения первой категории относятся им (и всегда правильно) к той именно местности, где раздражение

падает на чувствующую поверхность — причина мигания относится к глазу, причина чихания — к носу и т. д.; тогда как голод, жажду, сонливость, половое чувство и проч. отнести к определенному месту невозможно.

На каком же основании можно сопоставлять этот ряд крайне сложных явлений с описанными выше случаями первой категории?

Явления здесь, действительно, несравненно сложнее, чем там, но по своему основному смыслу они все-таки представляют проявления деятельности устроенных известным образом регуляторов: голод и жажда, с чувством насыщения, регулируют правильность пищевого прихода; усталость служит сигналом для прекращения деятельности; одышка от недостатка воздуха усиливает дыхательные движения и пр. Во всех этих случаях за чувством остается, как и прежде, значение сигнала, и знак вызывается, как в машинах, измененными условиями в их ходе. Правда, для большинства системных чувств не найдено частей, эквивалентных чувствующим поверхностям тела, так что образ происхождения их остается темным; но для общего смысла регуляции это — вопрос второстепенный, вопрос деталей; существенно то, что изменение в состояниях тела сигнализируется в нервные центры и возбуждает целесообразные реакции. То же следует сказать и о другой разнице в действии снарядов первой и второй категории: дробные регуляторы управляют лишь небольшими группами мышц, а системные — приводят в деятельность всю двигательную машину тела; но ведь и цели регуляции в обоих случаях одинаковы: дробными обеспечивается целость маленьких участков тела, а этими — целость всей животной машины разом. Наконец, и со стороны осложения актов вмешательством сознательного чувства и воли разница между явлениями обеих кате-

горий не принципиальная. В нормальных условиях деятельность дробных регуляторов, действительно, имеет машинообразный характер, а здесь сознательно-произвольный; по последнее верно лишь в известных границах. У животных при сильном голоде, во время одышки и пр. деятельность имеет вынужденный характер; с другой стороны, мы видели, что нормальная деятельность снарядов, опоражнивающих пузырь и прямую кишку, представляя ряд сходств с регуляциями первой категории, носит, подобно действию системных регуляторов, характер сознательно-произвольный.

Значит, основные черты устройства регулятора остаются и здесь прежние, только связь между сигнальной и двигательной частью становится все более и более подвижной и сложной.

5. В промежуток между второй и последующей категорией следует поставить ту смутно сознаваемую систему ощущений смешанного происхождения, которая сопровождает всякое мышечное движение или, точнее, всякое перемещение частей костного скелета друг относительно друга. Для краткости (хотя и неправильно) эту сумму ощущений обозначают иногда словом «мышечное чувство». Другую промежуточную форму составляет система кожных ощущений, за исключением, впрочем, осязательных, которая относится уже в последующую третью категорию.

Из жизненной практики всякому известно, что человек управляет своими движениями при посредстве двух чувств: зрения и осязания. Под контролем глаза движение направляется к достижению известной (видимой и мыслимой) цели, а достижение последней сигнализируется для сознания тем же глазом или осязанием, или обоими вместе (иногда и прочими чувствами). Но ведь и слепой умеет управлять движениями своих членов, и если он спо-

собен давать им надлежащее направление, значит, и у него имеется какое-нибудь другое контрольное чувство, эквивалентное зрению. Такое чувство есть в самом деле, но оно присуще как слепому, так и зрячему и заключается в нашей способности чувствовать и оценивать с известной верносгю всякое изменение в относительном положении частей собственного тела, равно как и самый акт перемещения их, происходит ли последнее пассивно, или произведено сокращением мышц. Ощущения, которыми сопровождаются такие перемены, имеют смешанное происхождение, родясь из натяжений и расслаблений кожи и подлежащих слоев, преимущественно вблизи сочленений, равно как из активных ссращения и пассивных растяжений, участвующих в перемещении мышц. Нет сомнения, что ощущения эти, несмотря на их смутность, играют руководящую роль в деле координации сокращений отдельных мускулов, хотя уловить механизм такой регуляции путем опыта до сих пор не удастся. Чувственные основы тех понятий, которые мы выражаем словами: верх, низ, перед, зад, правое, левое, прямо, вперед, поворот, подъем, наклон, скорый, медленный, отрывочный и пр. суть показания мышечного чувства.

Понимаемое в таком обширном смысле мышечное чувство может, следовательно, назваться ближайшим регулятором движений и в то же время чувством, которое помогает животному сознавать в каждый данный момент положение собственного тела в пространстве, притом как при покое его, так и при движении. Оно представляет, следовательно, одно из орудий ориентации животного в пространстве и времени. Как таковое, мышечное чувство служит, очевидно, валозым целям организма и родится, подобно системным чувствам, не из какого-нибудь отдельного маленького участка тела, а из

целых систем чувствующих органов. Будучи далее столь же смутным, как системное чувство, оно в противность последнему способно уже значительно видоизменяться, смотря по местности, из которой родится, и по характеру движения. Последним свойством оно уже напоминает чувствования более высокого порядка, но по своей полной бесстрастности стоит совсем особняком.

Коже присущи, помимо осязательных, тепловые и болевые ощущения. Первые из них (тепловые), по их малой способности вызывать у животных двигательные реакции, изучены очень плохо, и касаться их мы не будем. Болевые же ощущения служат, наоборот, источником самых разнообразных движений и изучены в отношении их связи с последними сравнительно подробно. Общий смысл относящихся сюда явлений вытекает из следующего. Способность чувствовать боль развита по всей поверхности кожи, и в какой бы ее точке боль ни причинялась, она повсюду сопровождается — и у животного и у человека — целесообразными движениями одного и того же смысла: устранить, оттолкнуть причиняющую боль причину или уйти от раздражителя. Такие реакции в отношении в каждой точке кожи в отдельности носят характер незольных движений и называются кожно-мышечными рефлексами; вся же сумма реакций, отнесенная ко всей поверхности кожи, является выражением деятельности крупного системного аппарата, обеспечивающего целостность всей внешней поверхности тела, которая, очевидно, подвергается во время жизни животного наибольшим случайным насилиям.

В основных чертах устройство кожно-мышечных аппаратов повторяет собой то, что было сказано выше о наипростейших регуляторах, в которых рабочий орган подчиняется воле. Целесообразный кожно-мышечный рефлекс может происходить без созна-

ния и с машинообразной правильностью, но также осложняться сознательными ощущениями, с вмешательством воли, и может, наконец, воспроизводиться намеренно, без участия какого бы то ни было чувственного раздражения. Все отличие этих явлений от деятельности простых дробных регуляторов заключается в том, что здесь работает неизменно одна и та же группа мышц в одном и том же направлении, а там мышечная группировка может разнообразиться в значительных пределах и по числу работающих мышц, и по порядку сочетания их деятельностей во времени.

6. Последнюю категорию регуляций составляют деятельности высших органов чувств с их двигательными последствиями.

К высшим органам чувств причисляют, обыкновенно, вкус и обоняние. Животному оба эти чувства оказывают, действительно, очень важные услуги, давая ему возможность разобраться между съедобным и несъедобным, чуют добычу и врага; но в жизни человека показания этих чувств стоят по своему значению неизмеримо ниже того, что дается зрением, осязанием и слухом. Тем не менее и в них начинает уже сказываться та особенность, которую отличаются чувствования этой 3-й категории от всех предшествующих форм.

Если в глаз попадет соринка, то для вызываемого ею чувственного эффекта безразлично, будет ли она деревянная, каменная или железная, будет ли она иметь правильную или неправильную форму, тот или другой цвет и пр., — присутствие ее причиняет глазу или только помеху, или боль, мало отличающаяся в последнем случае даже от действия капли раздражающей жидкости. Другое дело, если рассматривать ту же соринку зрительно: глаз различает в ней цвет и форму, и настолько определенно, что показания его могут быть выражены словом

(т. е. соответственными данному цвету и форме терминами). Вот этою-то способностью давать изменчивые по форме чувствованные показания, в связи с изменчивостью форм раздражения, и отличаются высшие органы чувств от всех прочих чувствующих снарядов; и причина этого лежит в их более сложной и высокой организации. Чем проще устроен воспринимающий раздражение снаряд, тем ощущение однообразнее по содержанию, и наоборот. Различные степени совершенства различных органов чувств в этом отношении легко узнавать из обилия прилагательных, которыми человек выражает на словах разные стороны даваемых ими ощущений. Обоняние и вкус дают, например, только три главные категории качеств: приятные, неприятные и едкие запахи и вкусы; но последняя категория представляет уже вмешательство болевых ощущений. Далее вкус различает: сладкое, горькое, соленое (прилагательное заимствовано от предмета) и кислое; а затем для ощущений уже нет специальных терминов, — качество определяется принадлежностью к предмету: вкус рябчика, сыра, вина и т. п. То же самое повторяется и на обонянии: чувствования и здесь крайне разнообразны, но терминов для них нет. Оттого и говорят: запах мяты, ландыша, сигары, аммиака и пр. Зрение же дает нам пять категорий: очертание или контуры, цвет, величину, телесную форму и положение предмета относительно нашего тела. Некоторым из них соответствует в то же время множество видовых форм с специальными названиями: круг, овал, треугольник и пр. для 1-й категории: красный, оранжевый, желтый и т. д. — для 2-й; круглый, цилиндрический, трехгранный и т. д. — для 4-й. Сумма кожных ощущений еще разнообразнее по содержанию, так как сюда, кроме четырех зрительных категорий (за исключением цветной), входят тепловые ощущения, чувство гладкости и

шероховатости, твердости, упругости и мягкости осязаемых предметов. Разнообразие звуковых форм, доступных человеческому уху, едва ли не наибольшее. Стоит только принять во внимание, что для части их, правда значительной, специальное словесное наименование (вроде, например, определений цвета) невозможно, а возможно только усложное выражение письменными знаками. Это звуки, артикулированные в речь — сложные звуки, из которых каждый представляет определенный звуковой образ. Легко понять, что содержимое всех лексиконов всех наречий не представляет собою и сотой доли всего богатства слуховых форм, потому, что в лексиконах нет ни грамматических флексий, ни интонаций живой речи, ни того громадного разнообразия шумов и неартикулированных звуков, которыми наполнена природа. Для животных звуки человеческой речи недоступны по смыслу, но им знакомы многие голоса в природе, и они знают, частью по опыту, частью инстинктивно, их цену.

Другую отличительную особенность высших органов чувств составляет то, что даваемые ими ощущения не имеют такого субъективного характера, как, например, боль или голод, а относятся сознанием наружу к произведшим их причинам, объективируются. У животных, судя по двигательным реакциям, вытекающим из показаний их органов, свойства эти стоят в прямой связи со способностью чувствующих снарядов возбуждаться внешними влияниями издалека. Так, у собак обонятельные ощущения едва ли имеют менее объективный характер, чем зрительные и слуховые. К человеку же это правило неприменимо, потому что не идущие издалека осязательные ощущения имеют у него объективный характер, а обонятельные, скорее — субъективный, и относятся наружу лишь путем опыта, при посредстве других чувств



Как бы то ни было, но разобранными двумя свойствами — расчлененностью впечатлений и отнесением их наружу к производящим причинам — определяется жизненный смысл высших органов чувств.

Это *суть орудия общения животного с внешним предметным миром* или орудия, при посредстве которых животное получает чувственные сигналы или знаки от внешних предметов, настолько разнообразные по содержанию, насколько высоко развит воспринимающий их орган. В прежних категориях сигнал шел, так сказать, из собственного тела, а теперь — из окружающего животное пространства. В большинстве прежних случаев регулятор имел значение только защитительного снаряда против влияний, непосредственно подействовавших на тело. Теперь же смысл его расширился: приходя издалека, сигналы предвещают животное и, будучи разнообразными по содержанию, способны вызывать не машинально-однообразную двигательную реакцию, как прежде (вроде, например, сужения отверстия, захлопывания клапана и т. п.), а серии подобных реакций. Отсюда же само собою следует, что последние появляются ответом лишь на такие сложные чувственные знаки, которые мы приурочиваем к внешним предметам. Солнечный луч, падая на глаз, способен вызвать сокращение зрачка, мигание, поворачивание головы и пр.; но это не будут реакции «зрительного снаряда». Вид волка для овцы или вид овцы для волка — вот те сигналы или те чувственные образы, о которых здесь говорится и которые вызывают у обоих животных двигательные реакции противоположного смысла.

Нужно ли прибавлять к этому, что разбираемые чувствования служат телу не иначе, как в сознательной форме?

Сказанным доселе службы высших органов чувств, особенно зрения, еще не исчерпываются

Благодаря способности глаза (вместе с двигательными снарядами глазного яблока) быстро схватывать формы и относительное положение внешних предметов, животное не только получает возможность не быть прикрепленным к месту, но и способность к быстрым передвижениям. Ему же оно обязано умением различать с расстояния покоящиеся предметы от движущихся. Поэтому зрение считается *главным орудием ориентации животного в пространстве и времени.*

Судя по этим данным, между влияниями органов чувств на движения и деятельностью всех описанных раньше регуляторов лежит целая пропасть. Общего в них с виду лишь то, что и здесь движение согласовано с чувствованием в деятельность, приносящую пользу телу; но какая огромная разница в форме связи между ними! Чувствования, даваемые сознанию органами чувств, служат источниками движений не прямо, а через психику, — насколько с сигналом связан для сознания животного определенный смысл. Огородное чучело внушает, например, воробью ужас со всеми его двигательными последствиями только в течение некоторого времени, а затем личные наблюдения и опыт воробья научают его не бояться того же самого образа. Когда животное в погоне за добычей приноравливает свой бег к бегству преследуемого и к условиям местности, то движения его, руководимые зрением, имеют характер обдуманности, как будто преследующее животное рассуждает, когда ему следует повернуть в сторону, когда перескочить, замедлить бег и пр. Словом, во влиянии органов чувств на движение сказывается уже сходство с теми более высокими проявлениями нервной деятельности, которые физиологи означают общим термином «психомоторная деятельность». Этими особенностями наша последняя категория регуляций действительно резко

отличается от всех предшествующих: но пропасти между ними все-таки нет. Ведь и позыв на опорожнение пузыря, как сигнал для произвольно-двигательной реакции, должен иметь для сознания животного именно этот, а не другой смысл. С другой стороны, мы знаем на многих животных (козы, телята, жеребята и пр.), что они через несколько часов после рождения уже умеют руководствоваться в передвижениях зрением. Наконец, на некоторых животных доказано прямыми опытами, что они и по отнятии полушарий, т. е. лишенные, как говорится, сознания, сохраняют еще способность оценивать по смыслу наиболее простые пространственные отношения. способны, например, при передвижении не наткнуться на окружающие их предметы. Значит, психомоторный характер может быть присущ зрительно-двигательным актам при таких условиях, когда о существовании у животного чего-либо подобного рассуждению, выведенному из жизненного опыта, и речи быть не может.

Итак, на регуляции движений зрением повторяется действительно нечто подобное тому, что мы видели на таких простых явлениях, как акт опорожнения мочевого пузыря: в том и другом случае действие регулятора может происходить вне сферы сознания и воли, — и тогда весь акт имеет характер машиннообразный, — или же оно совершается с вмешательством того и другого и приобретает при этом условия характер психомоторный.

7. Нет сомнения, что господство «начала согласования движений с чувствованием» заходит за пределы только что описанных явлений (управления движений деятельностью высших органов чувств). Отсюда оно, наверно, распространяется в область специальных инстинктов (преимущественно у животных) и так называемых заученных движений (преимущественно у человека). Доказать это суммар-

ным образом не трудно. В основании инстинктов всегда лежат специфические формы чувствования, с характером неудержимой потребности, вроде голода, а другую половину всегда составляют сложные ряды движений, направленные к удовлетворению потребности. Заученные движения, в свою очередь, развиваются не иначе, как под влиянием жизненных потребностей и, раз развившись, отличаются от инстинктивных лишь большей подвижностью связи между движением и чувствованием. При этом фактором, разъединяющим их друг от друга, является и здесь, как в деятельности вышесказанных регуляторов разных категорий, воля с ее способностью воспроизводить движение намеренно, без содействия соответственного чувственного стимула, и угнетать его наперекор действию последнего.

Господство нашего начала идет, вероятно, и дальше — в ту область явлений, где чувствование превращается в *повод* и *цель*, а движение — в *действие*: но эта область уже лежит за пределами физиологического исследования. Впрочем, последнее, строго говоря, останавливается на управлении движений деятельностью высших органов чувств, потому что физиологический опыт не прикладывался еще к области специальных инстинктов, и едва-едва коснулся заученных движений. Понятно, что в специальной части нашего труда, при описании нервных явлений в частности, мы будем держаться обозначенных здесь пределов.

8. Покончив, таким образом, с категориями явлений, в которые замешано чувствование на различных ступенях развития, естественно задать себе вопрос: все ли вообще нервные снаряды построены на принципе согласования движения с чувствованием, и если нет, то подходят ли такие снаряды по своему значению под тип регуляторов работ. На первый

вопрос отвечают обыкновенно отрицательно, ставя в особую категорию «автоматической деятельности» такие нервные процессы, для которых источники возбуждения не найдены или выходят заведомо не из чувствующих поверхностей, а на второй следует, я думаю, отвечать утвердительно.

Для того чтобы нервный аппарат действовал как регулятор работ, существенно необходимо, чтобы он был чувствителен к тем переменам в состоянии или ходе машины, устранять которые аппарат предназначен; вопрос же, на какой лад осуществлена такая задача, есть уже вопрос деталей. Известно, например, что некоторые отделы нервных центров способны возбуждаться протекающей по ним кровью, и в то же время доказано прямыми опытами, что из этих самых отделов выходят влияния, управляющие дыхательными движениями, т. е. влияния на работу, при посредстве которой поддерживается на известном уровне дыхательный (газовый) обмен крови и тела. Явно, что весь нервный аппарат дыхания, со всеми его приспособлениями, предназначенными управлять газовым обменом, имеет значение регулятора: а между тем к самодеятельности он определяется импульсами, развивающимися не на чувствительных поверхностях, а в самых центрах под влиянием крови. Возбуждаются ли при этом те центральные образования, из которых непосредственно выходят двигательные импульсы, или в состав дыхательных центров входят эквиваленты чувствующих центров и действие крови падает на последние — неизвестно. Если иметь в виду, что, по опытным данным, дыхательные движения можно считать рождающимися из едва заметного непрерывного чувства задыхания (вроде того, как происходит мигание из незаметных чувственных влияний на поверхность глазного яблока), то можно было бы думать об эквивалентах чувствующих центров.

Другой пример из категории автоматически действующих снарядов представляет кровяное сердце, вне его связи с спинномозговой осью. Сомневаться в том, что нервные снаряды (заложенные в стенках сердца) и здесь имеют значение регуляторов, нельзя: через них или из них выходят не только импульсы к движениям, но и согласование сокращений предсердий и желудочков в правильно-переменную деятельность. Как и где именно развиваются импульсы к движениям, мы не знаем; но известно, что в деятельности сердца играет существенную роль крайняя чувствительность его ко всякого рода влияниям, механическим, термическим и химическим. Последнее же обстоятельство невольно наводит на мысль, что в основе сердечных движений должны лежать или прямые возбуждения двигательных центров или косвенные — из эквивалентов чувствующих поверхностей.

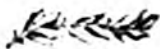
Из этих примеров читатель уже может видеть, какими внешними признаками отличается категория автоматических деятельностей от прежде описанного рефлекторного типа. Явления последнего рода развиваются лишь по временам, при известных условиях и очень часто в неправильные промежутки времени, или даже случайно. тогда как снаряды первого рода работают неустанно, — действительно, как автоматы, расходующие мало-помалу сообщенный им запас энергии. Но ведь работы сердца, дыхательных мышц, сфинктеров мочевого пузыря или прямой кишки и т. д. длятся у человека иногда более сотни лет; значит, о форме деятельности, в виде постепенного расходования больших запасов энергии, здесь и речи быть не может; дело может идти только о постоянном пополнении маленьких затрат ее, да о способе развития импульсов к движению — родятся ли они именно из периодической деятельности органа или источником их служит непрерыв-

ное тоническое возбуждение. Другими словами, и в категории «автоматической деятельности» центры действуют не иначе, как под воздействиями извне и согласуют с такими импульсами деятельность рабочего снаряда.

---

Установив таким образом общий смысл конкретных нервных актов и ту общую роль, которую играют в них центральные процессы, мы получили вместе с тем рамки для классификации последних в двух направлениях: или по формам чувствования, начиная с бессознательных проявлений, или по формам согласования чувствований с движениями. Но распорядок явлений в первом направлении имеет пока лишь теоретическое значение — рамка эта не соответствует наличному материалу экспериментальной физиологии по вопросам о центральной деятельности. Изучая центральные процессы на животных и сверяя свои выводы с патологическими наблюдениями на человеке, физиология судит о чувствовании большей частью косвенно, по аналогии; прямым же содержанием ее опытов служат, обыкновенно, наблюдения, как изменяется ход нервной машины, когда ее заставляют работать при заведомо ненормальных условиях, — тем ли, что разбирают ее мало-помалу на части, или тем, что заменяют естественных возбудителей искусственными, прикладывая их к той или другой части машины. Для приведения в порядок такого материала наша вторая рамка, очевидно, пригодна; да она в сущности и прикладывалась с этой целью к описанию язвлений (в виде, например, обособления рефлексов от произвольных движений и автоматической деятельности), но прикладывалась отрывочно. В последовательном виде приложение нашего начала дает вооб-

ще три типа явлений: рефлекс, автоматию и сознательно-произвольную деятельность. В применении же к той наиболее изученной группе явлений, которая составляет главное содержание физиологии спинного и головного мозга, оно дает возможность распределить все явления в три главных отдела: учение о рефлексах, учение о локомоции и учение о сенсомоторных актах. При таком распределении отделы учения соответствуют в одно и то же время и трем главным типам явлений (автоматию представляет бессознательная локомоция) и, до известной степени, трем главным отделам спинномозговой оси: спинному мозгу, продолговатому мозгу с мозжечком и мозговыми узлами и большим полушариям.







## СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ РЕГУЛЯТОРОВ И ИХ СВОЙСТВА

### Составные части аппаратов, дающих явления с типом рефлексов

9. Если нервный аппарат дает явления, протекающие по типу рефлексов, то в состав его непременно входят следующие части: воспринимающая раздражение поверхность; нерв, связывающий ее с нервным центром; нервный центр и, наконец, нерв, идущий отсюда к рабочему органу. Воспринимающую поверхность часто называют чувствующей и переносят то же имя на ее нерв; но это обозначение непригодно, потому что раздражение таких поверхностей не всегда сопровождается сознательными ощущениями. Уместнее всего было бы назвать поверхность *сигнальной*, нерв ее—*сигнальным проводником*, а за нервом, идущим к рабочему органу, оставить прежнее имя *двигательного* проводника или привода.

Как же устроены эти части? Настоящих ответов на этот вопрос не дает нам ни морфология, ни химия, ни физика нервных элементов (т. е. нервных волокон и нервных клеток), так что физиологу приходится решать задачу более чем наполовину гадательно. Понятно, что при таком условии представление об устройстве и деятельности частей возможно лишь в самых общих чертах и притом только в гипотетической форме.

## Основные свойства нервных проводников

10. Начнем с проводников, которые считаются в обеих половинах регулятора, сигнальной и двигательной, устроенными на один и тот же лад, а именно — с двигательного привода.

Физиологическое отношение его к мышце<sup>1</sup> всего яснее высказывается в опытах механического раздражения нерва, если придать им, по примеру Тигерштедта, такую форму, чтобы можно было, с одной стороны, высчитать работу возбуждающего удара, а с другой, — работу мышцы, приведенной ударом по нерву в сокращение. То и другое достигается тем, что заставляют небольшой груз известного веса падать на нервы с такой опять-таки известной высоты, чтобы получалось минимальное, но явственное сокращение нагруженной мышцы, и высоту этого сокращения записывают. Работа раздражающего удара, очевидно, равна работе поднятия груза, ударившего по нерву, на высоту, с которой груз упал, а работа мышц дается величиною нагрузки и высотой сокращения. При таких опытах Тигерштедт нашел, что минимальная работа мышц может превысить работу удара чуть не в 300 раз, несмотря на то, что последняя не вся идет на возбуждение нерва, приводя в сотрясение и его подставку.

*Не ясно ли, что в деле возбуждения через нерв, — а это путь нормальный! — мышца представляет род крайне неустойчивой системы с большим запасом энергии, а нерв — проводника, через который сообщаются системе слабые в сущности толчки, выводящие ее из равновесия или освобождающие энергию.*

---

<sup>1</sup> Только к мышце, потому что отношение к железам остается до сих пор невыясненным.

В опыте Тигерштедта нерв раздражается, правда, искусственно; но ниже мы увидим, что вытекающий из опыта вывод приложим и к случаям естественного возбуждения нервно-мышечных аппаратов; а теперь пойдем далее.

Известно, что возбуждение мышцы слагается из двух периодов: более короткого — подготовительно-го, во время которого мышца остается с виду в покое (так называемого периода скрытого возбуждения), и последующего за ним сокращения мышечных волокон. На первый период падает развитие в мышце электричества (так называемых токов действия) и тепла, а также перемена в химическом состоянии ткани. Совпадение первого из этих явлений с периодами скрытого возбуждения доказано несомненно; а для остальных двух оно принимается на том основании, что тепло и химические перемены появляются (даже в усиленных размерах) и при условии, когда сокращение возбуждаемой через нерв мышцы воспрепятствовано. Факты эти важны в том отношении, что они дают возможность связать все три проявления возбуждения друг с другом, относя их к общей причине. Большинство физиологов так и поступает, ставя развитие живых сил в мышце под влиянием толчков из нерва в прямую связь с химическими переворотами в мышечной ткани. В этом смысле вещество живой мышцы уподобляют неустойчивым химическим агрегатам (вроде взрывчатых веществ), способным разлагаться, т. е. переходить в более устойчивые сочетания с развитием живых сил, от самых ничтожных в механическом смысле толчков<sup>1</sup>.

Существование в мышце периода скрытого воз-

---

<sup>1</sup> С тем, однако, отличием, что в мышце разложение идет до известных пределов рука об руку с силой раздражающих толчков, тогда как взрывчатое вещество разлагается от толчка все разом (Германн).

буждения важно еще в том отношении, что через это значительно облегчается взаимное сравнение мышцы и нерва в возбужденном состоянии; иначе пришлось бы сравнивать сокращающуюся ткань с такою, частицы которой не представляют видимых перемещений. Сравнение же этих органов представляет огромную теоретическую важность.

### Сравнение нерва с мышцей

При покое гальванические явления, как известно, там и здесь одинаковы; колебания раздражительности со стороны условий их происхождения (перерезки, полярное действие батарейных токов, действие тепла и холода) тоже сходны; в возбудимости нерва и мышцы такими раздражителями, как батарейные и индукционные токи (а это наиболее действительные из раздражителей!), различия только количественные; и, наконец, в гальванических явлениях, которыми выражается возбужденное состояние органов (токи действия и распространение их по длине нервных и мышечных волокон), сходство опять полное. Различия во всех перечисленных отношениях, если и есть, то только количественные, и все они говорят в пользу значительно большей возбудимости или подвижности нерва, именно: различия в возбудимости отдельными индукционными ударами и очень частыми рядами их; различия в быстроте проведения возбуждений по длине и в продолжительности гальванических эффектов от одиночных ударов. При таком сходстве нерва с мышцей естественно было бы думать, что и в первом при его возбуждении источником живых сил служит разложение вещества, притом еще более нестойкого, чем мышечное. Однако на пути к такому выводу стоит целый ряд противоречащих с виду фактов, а на них нам необходимо остановиться.

## Вопрос о утомляемости нервов

В противоположность мышце, в возбужденном нерве не удалось до сих пор доказать с достоверностью ни развития тепла, ни признаков разложения вещества. Кроме того, на мышце давным-давно показана утомляемость, т. е. ослабление рабочей способности по мере продолжения возбуждения; тогда как нерв, по недавним опытам Введенского, подтвержденным другими исследователями, обладает неутомляемостью в очень значительной степени. Как же помирить такие противоречия? Со стороны условий перехода того и другого органа в деятельность, равно как со стороны гальванических эффектов возбуждения, сходство между мышцей и нервом чуть не полное; а в отношении самого главного пункта — признаков разложения вещества — сходства как раз не оказывается. Из исследователей утомляемости нерва один Бодвич высказывает прямо мысль, что поелику нерв не утомляется при раздражении (перерывистыми индукционными токами) в течение часов, значит возбуждение его не связано с разложением вещества. Однако дело стоит не так просто, как думает этот исследователь. На мышце, рядом с утомляемостью, давным-давно доказана способность отдыхать т. е. получать утраченную раздражительность и рабочую способность при отдыхе вновь. На лягушках такая восстановимость до известной степени доказана даже для мышц, вырезанных из тела, т. е. лишенных притока крови. Притом, по опытам Криса и Введенского восстановительные процессы в мышце должны идти и во время самого возбуждения, потому что работа утомленной непрерывным раздражением мышцы тотчас же повышается, если раздражение ослабить не прекращая оно. Стало быть, в возбужденной мышце идут два процесса рядом: разло-

жение веществ с развитием живых сил и обратный процесс восстановления их из продуктов распада. Первому соответствует то, что мы называем возбуждением, а второму — отдыхание. Почему же не принять такой двойственности и в нерве? Стоило бы только наделить его вещество значительно большей подвижностью в обоих направлениях, и все вышеприведенные отличия могли бы быть объяснены совершенно удовлетворительно тем, что в нерве распад вещества, связанный с развитием тепла, покрывается чрезвычайно быстро обратным (и в тепловом отношении) процессом восстановления. В первую минуту такое предположение может казаться странным; но не следует забывать, что во время раздражения перерывистыми токами нерв в каждый промежуток между двумя ударами не только возбуждается, но и отдыхает. Так, если принять в нерве продолжительность гальванического эффекта после каждого индукционного удара круглым числом в 0,001 секунды (несколько более, чем принимает Бернштейн), то при тетанизации нерва 40 ударами в 1 секунду в каждый промежуток между двумя ударами время отдыха превышало бы время возбуждения в 25 раз. Но и при значительном сокращении фазы отдыха сравнительно с фазой возбуждения (например, по Герингу) на восстановление, как увидим ниже, времени все-таки довольно.

Есть ли, однако, основания допустить в нерве существование таких компенсирующих друг друга процессов? Оснований этих в сущности много, из них я, однако, приведу только два самых крупных. Для сетчатки установлено несомненно<sup>1</sup>, что физиологическое возбуждение ее стоит в прямой связи с фотохимическими процессами в нервном веществе;

---

<sup>1</sup> Химическое действие электрического света на кожу служит одним из новейших аргументов

а между тем, кто же не знает, что одно и то же место сетчатки (именно желтое пятно) способно последовательно, в малые доли секунды, воспринимать без ощутимой помехи ясности видения образы различных предметов. Значит, химический след в течение этих коротких промежутков способен более или менее изглаживаться; иначе образ всякого последующего предмета должен был бы сливаться с образом предшествующего. Распад и восстановление вещества на периферическом конце зрительного нерва, следовательно, несомненны. Что же касается до самых нервных стволов, то здесь о распаде и восстановлении можно судить лишь косвенно по явлениям так называемой внутренней поляризации и деполяризации нервов (и мышц). Опыты Германна установили в этом отношении следующие важные пункты. Поляризацию дают не только батарейные токи, но и индукционные удары. *Нерв поляризуется сильнее мышцы и деполяризуется несравненно быстрее ее.* От индукционных ударов поляризация получается очень летучая; поэтому, когда на нерв действуют частые удары переменного направления, то, по словам Германна, поляризация возникает и исчезает после каждого удара *с невероятной быстротой*. Но поляризация соответствует распаду вещества, а деполяризация — его восстановлению; следовательно, оба процесса доказаны в нерве даже для случая его тетанизации частыми ударами<sup>1</sup>.

Да и можно ли останавливаться вообще на мысли, чтобы нерв, при его громадной чувствительности к различным внешним влияниям, представлял в возбужденном состоянии такую упорную неизменяемость, как думает Бодвич. Ведь для всего вообще

---

<sup>1</sup> Электрическое возбуждение нерва ставят, как известно, в связь с поляризацией его, что нерв возбуждается нарастанием катэлектротона или ослаблением анэлектротона.

животного тела, насколько оно выстроено из легко изменяющихся веществ, признано, что факт сохранения анатомической и физиологической целостности достигается тем, что вещественный распад покрывается восстановлением потерь; и вдруг одни только нервные стволы, несмотря на значительную изменчивость их вещества (например, на поперечных разрезах нерва), составляли бы исключение из общего правила.

В пользу защищаемой мной мысли можно привести, наконец, воззрения современной химии на явления в сфере неустойчивых химических комплексов частиц и атомов. Здесь, при слабости связей между колеблющимися непрерывно миллиардами частиц и атомов, колебания и столкновения их ведут, даже при кажущемся покое тела, к частным распадам групп с развитием живых сил и к обратным, тоже местным, восстановлениям разрушенного. Когда же системе сообщаются слабые толчки, усиливающие колебания частиц и атомов, то изменяются только сравнительные шансы для происхождения эффектов в сторону распада.

*Итак, вещество живых нервов можно представлять себе тоже в виде неустойчивых химических сочетаний, способных под влиянием слабых толчков распадаться с развитием живых сил и снова быстро восстанавливаться.*

С этим основным свойством уже легко поставить в связь особую чувствительность нерва к раздражениям в виде толчков и способность его возбуждаться во всех точках, равно как сравнительно медленное передвижение возбуждений по длине, без ослабления их в силе. Все это, взятое вместе, привело, как известно, физиологов к мысли, что акту возбуждения нерва соответствует, как в подожженной дорожке из пороха, послонное освобождение энергии.



Таковы господствующие в настоящее время воззрения на устройство нервов, т. е. проводников.

Теперь посмотрим, как устроены сигнальные поверхности, воспринимающие раздражение.

### Свойства сигнальных поверхностей

11. Общее значение этих частей наших регуляторов можно определить следующим образом: *там, где на поверхность действует раздражитель, способный возбуждать нерв, она представляет лишь часть снаряда более чувствительную, чем проводник; там же, где поверхность воспринимает влияния, неспособные действовать на нерв, в состав ее входят особые придатки, переводящие воспринятое движение из одной формы в другую, из формы, неспособной возбуждать нерв, в такую, которая на нерв действует.*

В случаях первого рода в состав поверхности, как механизма, входит только воспринимающий орган, а во втором, кроме того — трансформатор движения. Примером первого рода может служить поверхность кожи, насколько она реагирует на давление, а примером второго — сетчатка, возбуждаемая светом, который на нерв не действует.

Чтобы установить факт громадной возбудимости нервов с сигнальных поверхностей, разберем дело на примерах. С двигательного нерва, при прямом раздражении его механическим ударом, можно получить явственное сокращение мышц, от падения тяжести, например, в 0,5 г с высоты 3—4 мм. Сила такого удара очень незначительна; но она огромна в сравнении с тем намеренно легким прикосновением к коже (например, волоском), которого бывает достаточно, чтобы вызвать осязательное чувство или даже отраженное движение (когда прикосновение падает на особенно щекотливые места)

Ночью в тишине довольно самого легкого прикосновения к некоторым частям ушной раковины, чтобы получить ощущение звука. Значит, слуховой нерв едва ли менее возбудим, чем осязательный.

Феноменальная чувствительность обонятельной поверхности к запахам известна, конечно, всякому. Недаром физики приводят издавна относящиеся сюда факты, как свидетельства чрезмерной делимости материи. Попытка Валентина выразить числом наименьшие количества пахучих веществ, способных давать еще ясное ощущение, привела его к следующим результатам. Примесь  $2\,000\,000$  мг розового масла на  $1\text{ см}^3$  воздуха (а главная масса розового масла, как известно, не пахуча!) давала уже явно пахучий воздух. Такое же количество спиртного экстракта мускуса (здесь опять не вся масса пахуча!) давала то же самое. Открытый баллон в 55 литров вместимостью оставался пахучим в течение 3 месяцев от 5 мг гвоздичного масла.

Возбудимость вкусовых нервов с поверхности языка не так поразительна, как предыдущая, но и она, будучи переведена на меру, достигает для некоторых веществ изумительных пределов. Если примешать к литру воды 0,1 г крепкой серной кислоты, то капля смеси дает на языке ясное ощущение кислого вкуса. Здесь количество действующего вещества значительно меньше 0,01 мг, потому что ощущение вызывается лишь тою ничтожною частью подкисленной воды, которая всасывается в кончик языка.

На обезглавленной лягушке прямое раздражение кожных нервов смесью 1 части крепкой серной кислоты с 3 частями воды не дает отраженных движений; а через кожу рефлексы вызываются смесью из 1 объема кислоты на 1000 объемов воды.

Что касается, наконец, до чувствительности гла-

за к свету, то здесь, как в вопросе о чувствительности фотографических пластинок, дело решается не одним только фотометрически определяемым количеством света, проникающего в глаз, но еще и продолжительностью его действия. В этом смысле опыты освещения в темноте маленькой электрической искрой небольших предметов (например, букв азбуки) и узнавание их дают ясное понятие о громадной чувствительности глаза, так как продолжительность освещения длится здесь ничтожнейшие доли секунды, и из света искры в глаз попадает лишь самая незначительная часть<sup>1</sup>.

Итак, если перевести раздражение на меру, то возбудимость всех перечисленных нервных приборов с сигнальных поверхностей оказывается действительно громадной в сравнении с возбудимостью их с нервов. Но есть ли основание приписывать этот перевес особенной возбудимости исключительно воспринимающих поверхностей, без всякого участия в деле нервных центров? Имеются ли, другими словами, в устройстве поверхностей какие-нибудь приспособления, которыми объяснялась бы их тонкая восприимчивость? Ответа на этот вопрос, к сожалению, еще не дает морфология чувствующих поверхностей; равным образом мы почти ничего не знаем о свойствах веществ, из которых выстроены периферические концы нервов в отношении к их естественным возбудителям. Немногое, что могло бы быть истолковано в смысле приспособлений, усиливающих восприимчивость чувствующих поверхностей, касается исключительно волосистых

---

<sup>1</sup> Очень важно было бы знать, можно ли считать такое отношение между сигнальным нервом и его периферическим концом всеобщим фактом. Из полостных органов нечто подобное мы встречаем только на поверхностях сердечных полостей, на слизистой оболочке в гортани и шейке мочевого пузыря.

придатков на концах нервов тех снарядов, которые заведомо приводятся в действие механическими потрясениями (например, иглообразные придатки на осязательных клетках в хоботе у мух или волоски на концах слухового нерва). Волосок, легко приходя в колебание от толчков, очевидно, способен в то же время действовать как рычаг в деле перемещения частиц чувствующей поверхности, — наподобие того, как действуют волосы на коже, когда к ним прикасаются. Не подлежит, однако, сомнению, что иногда даже чрезвычайно острая чувствительность поверхности к механическим влияниям достигается без посредства волосистых придатков: пример: передняя поверхность глазного яблока. С другой стороны, известно, что такие придатки встречаются и в местах — например, на концах обонятельного нерва, — где раздражение по смыслу дела должно быть химическим<sup>1</sup>. Единственное место, где роль волосков, как усилителей возбудимости, повидимому, несомненна, — это отолитные мешки в слуховых органах животных, всегда наполненные жидкостью, насколько именно Ганзену удавалось подметить прямо колебание волосков под влиянием звуков и насколько присутствие отолитов, как тяжелых масс, ограничивающих продолжительность колебаний, целесообразно именно в слуховом аппарате. Итак, с морфологической стороны вопрос, очевидно, еще очень темен.

Другой возможный путь решения того же вопро-

---

<sup>1</sup> Существует, впрочем, наблюдение, которое до известной степени способно объяснить эту странность. На мерцательном эпителии, по опытам Энгельманна, колебания ресничек вызываются особенно легко химическим раздражением. Если, следовательно, волоски обонятельного нерва имеют приходить, при его возбуждении, тоже в колебания, то стоит приписать концевым обонятельным клеткам такое же отношение к раздражителям, как клеткам мерцательного эпителия, и странность исчезает.

са, именно сравнение движений в чувствующем нерве, когда они вызываются слабыми естественными раздражениями с поверхности и искусственными раздражениями самого нервного ствола, остается до сих пор тоже открытым.

Как бы то ни было, но способность сигнальных частей наших регуляторов происходить в деятельность под влиянием ничтожнейших в механическом смысле толчков, делает в высшей степени вероятным предположение, что при всех вообще естественных возбуждениях с сигнальных поверхностей движения в сфере сигнальных проводников остаются в сущности все-таки очень слабыми. Если же к этому прибавить то, что было сказано выше об отношении двигательного нерва к мышце, именно о возможности получать сравнительно большие двигательные эффекты путем слабого раздражения двигательных приводов, то из совокупности обоих фактов получается следующий важный для нервной физиологии вывод: *при естественном возбуждении нервно-мышечных снарядов, молекулярные процессы в сфере всех вообще частей регулятора представляют движения, очень слабые в механическом смысле. Другими словами, нервные явления в огромном большинстве случаев производятся действием очень ничтожных в механическом смысле сил.*

Отсюда, — особенно если принять во внимание, что во время деятельности рядом с разложением нервного вещества идет его восстановление, — вытекает уже само собою, что *нервные процессы не могут оставлять за собою ясных следов разложения вещества.*

Вот в чем должна заключаться причина, почему в нервной ткани, несмотря на то, что она принадлежит к самым деятельным в теле, не удается открыть признаков химических переворотов, сопровождающих ее деятельное состояние.

## Общие свойства нервных центров

12. Нормальную деятельность нервных центров нельзя наблюдать вне связи их с сигнальными поверхностями, проводниками и рабочими органами; поэтому роль, которую они играют в нервных актах, может быть определена в каждом данном случае только косвенно: путем исключения из конкретного явления всего, что может быть отнесено на долю проводников и периферических снарядов, принимая притом наперед, что функция сигнальных и двигательных нервов одинакова и заключается единственно в проведении возбуждений, а функция сигнальных поверхностей — только в восприятии и передаче их своему проводнику. Понятно, что такому анализу явлений должен в сущности соответствовать в каждом частном случае целый ряд сравнительных опытов приведения в действие регулятора, в целом и по частям, естественными и искусственными раздражениями. Легко понять далее, что сравнение может касаться лишь таких свойств, которые заранее установлены для сигнальных поверхностей, проводников и рабочих органов. Смотря на дело таким образом, следовало бы в каждом частном случае сравнивать центры с поверхностями, проводниками и рабочими органами (именно мышцами) со стороны: 1) возбудимости и условий перехода из покоя в деятельность; 2) способности проводить возбуждения; и 3) признаков, которыми выражается возбужденное состояние. К сожалению, задачи эти выполнимы лишь в крайне ограниченном числе случаев, да и здесь далеко не вполне. Поэтому сведения наши в этом направлении отличаются чрезвычайной бедностью.

### Возбудимость нервных центров

Выше, когда шла речь о значении сигнальных поверхностей, были приведены факты необычайной чувствительности всех высших органов чувств к са-

мым слабым нормальным раздражениям; и тогда же поставлен был вопрос, зависит ли это исключительно от устройства чувствующих поверхностей, или также от свойств нервных центров. При этом были приведены факты в пользу некоторого участия поверхностей, а теперь я приведу доводы, заставляющие думать, что и центры играют в этом большую роль.

Так как дело касается происхождения сознаваемых человеком ощущений света, звука, запахов и пр., следовательно, центральные части чувствующих снарядов соответствуют различным отделам коркового слоя полушарий. Относительно же вещества этого слоя установлено несомненно, что оно принадлежит к самым изменчивым в теле, т. е. представляет в химическом смысле самые неустойчивые сочетания частиц и атомов. Все говорит в пользу этого: и факты быстрого обмирания центров при ослабленном притоке крови, и чрезвычайная подвижность всех вообще сознаваемых актов, и, наконец, порядок умирания нервных центров. Химическую подвижность серого вещества полушарий некоторые (Пфлюгер) доводят даже до саморазлагаемости, объясняя этим возможность самопроизвольного зарождения здесь чувствований и движений. В этом есть, быть может, некоторое преувеличение; но факт чрезвычайной изменчивости вещества коркового слоя признается всеми. Стоит, следовательно, поставить в связь восприимчивость центров к толчкам с изменчивостью вещества их или, что то же *связать акт центрального возбуждения с химическим изменением вещества центра*, и тонкая возбудимость наших снарядов становится сразу понятной.

Параллельно центрам зрения, слуха, обоняния и пр., в двигательной сфере на верхней ступени возбудимости, но опять-таки по отношению к естественным возбудителям, — стоят те отделы коркового

слоя полушарий, из которых рождаются импульсы к так называемым произвольным движениям.

Известно далее, что не все места кожи одинаково чувствительны к раздражениям и не во всех частях тела подвижность мышц одинакова. В этом отношении области, нервы которых рождаются из продолговатого мозга, повидимому, стоят выше тех, которые получают нервы из спинного: и это относится в одинаковой мере как к чувствованию, так и к движению. Я разумею именно классическую чувствительность *trigemini* и мимическую подвижность лица в сравнении с чувствительностью и подвижностью туловища. Стало быть: *со стороны чувствительности к естественным возбуждениям между нервными центрами существуют градации, и притом, повидимому, параллельные для центров чувствования и движения.*

Очень много любопытного представляют отношения нервных центров к крови. Для одних из них, как например, для центров полушарий и спинного мозга, приток неизменной крови считают (как в мышцах) условием, которым поддерживается возбудимость центров на известной высоте<sup>1</sup>; в продолговатом же мозгу, и именно в отношении дыхательных центров, кровь считается прямо раздражителем. Разница между центрами полушарий и продолговатого мозга, однако, сглаживается как только вследствие измененных условий дыхания или притока крови (задушение или неприток ее к мозгу) является чувство задыхания; тогда импульсы к движениям развиваются и из полушарий, и из продолговатого мозга, с тою лишь разницей, что движения из полушарий и в этом случае, повидимому, сохраняют обычный характер, делаясь лишь более тре-

---

<sup>1</sup> Высота эта стоит, повидимому, в связи с величиной притока.



возможными, тогда как рождающиеся из продолговатого мозга имеют прямо характер конвульсий. Нужно, впрочем, заметить, что механизм происхождения чувства задыхания нам неизвестен; поэтому возможно, что центры полушарий возбуждаются кровью задыхающегося животного не прямо, как здесь подразумевается, а из дыхательных центров, представляющих род чувствующей поверхности в отношении центров полушарий. Как бы то ни было, но верно одно: спинной мозг реагирует на влияние крови тупее, чем головной. Значит, и в отношении крови возбуждимость различных нервных центров представляет градиции.

То же самое следует сказать и относительно чувствительности центров к наркотическим ядам. Действуя через кровь, яды имеют доступ ко всем отделам центральной нервной системы; а между тем действие их на головной мозг сказывается вообще сильнее, чем на спинной, выражаясь преимущественно изменениями в сфере психики, дыхательных движений и деятельности сердца. Исключения не составляют и такие случаи, как отравление стрихнином или алкоголем: стрихнинные конвульсии из продолговатого мозга, как известно, сильнее, чем из спинного (у обезглавленных животных), и то же самое следует сказать относительно упадка возбудимости обоих отделов центральной оси при отравлениях алкоголем (по крайней мере, на лягушке). По отношению к нашему вопросу в действии наркотических ядов особенно важно то обстоятельство, что они способны производить сильные эффекты в очень ничтожных дозах. Так, нескольких дециграммов стрихнина, наверно, достаточно, чтобы вызвать даже у очень большого животного сильнейшие судороги во всех мышцах тела; а между тем яд растворен тогда не в одном десятке фунтов крови; следовательно, на количество ее, протекающее

в каждый кругооборот по продолговатому мозгу (как главному пункту отравления), придется миллиграммы яда или даже, может быть, доли миллиграмма.

Такое отношение нервных центров к крови и ядам невольно наводит на мысль, что в основании многих нервных припадков, сопровождающих острые болезни (например, бред и конвульсии), лежит род отравления нервных центров измененной кровью.

### Колебания возбудимости нервных центров

При такой громадной восприимчивости нервных центров к различным влияниям легко предвидеть возможность значительных колебаний в степени их возбудимости, притом от действия даже таких причин, которые совершенно ускользают по незначительности от определения. Уж если для того, чтобы привести центр в действие, достаточен едва уловимый толчок, то как ничтожен должен быть тот, который только видоизменяет раздражительность (разумея, конечно, при этом, что толчки отличаются не по природе, а лишь по силе!). И, действительно, сюда относится весь тот легион нервных проявлений, который, начинаясь «возбужденностью» или «нервностью», кончается гиперестезиями и склонностью к конвульсиям. Факты эти известны даже в обыденной жизни, но ключ к уразумению их дан впервые мною каких-нибудь двадцать лет тому назад.

У лягушки — все равно, обезглавлена ли она или нет, — раздражение кожных нервов (всего проще в смешанных нервных стволах задних конечностей) отдельными индукционными ударами, даже очень сильными, не вызывает ни признаков боли, ни отраженных движений; а ряд ударов оказывается действительным даже при слабых токах и (до

известной степени) тем действительнее, чем чаще перерывы. Так, при тетанизации 25—40 ударами в 1 секунду можно вызвать отраженные движения токами приблизительно той же силы, которые дают с двигательного нерва слабые мышечные сокращения. Позднее Гитциг наблюдал то же самое при раздражении коркового слоя гемисфер у разных животных; а на лягушке факт суммирования слабых ударов был доказан путем прямого раздражения (т. е. не с нервов) для всех вообще отделов спинномозговой оси.

*Такой способностью суммировать или кумулировать эффекты слабых, не возбуждающих в отдельности толчков, нервные центры резко отличаются от нервов и мышц.* При этом нервный центр, подобно аккумулятору, заряжается энергией, чувствительность его к точкам возрастает, и дело кончается более или менее сильным разрядом. Если бы раздражения не было налицо, то эффект имел бы характер саморазряда нервного снаряда, и тогда казалось бы, что нервный центр действует сам собою автоматически.

Можно ли однако приписать такое свойство всем центрам вообще в отношении действия на них естественных возбудителей? Только что приведенные факты касаются ведь случаев искусственного, а не естественного возбуждения первых, притом описанный эффект может быть приписан действию раздражений только на двигательную половину регуляторов.

---

<sup>1</sup> В отношении суммирования недействительных в отдельности толчков разница между ними действительно резка. Но в мышце при ее тетанизации происходит, как говорят обыкновенно, складывание (*Superpositio*) отдельных сокращений, притом учащение ударов (до известных пределов) ведет к большему укорочению волокон. Эффекты эти, очевидно, можно толковать тоже в смысле суммирования возбуждающих толчков.

Несколько ниже вопрос этот будет разобран подробнее, здесь же я ограничусь лишь следующим замечанием. Упомянутое свойство (для случаев возбуждения центров раздражениями, ускользящими по слабости от определения!) доказано опытным путем только для болевых эффектов из кожи при химическом раздражении оной; но оно в высшей степени вероятно: для целого ряда так называемых тонических эффектов в двигательной сфере и для всех вообще системных чувств, насколько последние развиваются с незаметной вначале для сознания постепенностью. Существуют, наконец, намеки на подобную же возбудимость зрительных центров светом<sup>1</sup>.

Не подлежит, кроме того, никакому сомнению, что кумуляция возможна и для импульсов, более сильных, способных возбуждать в одиночку, если только превращение накопленной энергии в живую силу воспрепятствовано. Так, после волевой задержки дыхательных движений сама собой развивается (как говорится, компенсирующая) усиленная дыхательная деятельность. Кто не знает далее, что у детей, при их подвижности, конец долгого вынужденного покоя (например, конец уроков у школьника) служит сигналом для бурных двигательных проявлений. Покуда действует тормоз, нервная система продолжает заряжаться, как всегда, чувственными влияниями извне; но энергия, не находя обычного выхода, остается в скрытом виде до тех пор, пока тормоз не распушен. Кто не знает, наконец, что если

---

<sup>1</sup> Намек на суммирование едва заметных световых влияний заключается, по моему мнению, в следующем: если ночью фиксировать одним глазом еле заметное по слабости освещение — маленькое отверстие в оконной ставне, то световое ощущение то появляется, то исчезает, подобно тому, как мигательные или дыхательные движения, несмотря на непрерывность раздражения, то развиваются, то исчезают.

подобные тормозы мешают естественному удовлетворению чувства, а возбуждающие влияния продолжают нарастать и самое чувство.

Ниже (§ 16) будут приведены основные опыты касательно этой категории фактов.

### Условия нормального возбуждения нервных центров

В несомненной связи с только что сказанным стоят законы нормального возбуждения нервных центров их естественными раздражителями.

В противность мышцам и нервам, слабо (я разумею случай так называемого пфлюгеровского столбняка) или вовсе не возбуждающимися длящимися раздражениями неизменной силы, глаз, ухо, кожа и все вообще высшие органы чувств дают, как известно, непрерывные ощущения и при сказанной форме раздражения. Однако разница в этом отношении между мышцами, нервами и нервными центрами не абсолютная, потому что и для последних колебания в быстроте и силе раздражения составляют условие, благоприятствующее возбуждению. Так, световое впечатление значительно усиливается при быстрых переходах глаза от темноты к свету или наоборот; и то же замечается в сфере тепловых ощущений, когда данное тепловое влияние действует на кожу, предварительно согретую или охлажденную. Наконец, и при раздражениях батарейными токами ощущения усиливаются при каждом резком колебании силы раздражителя в ту или другую сторону.

На отражательных аппаратах, где возбуждение с сигнальной поверхности дает не чувствование, а движение, отношение к естественным возбудителям изучено очень мало, но в общем оно, повидимому, сходно с тем, что замечается на чувствующих цент-

рах. Завися, как и чувство, от силы раздражения, отраженное движение в некоторых случаях явно совпадает с последним и по продолжительности. Таково, например, сокращение зрачка под влиянием света, акт охватывания у обезглавленной лягушки самца, вызванный непрерывным раздражением известных точек кожи, действие желудочного жома, тоническое сокращение рубчатых мышц на обезглавленной лягушке после щипка кожи, покуда в центрах сохраняется остаток причиненного раздражения, бронджистово явление и пр. Во всех этих случаях раздражение и движение имеют тонический характер, следовательно, центры реагируют на возбуждения неизменной (?) силы. Но существует ли и в этой области нечто подобное явлениям контраста в сфере чувствования, неизвестно.

### Характер возбуждения нервных центров

Если взять для сравнения все нервные снаряды, для центров которых признают существование крайне слабых непрерывных возбуждений при нормальных условиях, то по производимым такими возбуждениями явлениям аппараты распадаются на две группы: в одной результирующие эффекты имеют непрерывный, тонический характер, а в другой — перерывистый, периодический. К первой группе относятся тонусы сфинктеров (*api, vesicae* и зрачка) и мышц скелета (только у обезглавленного животного?), тонусы тормозов сердца и возбудителей инспираций; ко второй: нервные снаряды дыхательных движений и мигания, спинномозговые центры лимфатических сердец у лягушки, колеблющийся тонус сосудосжимателей и двигатели мышц сердца. Вопрос, насколько деятельность центров параллельна производимым ими эффектам, не разрешен

только для сердца<sup>1</sup>. во всех же остальных случаях такая параллельность несомненна. Другими словами, тоническому характеру эффекта соответствует тоническая же, а перерывистому — перерывистая деятельность нервного центра. Но в таком случае из явлений тонуса вытекает, что при слабых до неуловимости естественных раздражениях центры тонического действия, с их нервами и мышцами, способны приходить в непрерывную деятельность, — мышцы вроде тетануса, — длящуюся неопределенно долгое время. Такое превращение скрытых возбуждений в явные эффекты может происходить только путем суммирования импульсов в нервных центрах. С другой стороны, неопределенно долгая продолжительность тонусов заставляет признать и *для нервных центров такую же двойственность в превращениях вещества*, какая принимается для мышц и нервов, т. е. *непрерывное восстановление рядом с таким же разложением*.

Что касается до вопроса, каким образом развивается из непрерывного возбуждения нервных центров периодическая деятельность рабочих органов, то на этот счет существует лишь следующее предположение. Розенталь сравнивает развитие в дыхательных центрах периодических импульсов к движениям со случаем, когда ток газа постоянно-го давления прорывается толчками, в виде отдельных пузырей, через столб жидкости, препятствующий свободному истoku газа. Чем больше при прочих равных условиях сопротивление со стороны жидкости, тем реже прорывы, но зато больше и количество газа, прорывающегося с каждым толчком, и наоборот. Образ этот можно, я думаю, заменить в настоящее время схемой, более близкой к действи-

<sup>1</sup> Главным образом, потому, что перерывистость сердечных сокращений нельзя приписывать исключительно деятельности узлов сердца.

тельности, если признать за дыхательными центрами способность кумулировать эффекты раздражения их кровью. Если в самом деле вытекающие отсюда за очень короткие промежутки времени импульсы не способны возбуждать центров в одиночку, то для нарастания энергии до той высоты, при которой она уже действует из центра на двигательный орган, требуется время, — это период покоя. Когда же накопившаяся энергия переливается, так сказать, от последнего толчка через край, то в живую силу переходит запас, развившийся не из одного, а из нескольких импульсов — это фаза движения; следовательно, для того, чтобы энергия поднялась на возбуждающую высоту вновь, опять нужно время покоя.

К объяснению мигательных движений схема наша тоже приложима, пожалуй, даже в большей степени, чем к развитию дыхательной периодики; но к иннервации лимфатических сердец из спинного мозга — только отчасти (именно насколько центральные импульсы должны иметь, вследствие свойств сердца и его двигательного призода, периодический характер), потому что источник нормального возбуждения их центров нам неизвестен.

Переходя от описанного случая слабого до неуловимости раздражения к раздражениям явственной силы, мы встречаем на тех же самых аппаратах уже более пеструю картину явлений, соответственно продолжительности и силе раздражений.

Тонические эффекты повторяются и здесь, именно в сфере зрения, слуха, обоняния и всех вообще чувствований, разве за исключением ощущений боли, которая нередко имеет перерывистый характер (с неправильными периодами). Но рядом с этим выступает новое: суммирование импульсов, т. е. нарастание чувственного эффекта, если и существует (для глаза оно доказано), то лишь в первые мгнове-



ния, а затем эффекты начинают ослабевать, возбудимость нервных центров падает — происходит то самое, что замечается на деятельности непрерывно тетанизируемой мышцы<sup>1</sup>. Как реагируют сфинктеры на непрерывное раздражение с естественных поверхностей, мало известно — знают только, что в начале действия тонус усиливается. Относительно же мышц костного скелета на обезглавленных животных (по крайней мере, на лягушке) положительно известно, что при достаточной силе непрерывного раздражения кожи, они могут приходить в перерывистую деятельность. Другими словами, в сфере кожно-мышечных аппаратов с усилением раздражения *непрерывный тонус может переходить в движение периодическое.*

Факт этот имеет очень большое значение, представляя с одной стороны, свидетельство, что *разница между центрами тонического и перерывистого действия не абсолютная*; с другой стороны, указывая на то, что *нервные центры, подобно мышцам, способны заряжаться энергией не только во время слабых, но и во время сильных раздражений.*

Что касается, наконец, до явлений на снарядах с перерывистым действием, то здесь эффекты явных раздражений еще более разнообразны: усиление движений без изменения типа, учащение их ритма до полного слияния в тетанус и, наконец, замедление ритма до полной остановки или прекращения движений. Нужно, впрочем, заметить, что места приложения раздражений, дающих перечисленные эффекты, не одни и те же. Так, одышке (усилению дыхательных движений) соответствует прямое раздраже-

---

<sup>1</sup> Чем кончается очень продолжительное возбуждение органов чувств раздражителями неизменной силы, мало известно, если исключить случаи нервных людей, не выносящих продолжительных звуков, и возможность развития этим путем типноза

ние центров измененной кровью; учащению дыхательного ритма до вдыхательного тетануса — возбуждение волокон п. vagi, а остановке или прекращению движений — возбуждение волокон верхнегортанного нерва. Учащение мигательных движений до тетануса производится усилением раздражения чувствующей поверхности, а прекращение мигания — действием воли. Учащение биений и тетанус лимфатических сердец совпадают по условиям происхождения — первое с усилением отражательной деятельности спинного мозга вообще — второй с тетанусом мышц костного скелета; а остановка биений в диастоле вызывается специально возбуждением волокон п. vagi.

Возможность получения тетанусов на периодически действующих снарядах. в свою очередь, указывает, что тут центры не отличаются существенно от центров тонического действия.

### Перерывистое раздражение нервных центров

Последнюю (из известных), но, повидимому, не всеобщую черту в деятельности нервных центров представляет колебательный процесс их разряжения под влиянием одиночных раздражающих толчков. Если подействовать на кожный нерв обезглавленной лягушки одиночным сильным индукционным ударом, вместо отрывистого вздрагивания получается плавное координированное движение, не отличающееся по внешнему виду от обычных произвольных движений. В лаборатории Людвиг (Birge, Сиротинин) спинной мозг раздражался в разных точках быстрыми одиночными уколами тонкой иглы, и вызываемые таким образом сокращения имели плавный длительный характер, иногда с ясно выраженным тетаническим оттенком, — когда укол падал в область передних рогов серого вещества. Рядом

с этим изучение явлений произвольного тетануса (Гельмгольц) и произвольных же плавных движений (Ловен, Введенский) показало, что сокращения мышц даже в последнем случае имеют тетанический, т. е. перерывистый характер. Значит, *в отражательных центрах кожно-мышечных аппаратов одиночные толчки достаточной силы способны вызывать ряды импульсов.* Не подлежит сомнению, что таким же свойством отличаются все вообще центры спинномозговой оси, из деятельности которых рождаются плавные длительные движения в мышцах костного скелета. Нельзя сомневаться далее и в том, что свойство это, — но только значительно усиленное со стороны возбудимости центров и силы их разрядов, — лежит в основе таких явлений, как стрихнинные столбняки или припадки конвульсий, при расстройствах нервной системы, от ничтожных мимолетных влияний.

В области чувствования такое свойство нервных центров должно было бы выражаться существованием *положительных чувственных следов* после раздражающих толчков и слиянием эффектов в сплошное ощущение, когда быстрота следования толчков переходит известную границу. То и другое замечается в зрении, вкусе, обонянии<sup>1</sup> и в сфере болевых ощущений, поэтому, по аналогии, можно было бы принять и здесь для центров колебательную форму разряда. Но в слухе и осязании допустить то же можно разве лишь для случаев чрезмерно сильных или крайне частых толчков, потому что в обычных условиях действия обоих снарядов переживания возбуждений над толчками не замечается. Так, рука явно отличает дрожания звучащих тел в виде пере-

<sup>1</sup> Нужно, впрочем, заметить, что в этих трех случаях переживание возбуждений над толчками может зависеть также от сравнительно медленного исчезания химического переворота в концевых снарядах чувствующих нервов.

рывистого зуда; а в слуховом аппарате, соответственно его способности тонко различать быстрые звуковые переходы, существуют даже приспособления для заглушения звуковых вибраций. Приспособления эти теряли бы всякий смысл, если бы рядом с ними существовали звуковые следы центрального происхождения.

### Проведение возбуждений по центральным частям нервной системы

Деятельность всякого нервного снаряда предполагает известное движение во всех его составных частях, или точнее, преемственную передачу возбуждения от одной части к другой — с сигнального нерва центру, а отсюда в двигательный привод рабочего органа, когда нервный акт происходит по типу рефлекса. Что делается при такой передаче в центре — сохраняет ли движение и здесь тот характер, который оно имеет в приводах, — неизвестно; но ввиду того, что передача происходит, центр считается звеном проводящего пути и путь рассматривается всегда, как непрерывный. Насколько центр состоит из отдельных частей, связанных между собой так или иначе, связи эти называют *интрацентральными*. У человека и позвоночных центральные части большинства нервных снарядов лежат скученно в спинномозговой оси, и опыт показывает, что деятельности их лишь в исключительных случаях остаются совершенно обособленными — обыкновенно же возбуждение, войдя в спинномозговую ось с периферии или развившись где-нибудь центрально, заходит за пределы непосредственно возбуждаемого центра и приводит в действие другие. Во всех таких случаях между центрами одновременного или последовательного действия должны существовать *межцентральные* пути или связи.

Таким образом, изучению вопроса о проведении возбуждений по центральным частям нервной системы должно было бы предшествовать в каждом частном случае по меньшей мере знание границ изучаемого центра, отношения его к периферическим приводам, разниц в устройстве его интра- и межцентральных связей и, наконец, направления последних. Тогда на долю физиолога выпадало бы измерение скоростей передвижения возбуждений и изучение других характеров движения в разных снарядах одновременного или последовательного действия. К сожалению, морфология спинномозговой оси дает нам до сих пор вместо ясных указаний одни лишь намеки на устройство центров (вопрос о межцентральных связях разработан несколько лучше), так что физиологу приходится на каждом шагу дополнять их более или менее гадательными выводами из наблюдаемых им фактов деятельности снарядов. Ввиду этого обстоятельства мы примем в основу физиологического изучения явлений лишь следующие самые общие морфологические данные.

Все без исключения нервы, как сигнальные, так и двигательные, входящие в спинномозговую ось, кончаются здесь в системы или группы клеток, лежащие иногда в виде изолированных гнезд (серого вещества), соответственно раздельности нервов, или сплошным слоем, несмотря на последнюю (серое вещество спинного мозга). Такие группы клеток с их интрацентрными связями называют анатомическими центрами роящихся из них нервных волокон; но эти центры способны и на физиологическую деятельность: когда все межцентральные связи такой группы разрушены, она способна еще давать некоторый *minut* чувствования или отраженного действия. За пределами анатомических центров в спинномозговой оси, начиная с продолговатого мозга,

лежат другие клеточные скопления, и опять в виде отдельных гнезд или сплошных слоев серого вещества, но из них выходят уже не нервы, а межцентральные пути, связывающие эти образования друг с другом и с анатомическими центрами. Таким образом, скопления серого вещества служат, при посредстве содержащихся в нем нервных клеток и сетей нервных волоконцев, началом не только нервов, но и всех (?) межцентральных равно как многих интрацентральных связей, представленных белым веществом спинного и головного мозга. На этом основании *в состав центральных частей путей, пробегаемых нервными возбуждениями, всегда входят элементы серого и белого вещества — нервные клетки, сети раздробившихся на части осевых цилиндров и цельные осевые цилиндры.*

Если к такой сложности состава прибавить полное отсутствие сведений — как устроены в разных местах по длине переходы из одной формы путей в другую, как велико в каждом частном случае число таких перерывов (единственное исключение в последнем отношении представляют разве пирамидальные пути у человека, по Флексигу), какое протяжение приходится на долю разнородных частей пути, — то скудость наших сведений по вопросу о проведении возбуждений в центральных частях нервной системы будет понятна, тем более если ко всему сказанному присоединить еще полнейшую невозможность для физиолога изучать проведение по серому и белому веществу отдельно друг от друга.

До сих пор можно считать твердо установленными лишь следующие факты.

*Закон изолированного проведения возбуждения распространяется на центральные пути.* За это говорит всего яснее раздельность точечных ощущений из кожи и глаза и раздельность восприятия тонов, очень близких по числу колебаний, ухом. Правда,

глаза и кожа представляют иррадиацию ощущений—распространение возбуждения на соседнюю окружающую раздражаемого участка, — но эти явления легко объяснимы существованием интрацентральных связей в чувствующих центрах.

*В противоположность периферическим путям, т. е. волокнам нервных стволов, центральные пути дают от себя по длине хода ветви; и местами отхода ветвей служат перерывающие пути скопления серого вещества.* Исключение из этого правила приписывается только волокнам пирамидального пути у человека (по Флексигу), которые считаются идущими по всей длине спинномозговой оси без перерывов и ветвей. Главным основанием для ветвистости путей служат факты распространения возбуждений из какой-либо данной точки тела на органы разных функций, именно явления сочувствия в области чувствования и сочетания в группы одновременного или в ряд последовательного действия деятельности таких мышц, которые заведомо иннервируются из отдельных анатомических центров.

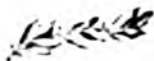
*В ветвистых частях путей не все ветви одинаково легко проходимы для возбуждений.* В основе этого вывода, как и в предшествующих случаях, лежат физиологические факты, именно расширение сферы действующих органов по мере того, как усиливается раздражение в данной точке. Какой, однако, и всегда ли одинаковый смысл имеют эти явления, сказать невозможно, потому что тут могут быть замешаны и различия в устройстве (а также возбудимости) путей и различия в возбудимости встречающихся на пути центров и, наконец, колебания последней, вызванные влияниями из центра на центр.

*Скорость распространения возбуждений в центральных частях меньше, чем в нервах, — даже если при расчете даваемых опытом валовых чисел времени на проведение по центрам и по нервам считать*

центральные пути прямолинейными. Замедление движения (против быстроты в нервах) относят, конечно, к местам перерыва белого вещества серым, т. е. к разнородностям пути; и, кроме того, в некоторых случаях (именно на спинном мозгу, Вундт) было найдено, что время передвижения по центрам не всегда пропорционально длине путей, если считать их прямолинейными. Так, в спинном мозгу переход возбуждения из одной половины в другую в поперечном направлении требует больше времени, чем распространение возбуждения по длине органа, на возбуждаемой половине.

Измерения эти производятся на нервных центрах при помощи тех же способов, которые даны великим немецким физиологом Гельмгольцом для нервов — разницы только в приемах сообщения животных частей с времяизмерительными приборами. Последние описываются в общей физиологии нервной системы, поэтому говорить об них здесь неуместно.

С таким запасом общих данных перехожу к специальной части задачи, именно к подробному описанию деятельности нервных приборов, связывающих кожу с мышцами костного скелета. Хотя этот частный случай не обнимает собою всех эксцито-моторных актов, происходящих при посредстве спинного и головного мозга, но по разнообразию и степени изменчивости явлений он стоит между ними, несомненно, на первом месте, представляет в то же время примеры всех видов и ступеней регуляции движений, начиная от простейших машинообразных форм до проявлений, осложненных вмешательством сознания и воли.







## ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНЫХ СНАРЯДОВ, СВЯЗЫВАЮЩИХ КОЖУ С МЫШЦАМИ КОСТНОГО СКЕЛЕТА

13. Согласно с тем, что сказано выше (§ 5) о роли этих снарядов, нервная связь между кожей и мышцами костного скелета выражается физиологически в трех главных формах:

1) в виде так называемых кожно-мышечных рефлексов, происходящих не иначе, как вслед за раздражением кожи, но являющихся тогда роковым образом, притом — для данных условий раздражения — всегда с машинообразной правильностью;

2) в виде отраженной локомоции, которая в наимпростейшей форме — когда, например, животное передвигается по совершенно ровной местности, — в свою очередь, представляет машинообразную правильность со стороны периодичности чередования участвующих в ходьбе мышц; и

3) в виде так называемого сенсо-или психомоторных актов—явлений, в которых определяющим толчком для движений служат не просто ощущения, а сложные формы чувствования.

Все три формы можно вызвать раздражением любой точки кожи, и проводниками возбуждений на периферии во всех трех случаях служат одни и те

же сигнальные и двигательные нервы, но центральные части снарядов различны. Рефлексы с машинно-образным характером, как наипростейшая форма, могут происходить через посредство одного спинного мозга; локомоция требует по меньшей мере целостности спинного и продолговатого; а третья форма, в ее нормальном виде, возможна только при целостности всей центральной нервной системы.

Соответственно этому вести порядок описания явлений можно было бы на два лада: начинать с явлений на спинном мозгу и включать постепенно в круг исследования деятельности всех вышележащих отделов головного мозга, от продолговатого до полушарий включительно; или распределить весь материал в три отдела: учение о кожно-мышечных рефлексах, локомоции и сенсомоторных актах; причем в каждом отделе пришлось бы, однако, повторять, какую роль в данной категории явлений играют все анатомически отдельные части центральной оси, начиная со спинного мозга. Первый порядок с виду искусственно разразнивает естественные группы явлений, соответствуя лишь естественному порядку изучения последних путем дробления спинномозговой оси на части; а второй ведет с виду к повторениям. Есть, однако, возможность примирить оба порядка между собою, если выкинуть из учения о рефлексах влияние на них различных частей головного мозга и перенести все относящиеся сюда факты в физиологию последнего. Тогда учение о деятельности спинного мозга будет учением о наипростейшей форме рефлекса, когда он не осложняется ни актами сознания, ни вмешательством воли.

Учению же о локомоции будет соответствовать регуляция движений из продолговатого мозга и средних частей головного, а сенсомоторным актам — деятельность полушарий.

## УЧЕНИЕ О РЕФЛЕКСАХ

14. Когда спинной мозг отделен по верхушке четвертого желудочка от продолговатого, раздражение кожи туловища и конечностей не дает уже сознательных ощущений; локомоция, равно как всякие движения с самопроизвольным характером, тоже исчезают; а остается только способность к *рефлексам* или *отраженным движениям*, которые происходят не иначе, как вслед за раздражением кожи, и называются поэтому также *невольными*. Не всякое, однако, раздражение ведет к рефлексу: тактильное, например, в виде прикосновения к коже, остается, обыкновенно, без действия; но если раздражение имеет форму, которая причинила бы нормальному животному боль, то рефлекс появляется роковым образом и это повторяется на всех без исключения точках кожи.

При этом движение видоизменяется, смотря по месту и силе раздражения, но вся реакция целиком имеет повсюду один и тот же характер: животное, как будто, чувствует боль и старается или оттолкнуть раздражителя, или устранить от него раздражаемую часть тела. Сознания, однако, здесь нет, поэтому вся реакция от начала до конца справедливо считается деятельностью *целесообразно устроенного механизма* — так называемого *рефлекторного аппарата*, — а совокупность всех подобных реакций, отнесенная ко всей поверхности кожи, — деятельностью системного снаряда, обеспечивающего целостность всей внешней поверхности тела от случайных насилий во время жизни. Другими словами, нервный снаряд, связывающий кожу с мышцами, можно рассматривать как целое, соответственно единству его сигнальной поверхности (т. е. кожи), или как сочетание однородно устроенных и однородно действующих (в смысле произведения целесо-

образных движений) аппаратов, способных прийти в действие в одиночку и группами.

При изучении его устройства выгодно держаться сначала последнего взгляда, считая аппараты для различных точек кожи отдельными друг от друга.

### Состав рефлекторного снаряда

В состав такого редуцированного снаряда входят: сигнальная поверхность или участок кожи (А)

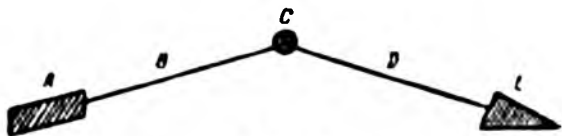


Рис. 1

с проводником или кожным нервом (B); затем отражательный центр (C) с двигательным нервом (D) и мышцей (E). Все части друг с другом связаны, как это выражено на приложенной схеме.

Описательная анатомия и физиологический опыт показывают, что нервные волокна, разветвляющиеся в коже и мышцах, направляясь с периферии к спинному мозгу, сначала сливаются друг с другом в общие нервные стволы, но затем вблизи спинного мозга, по входе в позвоночник, снова расходятся и входят в мозг отдельно — кожные волокна через задние, а двигательные через передние корешки. Если, в самом деле, перерезать животному нервное сплетение одной из конечностей, то в ней уничтожается как чувствительность, так и подвижность: если же перерезка падает на одни задние корешки соответствующего сплетения, то теряется только чувствительность, а от перерезки передних параллельно движению. Опыты с перерезкой корешков принадлежат Чарльзу Беллю. В приве-

денной форме они соответствуют случаю, когда вся центральная нервная система цела; но и на обезглавленном животном получается в сущности то же самое. Перерезкой задних корешков уничтожается в конечности только способность кожи вызывать рефлексы, а перерезкой передних — только способность отвечать на кожные раздражения движением.

### Топография отражательных центров

Столь же простыми опытами можно убедиться далее в том, что ближайшее соединительное звено между волокнами задних и передних корешков своей стороны (т. е. празой или левой половины спинного мозга), входящими в спинной мозг на одной и той же высоте, лежит приблизительно на уровне их видимого места вхождения. На обезглавленных животных с телом, сильно вытянутым в длину (например, на угрях, ужах и пр.), туловище можно изрезать поперек на сравнительно небольшие куски, и в каждом из них сохраняется способность к отраженным движениям. На лягушке такое дробление удается в очень тонкой форме лишь в области плечевого утолщения, откуда родятся, как известно, все нервы передних конечностей и, между прочим, те, при посредстве которых руки поднимаются к голове и опускаются вдоль живота вниз. По вскрытии позвоночника в соответственном месте плечевое утолщение перерезают или вплотную над уровнем отхождения плечевых корней, по *ab*, или вплотную под этим уровнем, по *cd*. В обоих случаях отражен-

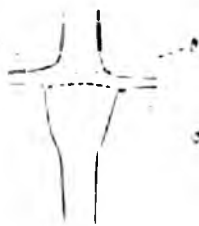


Рис. 2

ные движения в руках, вызванные раздражением их кожи, резко изменяются против нормы, но различным образом. После разреза по *ав* руки при всяком раздражении кожи опускаются вниз, принимая с виду такое положение, какое имеют свободно висящие руки человека. Во втором же случае, — но при этом животное не должно быть обезглавлено, — они всегда направляются к голове. Объяснение лежит в том, что отражательные центры для мышц, двигающих руки к голове, лежат в спинном мозгу выше, чем центры для опускаателей рук книзу, а также в том, что обе группы мышц, как антагонистические по действию, уравнивают друг друга более или менее, когда возбуждение распространяется на их центры. После этого понятно, что при обенх перерезках из сферы рефлекторного действия выпадает та или другая группа антагонистических мышц, и результирующее движение по необходимости принимает направление исключительно или кверху, или книзу.

В более грубом виде дробление спинного мозга (например, изолирование всей отражательной группы передних или задних конечностей) удается на всех вообще животных и дает везде одни и те же результаты. Поэтому принимают, что *позтажному вхождению в спинной мозг передних и задних корешков соответствует параллельное позтажное распределение в спинном мозгу соединяющих эти корешки центральных звеньев или отражательных центров.*

Но из анатомии известно далее, что спинной мозг состоит из двух совершенно симметричных боковых половин — правой и левой; поэтому является дальнейший вопрос, как расположены в спинном мозгу отражательные центры для правой и левой половин тела. Ответ на него дается очень простыми опытами. У лягушки очень легко удается

раздвоить спинной мозг вдоль (повторительными уколами тонкого остроконечного ножа) от верхушки IV желудочка до начала поясничного утолщения. Если перерезать затем раздвоенную часть спинного мозга по обеим границам раздвоения поперек, то все плечевое утолщение будет разделено на правую и левую половину; а между тем рефлекс в руках сохраняются. Другой менее чистый, но зато еще более легкий опыт заключается в том, чтобы на обезглавленной лягушке уничтожить частыми поперечными разрезами деятельность одной половины спинного мозга по всей его длине. Рефлексы в нетронутой половине при этом сохраняются. На этом основании принимают, что *центры отражательных механизмов каждой боковой половины тела лежат в соответствующей половине мозга.*

Вывод этот, вместе с предшествующим, изображен графически на прилагаемой схеме.

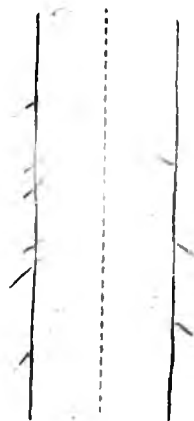


Рис. 3

Чтобы покончить с топографией отражательных аппаратов, следует еще сказать, как лежат друг относительно друга и относительно спинномозговой оси концевые снаряды отражательных аппаратов, т. е. связанные между собою рефлекторно участки кожи и мышечного слоя. На животных с телом, сильно вытянутым в длину, вопрос решается уже приведенными выше опытами дробления туловища на части. Здесь мышцы, приводимые в движение раздражением кожи, лежат непосредственно под раздражаемыми участками последней. Следовательно, кожа и подлежащий мышечный слой распадаются у таких животных на

пояса, лежащие параллельно друг к другу, к местам отхождения нервов от спинного мозга и к связывающим последние рефлекторным центрам. Подобное отношение между участками кожи и подлежащими мышцами встречается, впрочем, местами у очень многих животных, например: движения в пальцах у лягушки при щипании их; закрывание и втягивание внутрь глазного яблока при влияниях на его поверхность или на окружность; раздельное движение в руке, ноге и мышцах живота, когда раздражение падает на кожу этих частей; встряхивание ухом при дотрагивании до него у кошки, собаки и пр.; местные сокращения подкожной мышцы у лошади от укуса насекомых; гримасы в лицевых мышцах человека от щекотания кожи на лице и пр. и пр. Сюда же следует отнести опыты В. Краузе<sup>1</sup> над нервами передней конечности у кролика и обезьяны. Он перерезал их близ выхода из межпозвоночных дыр; оставлял животное жить около 3 недель и наблюдал затем сферы распространения нервов, претерпевших жировое перерождение. Путем таких наблюдений было найдено, что у кролика и обезьяны от перерезки I спинного нерва перерождаются кожные волокна всего маленького пальца и соседней с ним (т. е. с локтевой стороны) половины IV; а от перерезки последнего шейного — кожные нервы остальных трех пальцев и лучевой половины IV. Распределение мышечных нервов в глубоком сгибателе пальцев оказалось совершенно параллельным с распределением чувствующих: от перерезки I спинного перерождались только волокна в пучках мышцы, прикрепляющихся к сухой жиле маленького пальца и отчасти IV. От перерезки же последнего шейного нерва перерождались нерв-

---

<sup>1</sup> Подобные же опыты Тюпка касаются, к сожалению, только сфер распространения чувствующих нервов в коже.



ные волокна в отделах глубокого сгибателя, переходящих в сухое жили II, III и отчасти IV пальца. Таким распределением нервов в глубоком сгибателе пальцев Краузе объясняет известное всем явление на человеческой руке, что IV палец сгибается невольно всякий раз, как хотят согнуть в крайнем сочленении III или V.

Итак, если иметь в виду для каждой данной раздражаемой точки кожи типичный производимого из нее рефлекторного действия и назвать действующую при этом часть всего кожно-мышечного аппарата *отражательным элементом*, то нельзя не признать, что в устройстве спинно-мозгового рефлекторного снаряда сказывается тот же основной тип мозаичности элементов, который выражен столь резко в строении и деятельности нервного снаряда глаза и уха; с тем, однако, отличием, что здесь элементы как периферической, так и центральной мозаики значительно изолированы друг от друга, тогда как в мозаике отражательных центров связи между элементами выражены, как увидим далее, очень резко.

Теперь посмотрим, как устроен отражательный элемент<sup>1</sup>.

### Устройство отражательного элемента

15. Ввиду того, что рефлекс можно вызвать уколом любой точки кожи и того, что в нерве проводящим элементом служит первичное нервное волокно,

<sup>1</sup> К сожалению, на первый же относящийся сюда вопрос, каковы участки кожи, соответствующие элементу рефлекторной мозаики, ответа еще нет. По аналогии с тем, как этот вопрос решается в сфере осязания для участков раздельного точечного чувствования, элементу рефлекторной мозаики должен был бы соответствовать участок кожи, все точки которого дают при типичном действии одинаковые двигательные эффекты.

можно предположить с очень большой вероятностью, что в сигнальной части элемента проводником служит одно или несколько, но во всяком случае небольшое число кожных волокон. С другой стороны, всякое точечное раздражение, как бы слабо оно ни было, приводит в движение по меньшей мере одну мышцу, или по крайней мере значительную часть ее волокон, иначе сокращение было бы фибриллярным. Следовательно, в отражательном центре, как соединительном звене между проводниками, на одно кожное волокно приходится несколько двигательных, так как число последних соответствует числу сокращающихся мышечных волокон. Другими словами, *центр, как путь для передачи возбуждения из одной половины снаряда в другую, должен быть ветвистым*. Без посредства нервных клеток такой переход был бы, однако, невозможен, так как иначе пришлось бы допустить, что осевой цилиндр кожного волокна, по входе в спинной мозг рассыпается на волоконца, а эти переходят в целые осевые цилиндры. С морфологической стороны невозможно именно последнее. Значит, факт ветвления пути в центре, естественно, приводит к вопросу об анатомическом отношении сигнальных и двигательных волокон к спинномозговым нервным клеткам. Отношение это выяснено для двигательных волокон несравненно больше, чем для сигнальных, поэтому мы и начнем с них.

Первый просвет в этом деле достигнут трудами Дейтерса, показавшего, что всякой нервной клетке в передних и задних рогах серого вещества спинного мозга присущ, рядом с ветвящимися протоплазматическими отростками, один отросток, не ветвящийся и соответствующий по виду и размерам осевому цилиндру. Так как волокна передних корешков по входе в спинной мозг направляются к передним рогам, то из находки Дейтерса, естественно, уже

было вывести предположение, что каждое волокно переднего корешка соединяется посредством неветвящегося отростка с нервной клеткой. Предположение это требовало, однако, проверки, и таковая явилась лишь много лет спустя на лягушке в работе Bigge, вышедшей из Лейпцигской лаборатории. Этот исследователь считал на одном и том же животном число всех волокон, входящих в мозг через передние корешки, и число всех клеток в передних рогах; затем сопоставлял полученные числа в разных направлениях и пришел к следующим общим выводам.

1. У лягушки столько же клеток в передних рогах серого вещества, сколько волокон в передних корешках.

2. Число клеток в отделе спинного мозга, соседнем месту вхождения корешка, вообще соответствует числу волокон в последнем; другими словами, концевая клетка всякого волокна должна лежать недалеко от места его вхождения в мозг.

3. Число волокон и клеток стоит в прямой связи с величиной тела (возрастом), т. е. объемом или весом мускулатуры, откуда следует, что с ростом тела нервные клетки и волокна или возникают вновь или развиваются из зачатков.

4. Число сигнальных волокон всегда превышает несколько число двигательных<sup>1</sup>.

5. В спинном узле (на задних корешках) не про-

---

<sup>1</sup> Судя по тому, что в отражательном элементе на одно сигнальное волокно должно приходиться несколько двигательных, следовало бы ожидать противного. Но не нужно забывать, что через задние корешки входят в спинной мозг, кроме кожных, волокна из окружности сочленений, чувствующие волокна из мышц (Закс) и таковые же от всех брюшных внутренностей, а через передние, кроме волокон для мышц скелета, таковые же для мышц кровеносных сосудов и некоторых полостных органов.

исходит ни уменьшения, ни нарастания нервных волокон

Привожу наиболее интересные из чисел этого исследования. Под *a*, *b*, *c* разумеются различные жироотные: слова «справа», «слева» обозначают правую или левую половину тела и спинного мозга.

	<i>c</i>	<i>a</i>
Число двигательных волокон с одной стороны		
тела . . . . .	5734	4283
•  клеток справа . . . . .	5777	4240
•  •  слева . . . . .	540	
Число двигательных волокон с одной стороны	3524	4283
•  сигнальные волокна с той же стороны	3781	5325

Число двигательных волокон с обеих сторон на лягушках разного веса (от 1,5—111 г) колебалось между 5984 и 11468.

Так как сигнальных волокон вообще больше, чем двигательных, то *число всех нервных волокон, входящих в спинной мозг*, даже на самых крупных лягушках, не доходит до 25000.

Что касается до способа окончания сигнальных волокон, то этот вопрос еще не выяснен окончательно. Однако вероятностей в пользу их связи с нервными клетками задних рогов больше, чем в пользу прямого перехода разветвленного сигнального волокна, т. е. рассыпавшегося на части осевого цилиндра, в сеть протоплазматических отростков двигательных клеток. Доводов в пользу такой связи несколько: 1) клетки в задних рогах спинного мозга имеют тоже один неветвящийся отросток; 2) в продолговатом мозгу гнезда нервов, связанных рефлекторно, разделены (например, гнезда *trigemini* и *facialis*), следовательно, здесь переход сигнальных волокон в клетки своего гнезда составляет морфоло-

гическую необходимость; 3) перерезка задних корешков ведет за собою (по наблюдениям Россолимо) атрофию клеток в голове задних рогов соответствующей области спинного мозга, не влияя на клетки передних рогов. С физиологической же стороны в пользу окончания сигнальных волокон в клетке отдельные от двигательных можно привести следующие соображения. Спинномозговые рефлексy, в пределах своих целей, т. е. в защите кожи от насилий, не менее целесообразны, чем сенсомоторные акты — недаром в прежнее время говорили даже о «спинномозговой душе» (Гфлюгер), но в последних движение согласовано с сигналом, и сигналу соответствует отдельный центр чувствования. Пазла, деятельности таких центров, обыкновенно, связаны, с актами сознания, а явления в спинном мозгу бессознательны; но ведь и сенсомоторные акты могут происходить бессознательно (например, в опьянении и состояниях естественного или искусственного сомнамбулизма), не переставая через это быть целесообразными (см. ниже физиологию средних частей мозга и полушарий). Кроме того, ниже, когда будет идти речь об отношении элементов спинного мозга к элементам головного, мы увидим, что анатомические и физиологические факты легче объяснимы, если принять окончание в отдельные клетки как для двигательных, так и для сигнальных волокон.

Итак, если принять на основании всех перечис-

---

<sup>1</sup> Этот исследователь перерезал на 6 морских свинках задние корни крестцового сплетения и наблюдал по истечении некоторого времени на разрезах спинного мозга следующие изменения ограничивались сферой поясничного у основания только на стороне перерезки и состояли в атрофии волокон, подходящих к заднему рогу, в сильно выраженной атрофии клеток в голове рога и в сужении волокнистой сети в шейке последнего.

ленных данных окончание каждого сигнального волокна в клетку задних рогов, то в состав отражательного центра, как соединительного звена между сигнальными и двигательными волокнами, должны входить связанные между собою интрацентрально клетки задних и передних рогов — первые в меньшем числе, чем вторые.

Как устроена интрацентральная связь в отражательном элементе, неизвестно, но физиологически ее можно охарактеризовать, как *место наилегчайшей передачи возбуждений с сигнальных волокон на двигательные* в сложной системе рефлекторных путей и как *форму сочетания* волокон и клеток *в группы одновременного действия*. Последнее на том основании, что в состав отражательного элемента может входить одна мышца, а волокна последней представляют группу элементов, действующих всегда одновременно, и им соответствует группа клеток в центре.

Теперь, когда вероятная форма отражательных аппаратов установлена, следовало бы разделить спинной мозг на участки, соответствующие по возможности *minimum*'ам рефлекторного действия, и изучать их отношение к раздражениям. Таких опытов, однако, еще не существует — до сих пор изучались систематически эффекты кожного раздражения только на всем спинном мозгу разом и только в двух направлениях: со стороны зависимости явлений от места и силы кожного раздражения<sup>1</sup>. С первым из этих вопросов совпадает изучение той стороны отраженных движений, которая выражается целесообразностью их, а второму условию соответствуют явления распространения рефлексов по телу. Мы начнем с последнего вопроса.

---

<sup>1</sup> Сюда следовало бы еще присоединить величину раздражаемой поверхности.

## Распространение рефлексов по телу

16. Основные факты, с которыми нам придется иметь здесь дело, заключаются в следующем. Какая бы точка кожи ни подвергалась раздражению, движения, по мере усиления последнего, распространяются всегда на большее и большее число мышц; и если в порядке и характерах такого распространения существуют общие черты, независимо от места раздражения, — падает ли оно, например, на кожу голени, бедра, живота или передних конечностей и пр., — то сумма таких общих фактов и составляет ответ на вопрос. При такой постановке задачи легко понять а priori, что из всякой точки кожи или, точнее, из всякого центра наименьшего рефлекторного действия (потому что распространению рефлексов соответствует собственно передвижение возбуждений по центральным частям отражательных аппаратов) распространение возбуждения по спинному мозгу мыслимо в следующих общих направлениях: кверху и книзу от места раздражения по своей стороне, поперечно в симметричную область другой половины тела, и, наконец, кверху и книзу отсюда, т. е. по стороне тела, противоположной месту раздражения. За вопросом о направлении следуют вопросы: распространяются ли возбуждения по мозаике центров преемственно, от члена к члену, давая в результате такую же преемственность (род перистальтики) в распространении движений или местами существуют между центрами сокращенные пути; течет ли возбуждение повсюду с одинаковыми характеристиками и одинаковой скоростью или местами существуют отклонения от общего типа и пр. и пр.

Для всех этих вопросов морфология спинного мозга должна была бы представить нам готовые данные, но так как этого нет, то физиологу, рядом

с явлениями деятельности, приходится рассматривать соответственные факты строения спинного мозга, именно вопросы: как связаны между собою центры отражательных элементов своей стороны и с центрами противоположной; какую роль играет в распространении рефлексов серое и белое вещества спинного мозга, и, в частности, передние, средние и задние столбы.

К сожалению, сведения наши представляют здесь на каждом шагу огромные пробелы — главным образом, за отсутствием анатомических данных и способов регистрировать одновременно сокращения всех мышц, участвующих в сложных рефлексах; поэтому из намеченных нами частных вопросов говорить можно лишь о некоторых.

### Повсеместность распространения рефлексов

Между всеми подлежащими нашему рассмотрению фактами на первое место ставят обыкновенно возможность распространения рефлексов из любой точки кожи на все без исключения мышцы туловища и конечностей. В наиболее несомненной форме это явление наблюдается на обезглавленной лягушке (под верхушкой IV желудочка), когда она была предварительно отравлена стрихнином<sup>1</sup>; но и без такого искусственного повышения центральной возбудимости сильным раздражением кожи в любом месте можно вызвать движения если не повсюду, то по крайней мере по всех четырех конечностях и в некоторых мышцах туловища. Значит, связи между

---

<sup>1</sup> При целости всей центральной нервной системы стрихнинный столбик распространяется, несомненно, на все мышцы тела; но этот факт для нашего вопроса не доказателен, потому что из головного мозга, как увидим, есть особые пути ко всем мышцам тела.



отражательными центрами или повсеместны, или по крайней мере устроены так, что из каждого данного центра возбуждение может распространяться по всем вышеуказанным главным направлениям. Отсюда, однако, никак не следует делать вывода, что пути в спинном мозгу устроены в виде непрерывной мелкой сети, в звеньях которой лежат отражательные центры. Если бы это было так, то никаким неполным разрушением сетчатого пути нельзя было бы уничтожить повсеместного распространения рефлексов; а между тем опыты на лягушке говорят противное.

Чтобы сделать их, однако, читателю понятными, необходима маленькая вставка касательно той области тела, над которой они производятся.

У лягушки участок мозга *efgh*, между плечевым и поясничным утолщением приходится на IV позвонок, так что *lf* соответствует границе между III и IV позвонком, а *gh* — границе между IV и V. Участок этот играет роль проводника при распространении рефлексов сверху вниз (с кожи рук на мышцы ноги) и обратно (с кожи ног на мышцы рук), потому что от разрушения его рефлекс в сфере самих утолщений (т. е. с кожи рук на мышцы рук и с кожи ног на мышцы ног) не страдают.

Теперь привожу упомянутые выше факты.

а. На обезглавленной по верхушке IV желудочка (по *ab*) лягушке рефлекс с кожи руки на мышцы (сгибателей) ног продолжают существовать, если перерезать переднюю половину спинного мозга, т. е.

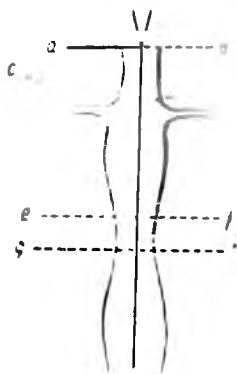


Рис. 4

передние столбы и часть средних, на границе между III и IV позвонком (по *ef*); но если перерезка сделана по границе между IV и V (по *gh*), то они исчезают.

*b.* На обезглавленной по верхушке IV желудочка лягушке рефлексы с кожи ног на мышцы (опускателей) рук сохраняются, наоборот, при перерезке передней половины мозга по *gh* и исчезают при перерезке по *ef*.

*c.* Если лягушка обезглавлена вплотную над плечевыми корнями (по *cd*), то вырезывание задней половины спинного мозга (т. е. задних столбов и части средних) в сфере IV позвонка (*efgh*) уничтожает рефлексы с рук на ноги и обратно.

*d.* На лягушке, обезглавленной по *cd*, перерезка боковой половины спинного мозга между *ef* и *gh* уничтожает рефлексы с ног на руки.

Во всех этих опытах употреблялось самое сильное раздражение кожи (крепкой серной кислотой); значит отсутствию рефлексов соответствовало не ослабление, а действительное уничтожение их, т. е. перерыв пути.

Итак, форму центральных связей нельзя представлять себе в виде непрерывной сети.

Но, с другой стороны, на той же обезглавленной лягушке можно показать очень простыми опытами, что в спинном мозгу по его длине, кроме прямых (может быть даже прямолинейных) путей, есть и окольные, что опять напоминает сеть.

Так, на лягушке, обезглавленной по верхушке IV желудочка, перерезка боковой половины спинного мозга в сфере IV позвонка обыкновенно не мешает передаче рефлексов спереди назад (с кожи рук на мышцы ног) по пораненной половине спинного мозга, хотя рефлекс при этом явственно затруднен и замедлен.

### Влияние массы проводящего вещества

Явление, действительно, имеет такой вид, как будто от прямых путей между отражательными центрами руки и ноги своей стороны (например, правой) отходит рукав в противоположную (левую) половину спинного мозга, образуя с прямым путем род петли и давая возможность возбуждению обойти раненное место. Но в сущности дело гораздо сложнее. Чем ниже в сфере IV позвонка (чем ближе к *gh*) сделана боковая перерезка спинного мозга, тем меньше шансов на сохранение рефлексов спереди назад; и таким же образом влияет на сохранность рефлексов спереди назад, при боковой перерезке, целость верхнего участка *abcd*: при разрезе по *ab* рефлекс спереди назад есть, а по *cd* — нет. Стало быть, обходное движение предполагает сохранность сравнительно большой массы проводящего вещества (спинного мозга) и в месте вхождения возбуждения в спинной мозг, и там, где оно из него выходит. Еще резче высказывается такое значение массы в другой форме опыта, когда боковых перерезок спинного мозга две и они сделаны на разных высотах, так что возбуждению приходится огнать не один, а два разреза. Чем больше расстояние между боковыми перерезками, тем легче передаются возбуждения по нетронутому перешейку вверх и вниз, и наоборот. На животном необезглавленном выходит в сущности то же самое: здесь сближением боковых перерезок спинного мозга можно ослаблять до полного исчезания передачу как чувственных возбуждений с кожи ног к мозгу, так и произвольно двигательных отсюда к мышцам ног.

### Сопrotивление в путях

Вопросы наши еще более усложняются, если схемы связей строить по явлениям постепенно усили-

ваемого раздражения, начиная с самых слабых. Рефлексы распространяются, при этом (по мышцам) не равномерно, а скачками. Так, в висячем положении лягушки постепенному раздражению лапки соответствует постепенное же распространение рефлексов только на всех сгибателей члена (отдергивание его от раздражителя или притягивание члена к телу); для того же, чтобы рефлекс пошел дальше, нужно сразу усилить раздражение.

Пфлюгер, изучавший отражательную деятельность спинного мозга в этом направлении, пришел к некоторым общим выводам, которые до сих пор приводятся в учебниках под именем *законов распространения рефлексов*. В сущности же здесь подразумеваются следующие факты.

Если кожное раздражение вызывает рефлексы только с одной стороны тела, правой или левой, то эта сторона всегда соответствует месту раздражения.

Если возбуждение вызывает движения в обеих половинах тела, то оно всегда сильнее на стороне раздражения.

При переходе рефлексов слева направо и наоборот, они всего легче происходят в симметричной месту раздражения области.

Перекрестные рефлексы (например, с кожи правой ноги на мышцы левой руки или обратно) на обезглавленных животных Пфлюгер отрицает; но для лягушки это положительно несправедливо.

Поздние эти наблюдения были дополнены измерениями быстроты распространения возбуждений по спинному мозгу в разных направлениях (Розенталь и Вундт). В опытах этого рода<sup>1</sup> меряют валовую продолжительность всего рефлекса, от момента раздражения до начала отраженного движения и,

<sup>1</sup> Способы измерения здесь по основному принципу те же, что способы измерения быстроты распространения возбуждений по двигательному нерву.

вычтя из него время, потребное для передвижения возбуждения по нервам (сигнальному и двигательному), получают то, которое идет на переход по центральной части спаряда. В нашем случае сравнивались для различных направлений такие разности и получились (по Вундту) следующие результаты: время центральной передачи всего короче на одноэтажных нервах (с сигнального на двигательный) своей стороны; длиннее на разноэтажных своей стороны (с правой руки на правую ногу и т. д.); а всего длиннее на одноэтажных нервах разных сторон (т. е. поперечная передача слева направо, или наоборот).

Факты эти стоят в несомненном согласии с вышеприведенными законами Пфлюгера, поэтому их сводят на общую причину. Выходя именно из несомненно доказанного факта, что возбуждение передвигается по центральным путям медленнее, чем по нервам (Розенталь, Вундт, Эксер), и сводя такое замедление на существование в сфере нервных центров особых сопротивлений, описанные нами явления объясняют неравномерным распределением последних по спинному мозгу в разных направлениях.

Какова бы, однако, ни была настоящая причина разбираемых явлений<sup>1</sup>, они устанавливают несомненным образом *факт сочетания отражательных элементов в группы однородного физиологического действия и сочетание групп в ряды последовательного действия*. Сгибатели и разгибатели одной и той же конечности представляют в этом отношении наиболее резкий, но далеко не единственный пример. Несколько ниже, когда пойдет речь о влиянии на

---

<sup>1</sup> Ее можно было бы искать не только в разнице устройства путей по разным направлениям, но также во взаимодействии элементов возбужденного спинного мозга, потому что в этом состоянии возбудимость его представляет многообразные и резкие колебания, как увидим ниже.

рефлексы места кожного раздражения, мы встретимся со многими другими примерами того же рода.

### Формы центральной передачи

Таким сочетанием элементов в группы и ряды преемственной (перистальтическое) распространение рефлекторных возбуждений по центральной мозаике, повидимому, уже исключается, по крайней мере для случаев, когда действующие друг за другом мышечные группы отделены значительным пространством по оси тела — когда, например, рефлекс распространяется с кожи ноги на мышцы руки, или обратно. Однако вопрос этот мог бы быть решен только опытами. С виду (на лягушке) рефлексы с ноги на руку и обратно, действительно, как будто способны миновать промежуточные мышцы живота (именно в случае, когда раздражение только что достаточно сильно для произведения такого рефлекса); но при скоротечности всего явления такое перескакивание может быть лишь кажущимся; тем больше, что при сильных раздражениях в рефлексах с ног на руку всегда принимают участие и мышцы живота на стороне раздражения. С другой стороны, судя по силе отраженных движений, можно утверждать с положительностью, что кожа руки должна быть связана с мышцами ноги своей стороны теснее, чем с мышцами живота; и то же следует сказать о связи между кожей ноги и мышцами рук. С точки зрения целесообразности рефлексов это, впрочем, и понятно: брюшной пресс, как результат совместного сокращения всех брюшных мышц, едва ли может играть какую-нибудь роль в защите кожи рук и ног от насилий.

Последний пункт (из известных) в учении о распространении рефлекторных возбуждений формулируют так: рефлекс по спинному мозгу идет только

от задних корешков к передним, но не обратно. Если животному перерезать, например, все задние корни нервного сплетения одной из конечностей, то никакое раздражение (ни кожи, ни нервов) соответствующего члена не вызывает никаких эффектов, как бы сильно оно ни было.

Переходя теперь от физиологических данных к данным строения, нам следовало бы, на основании всего доселе сказанного, построить ряд анатомических схем:

1) для центральных *групп одновременного действия* (отражательных элементов);

2) для сочетаний отражательных элементов в *группы однородного действия* (сгибатели и разгибатели всего члена, отводящие и приводящие группы); и

3) для сочетаний групп в *ряды последовательного действия* (например, рефлекс с ног на руку или обратно).

При этом схемы должны были бы быть согласованы с двумя вероятными формами распространения возбуждений по центрам: с *персдлчей по смежности*, от элемента к элементу, и с *обходными движениями* по сокращенным путям, т. е. с минованием промежуточных звеньев. Для всех этих случаев следовало бы, наконец, определить, какое участие принимает в строении серое и белое вещества спинного мозга. К сожалению, сверх обычных трудностей построения анатомических схем по отрывочным физиологическим данным, в нашем случае дело значительно затрудняется невозможностью опытного расчленения рефлекторных групп на части и тем, что по спинному мозгу, помимо рефлекторных связей, идут еще пути для чувственных возбуждений к головному мозгу и произвольнодвигательные отсюда к мышцам скелета. К тому же в настоящее время признано, что в периферии одни и те же проводни-

ки, т. е. сигнальные и двигательные нервы, служат и для кожно-мышечных рефлексов и для сенсомоторных актов, а через это различие обоего рода путей становится еще более затруднительным. По этим причинам время для построения спинномозговых схем еще не настало, и все усилия исследования должны быть пока направлены к выяснению — не решению! — вопросов, что есть в спинномозговой части сенсомоторных и рефлекторных путей общего и чем они отличаются друг от друга.

### **Параллели между сенсомоторными и рефлекторными путями на лягушке**

Всякие попытки найти между точками кожи такие пункты или между спинномозговыми смешанными нервами такие пучки, которые давали бы при сильном раздражении на необезглавленной лягушке рефлексы только в сфере спинного мозга или только в сфере головного, оказывались до сих пор неудачными. Поэтому первой общей частью сравниваемых путей будут сигнальные волокна. Так как далее, в спинномозговых рефлексах и в движениях (туловища с конечностями), происходящих при посредстве головного мозга, участвуют одни и те же мышцы, притом все основные формы сочетанных движений, именно сгибание и разгибание, приведение и отведение членов и пр. в обоих случаях одинаковы, то совпадение путей должно быть распространено на ближайшие концы нервов в спинном мозгу и на те центральные связи, при посредстве которых возникают наши группы одновременного и однородного действия.

За этими пределами начинается сочетание групп в ряды последовательного действия, и здесь уже является возможность решать вопросы о совпадаемости путей опытом. С этой целью я сравнивал, при



одинаковых поранениях спинного мозга, на нормальной и обезглавленной по верхушке IV желудочка лягушке: передачу в заднюю ногу произвольных двигательных импульсов и рефлексов с кожи руки на мышцы ноги; передачу к голове чувственных импульсов и рефлексов с кожи ноги на мышцы руки. Поранение спинного мозга во всех случаях производилось в сфере IV позвонка и имело повсюду значение искусственного нарушения целостности путей. Рефлексы на нормальном и обезглавленном животном вызывались раздражением лапок крепкой серной кислотой (т. е. самым сильным раздражением). Для большей наглядности я поставлю параллельные результаты рядом.

#### Нормальное животное

Поперечная перерезка боковой половины спинного мозга затрудняет произвольные движения в задней конечности на стороне разреза тем сильнее, чем больше кзади он сделан.

Перерезка передней половины спинного мозга на границе III и IV позвонка дает паралич задних ног, исчезающий в течение нескольких часов.

Перерезка передней половины спинного мозга на границе IV и V позвонка дает неисчезающий паралич.

Вырезывание задней половины спинного мозга на протяжении IV позвонка не производит почти никаких изменений в произвольных движениях задних конечностей.

Поперечная перерезка боковой половины спинного

#### Обезглавленное животное

Поперечная перерезка одной половины спинного мозга уничтожает рефлекс с руки на ногу на стороне разреза тем вернее, чем больше кзади он сделан.

Перерезка передней половины спинного мозга на границе III и IV позвонка не уничтожает рефлексы спереди назад.

Перерезка передней половины спинного мозга на границе IV и V позвонков уничтожает рефлексы.

Вырезывание задней половины спинного мозга на протяжении IV позвонка не уничтожает рефлексов спереди назад.

Поперечная перерезка боковой половины спинного

мозга не уничтожает передачи возбуждения на стороне разреза с кожи задней лапки на мышцы рук.

Вырезывание задней половины спинного мозга на протяжении IV позвонка не уничтожает передачи возбуждений с ноги на руку.

мозга уничтожает рефлекс на стороне разреза с кожи задней лапки на мышцы рук.

Вырезывание задней половины спинного мозга на протяжении IV позвонка уничтожает рефлекс с ноги на руку.

В рефлексе с руки на ногу главную часть пути представляет нисходящая (от головы к хвосту) ветвь, и в таком же направлении идет по спинному мозгу произвольнодвигательный путь; а рефлекс с ноги на руку главная ветвь восходящая и совпадает по направлению с чувственным путем. Оттого и были выбраны для сравнения такие пары. Для первой из них опыт дал если не совпадение путей, то по крайней мере параллельность их хода, и именно — что всего важнее — одинаковую способность путей обходить послания спинного мозга. Относительно же 2-й пары сопоставление показало в сущности не расхождение путей, а, может быть, только большую распространенность или разветвленность их по толще спинного мозга для чувственного пути, сравнительно с восходящей ветвью рефлекторного<sup>1</sup>. Для выяснения последнего пункта к двум приведенным опытам над 2-й парой был прибавлен третий. Нормальной лягушке вырезывается задняя половина спинного мозга на протяжении IV позвонка, и здесь же перерезывается та или другая четверть из оставшейся передней половины спинного мозга, например правая. Теперь раздражение кислотой правой задней лапки продолжает давать отражен-

<sup>1</sup> Намек на то, что кожа связана с центрами головного мозга разнообразнее, чем с центрами спинного, заключается еще в том, что при одинаковой способности тех и других центров реагировать на болезненные влияния с кожи, головные реагируют на тактильные возбуждения гораздо сильнее спинномозговых.

ное через головной мозг движение рук (хотя передача через оставшуюся левую переднюю четверть сильно затруднена); а с левой задней лапки головного рефлекса не получается. Другими словами, у лягушки чувствительный путь от кожи ноги идет не только по своей половине спинного мозга, — как это вытекает из опытов раздвоения последнего вдоль, — но и перекрестно по противоположной; а восходящая ветвь рефлекторного пути (как показывают приведенные в сопоставлении опыты) идет исключительно по своей половине тела. Значит, дело действительно не в расхождении путей нашей 2-й пары, а в большем обилии ветвей на стороне чувственного.

### Распределение путей между серым и белым веществом

Теперь посмотрим, как распределены пути между серым и белым веществом спинного мозга. Способно ли каждое из последних проводить возбуждения независимо друг от друга или они участвуют в этих актах всегда вместе? Какие случаи соответствуют изолированному и какие совместному проведению?

Выше мы видели, что концы всех спинномозговых нервов лежат в сером веществе; значит, участие последнего в устройстве всех вообще спинномозговых путей, именно при самом их начале — вслед за входом сигнальных волокон в мозг, а при конце — перед выходом двигательных из мозга, представляется с анатомической стороны неизбежным. Но оно доказывается также физиологическим опытом, именно кумуляцией эффектов действия слабых индукционных ударов, когда они приложены или к сигнальным нервам (нормального или обезглавленного животного), или прямо к вынутой из позвоночника спинномозговой оси лягушки (см. выше § 12). Каково бы ни было устройство путей, пробегаемых

возбуждением в том и другом случае, но мы знаем, что суммирование слабых ударов происходит только в нервных центрах (не на путях между ними); следовательно, кроме начала и конца спинномозговых путей, оно могло бы иметь место только еще в пунктах передачи возбуждений с сигнальной части рядов на двигательную, — но опять-таки в сфере серого вещества, потому что передаточные центры, в свою очередь, лежат в сером веществе<sup>1</sup>.

Во всех подобных случаях серое вещество участвует в путях лежащими в нем нервными центрами; но наш вопрос идет дальше; не обладает ли оно также способностью проводить возбуждения по длине спинного мозга, и притом независимо от его связей с белым веществом? Для решения вопроса в такой форме были бы нужны опыты полного раз-

<sup>1</sup> Еще поразительнее сказывается участие серого вещества в следующей форме опыта. Лягушка обезглавливается без вскрытия позвоночника тотчас под затылочной костью черепа; затем перевязывается в тазу брюшная аорта и отпрепаровывается с одной стороны седалищный нерв для раздражения в центростремительном направлении. Туловище лягушки захватывается в руку экспериментатора таким образом, чтобы оставались свободными обе передние конечности и нетронутая задняя; и нерв тетанизируется токами средней силы. В первые мгновения происходят движения во всех 3 конечностях; затем наступает более или менее длинный период покоя; а за сим развивается ползучее тетаническое сокращение в направлении от ног к голове, переходящее в столбняк туловища и конечностей. Последование столбняка за периодом покоя и самый его вид, исключая всякую мысль, что явление может зависеть от униполярного действия токов или прямо от ветвления их на туловище, не может быть объяснено иначе, как зарядением центральных эртрией в период покоя,—приведением их в состояние, подобное тому, в каком они находятся при отравлении стрихнином. В этом смысле опыт доказывает влияние раздражения на серое вещество по всей длине спинного мозга и представляет большую важность. К сожалению, он принадлежит к разряду удающихся — я его наблюдал в привычной форме лишь на свежих весенних лягушках (*esculenta*). Поэтому и привожу его не в тексте, а в сноске в виде примечания.

рушения белых столбов (с сохранением в целости серых) на более или менее значительных протяжениях по оси спинного мозга; но за невозможностью сделать это, разрушение производилось на ограниченном протяжении (Шифф). При этом получалось значительное ослабление чувствительности и произвольных движений в частях тела ниже разреза; но передача соответственных импульсов через узкий перешеек нетронутого серого вещества все-таки не уничтожалась. Отсюда, конечно, еще не следует, чтобы возбуждения могли передаваться исключительно по серому веществу на значительные протяжения, но наблюдение имеет тем не менее большую ценность, давая ключ к объяснению всех приведенных выше случаев поранений спинного мозга (перерезки боковых, передних и задних половин), когда возбуждению приходится обходить пораненное место. Для всех таких случаев наблюдение Шиффа дает возможность установить с очень большой вероятностью следующее общее положение: *везде, где наблюдение, при поранениях спинного мозга, указывает на существование прямых и окольных путей для возбуждения, в устройстве последних принимает участие серое вещество.*

Роль белого вещества выяснена в общем несравненно более, потому что она и по положению и по сравнительной простоте устройства (из элементов) доступнее и для опытов и для всяких вообще наблюдений; но зато и частных вопросов касательно этой роли несравненно больше. Мы разберем в отдельности следующие пункты: а) общее значение белого вещества в проведении возбуждений; в) различение случаев, когда возбуждение распространяется в спинном мозгу исключительно по белому веществу и когда по белому вместе с серым и с) распределение путей между различными столбами белого вещества.

а) поперечная перерезка белых столбов, даже частичная, на какой бы высоте по оси спинного мозга она ни производилась, всегда влечет за собою на животных явственное ослабление (у теплокровных переходящие параличи) чувствительности и произвольных движений; и то же самое следует сказать относительно некоторых рефлексов у лягушки (например, с ног на руки, или обратно. Следовательно, *элементы белого вещества, т. е. пучки нервных волокон, входят главными звеньями в состав тех многосложных спинномозговых путей, по которым идут нормальночувствительные и произвольнодвигательные импульсы, равно как некоторые из рефлексов.*

в) В некоторых немногих случаях *белое вещество слизжит по всей длине спинного мозга исключительным ложем для возбуждений*; и тогда путь представляется в виде пучка нервных волокон, тянущегося без всяких перерывов, без всяких сообщений с серым веществом, по всей длине спинного мозга. Признаки, по которым узнается такой ход пути, заключаются в следующем; боковые половинные перерезки спинного мозга на любой высоте по оси дают тогда не исчезающие параличи (движения или чувствования) или на стороне перерезки — тогда ход пути прямой, — или на стороне противоположной — тогда ход пути перекрестный. Произвольнодвигательный путь по спинному мозгу у человека представляет пока единственный пример такого рода. В обширном учебнике физиологии, вышедшем под редакцией Л. Германа, Эгардт приводит два редких наблюдения (одно принадлежит В. Мюллеру, другое — Вейссу) над человеком. В одном случае была перерезана вся левая половина спинного мозга под 3-м спинным нервом, и разрез заходил несколько в правую половину мозга; а в другом наблюдении перерезка (с неопределенными в точности границами) лежала между

черепом и первым позвонком. И там и здесь двигательный паралич наблюдался лишь на стороне разреза, тогда как чувствительность с этой стороны была изменена незначительно. В том же смысле могли быть истолковываемы далее все вообще случаи дымгательных параличей в одной половине тела у человека при кровоизлияниях в головной мозг. Но окончательное решение вопроса составляет заслугу Флексига. Изучая историю развития нервных путей в спинном и головном мозгу человека, он нашел, что в белых столбах не все системы волокон развиваются одновременно или по крайней мере волокна не во всех системах получают мозговую обкладку разом. Благодаря этому получилась возможность выделить из общей системы спинномозговых путей те пучки, которые входят в продолговатом мозгу в состав пирамид; и пучки эти оказались в каждой половине спинного мозга идущими исключительно по своей стороне нарастающими в толщине по мере восхождения, притом без всяких перерывов серым веществом. Так как функция пирамид в проведении произвольных двигательных импульсов была установлена давным-давно, то находка Флексига соответствовала решению вопроса о ходе тех же (произвольных двигательных путей) по длине спинного мозга.

Повторяю, однако, что этот случай единственный. Все пути по длине спинного мозга у животных и чувствительный у человека характеризуются, как мы видели выше, присутствием окольных сообщений — тем, что возбуждение способно обходить при помощи серого вещества половинные перерезки спинного мозга даже в случае, когда они сделаны в обеих половинах, лишь бы промежуток между разрезами был достаточно велик. В этих случаях волокна белых столбов, вероятно, перерываются по длине спинного мозга серым веществом, представляя, та-

ким образом, звенья, тянущиеся непрерывно лишь на небольших сравнительно протяжениях по длине оси. Восходящая ветвь рефлекторного пути с ноги на руку у обезглавленной лягушки (см. выше) представляет, по моему мнению, резкий пример такого хода; потому что перерезкой боковой половины в сфере 4-го позвонка рефлекс уничтожается на стороне перерезки, а от вырезывания всей задней половины в том же месте он уничтожается с обеих конечностей.

с) Что касается, наконец, до распределения путей по столбам белого вещества, то для животных установлена, со времени исследования Людвига и Воротилова над боковыми столбами спинного мозга, следующая общая формула: *главные пути для чувственных импульсов лежат в задних столбах, для двигательных — в передних, а в боковых лежат отделы тех и других.* У человека же, по Флексигу, произвольно-двигательный путь представлен по всей длине спинного мозга двумя отдельными пучками, из которых *меньший, не перекрещивающийся в пирамидах, восходит по передним столбам, занимая лишь незначительную часть последних; а другой пучок, больший и перекрещивающийся в пирамидах, лежит в боковых столбах, и именно в задней их половине.*

### Целесообразность рефлексов

17. Покончив, таким образом, с обширным вопросом о передвижении возбуждений по спинному мозгу, я снова возвращусь к рефлексам на обезглавленном животном, и именно к зависимости явлений от места раздражения. Здесь, как сказано было выше, выступает на первый план та сторона отраженных движений, из-за которой их называют целесообразными. Несколько примеров будет достаточно, чтобы выяснить общую картину относящихся сюда явлений.



Если обезглавленной лягушке щипнуть слегка лапку свободно висящей задней ноги, то животное отдергивает ее от раздражения, сгибая во всех сочленениях. Если та же лягушка сидит с поджатыми ногами, то шипок в окружности  $ap_1$  производит, обыкновенно, быстрое вытягивание обеих ног — отталкивание раздражителя. Если, наконец, вместо щипанья раздражать кожу какой-нибудь едкой жидкостью, например сильно подкисленной водою, то отраженные движения, оставаясь целесообразными, получают другой характер: теперь животное трет раздражимое место о здоровое, производя целый ряд перемежающихся движений. Словом, всякое раздражение кожи у обезглавленного животного вызывает отраженное движение в таких группах мышц, которыми всего удобнее действовать с целью оттолкнуть раздражителя или, наоборот, устранить от его действия раздражаемую часть тела.

У разных животных в защитительных движениях участвуют разные части тела, начиная с головы и кончая хвостом; но повсюду главными орудиями защиты кожи являются наиболее подвижные части тела. У лягушки такими орудиями служат почти исключительно конечности, и особенно задние ноги, так как задними лапками обеих ног она способна прижаться едва ли не ко всем точкам своей кожи. На этом основании внешний распорядок отраженных движений у лягушки, в зависимости от места раздражения, имеет вообще следующий вид<sup>1</sup>

1) Раздражение всякой точки кожи выше уровня рук и ног вызывает поднятие тех и других в направлении к раздражаемой точке.

<sup>1</sup> Это же обстоятельство заставляет думать, что рефлекторная связь всех вообще точек кожи с мышцами подвижных членов, каковы конечности, развита сильнее, чем такая же связь между кожей конечностей и мышцами малоподвижных частей, каково туловище.

2) Раздражение на уровнях между передними и задними конечностями вызывает опускание рук и поднятие ног в направлении к раздражаемой точке.

3) Раздражение кожи на руках или ногах ведет к сближению их — опускает руки и поднимает ноги навстречу друг другу.

4) Раздражение точек вне сагиттальной плоскости тела дает сокращения преимущественно в мышцах соответствующей стороны.

5) Если же оно падает на точки в сагиттальной плоскости, то возбуждаются одинаково сильно симметричные группы мышц с обеих сторон.

Кроме того, защитительные движения отличаются еще следующими особенностями. Будучи спокойными и плавными при слабых раздражениях, они становятся порывистыми при более сильных и принимают даже тетанический характер. Если же раздражение кожи длящееся, например, едкой жидкостью, то движения становятся сверх того перерывистыми, в виде перемежающегося сокращения антагонистических групп, т. е. получается тот самый ряд явлений, который сопровождает у всех животных зуд в коже, выражаясь перерывистым чесанием или трением зудящего места. По мере того, как длящееся раздражение усиливается, ритм таких движений ускоряется, но они, повидимому, никогда не сливаются друг с другом в сплошной длящийся тетанус.

Таким образом, во всяком спинномозговом рефлексе, насколько он целесообразен, можно различать следующие главные особенности.

а) Обезглавленное животное, как будто, обладает способностью распознавать различные точки на поверхности своей кожи.

б) Сокращения отдельных мышц всегда сочетаны в группы одновременного и ряды последовательного действия.

в) Длящемуся раздражению соответствуют пе-

риодические сокращения антагонистических мышечных групп (сгибателей и разгибателей, приводящих и отводящих мышц и пр. ).

2) Усилению раздражения соответствует ускорение сокращения всех мышц в отдельности и ускорение ритма перемежающихся движений.

Время для объяснения всех этих фактов еще не настало, тем не менее в интересе будущего развития вопроса я постараюсь наметить для каждого из них, где те пункты, которые кажутся мне наиболее достойными внимания.

По уменью узнавать место раздражения на коже обезглавленная лягушка едва ли отличается от нормальной; поэтому в физиологической литературе по сие время держится мысль, высказанная впервые Пфлюгером, что в основании целесообразности рефлексов лежит род сознания (бессознательного чувствования). Если под этим разуметь не больше как раздельность согласованных между собою половин рефлекторного снаряда, сигнальной и двигательной, несмотря на то, что они действуют всегда вместе (но всегда последовательно друг за другом!), и приурочить спинномозговое сознание к деятельности сигнальной части, то мысль Пфлюгера оказывается теперь, с успехами знаний, даже более правдоподобной, чем в то время, когда она была им высказана.

В пятидесятых годах в пользу такого мнения можно было приводить лишь единичные случаи рефлексов, где целесообразность двигательной реакции с виду заходила за пределы установленного ранее закона распространения рефлексов, как будто обезглавленное животное способно делать выбор между движениями. В настоящее же время, помимо таких фактов (которые, впрочем, некоторыми исследователями оспариваются), в пользу мысли Пфлюгера мы имеем ряд указаний, что сигнальные волокна

действительно оканчиваются в спинном мозгу в самостоятельные центры; и ряд указаний на то, что у низших позвоночных (по крайней мере у лягушек и птиц) акты чувствования возможны по удалении полушарий, куда, как известно, локализируются акты сознания. Смотря на дело таким образом, уменьше обезглавленного животного узнавать различные точки своей кожи можно, я полагаю, уподобить уменьше птицы с отнятыми полушариями ориентироваться в движениях между окружающими ее предметами. В области зрения у низших позвоночных центральная станция бессознательного чувствования лежит в средних частях головного мозга; а для болевых ощущений такой станцией служит, может быть, спинной мозг. Подобно тому, наконец, как по учению Лотце на кожных ощущениях у человека лежит сознаваемая печать их местного происхождения, так у низших форм подобная же печать может быть приписана деятельности спинномозговых сигнальных центров, раз существование таковых признается. Но, конечно, по отношению к рефлексам дело не в одних сигнальных знаках, а также в согласовании их с движениями. Этой же стороной наш снаряд, очевидно, соответствует любому целесообразно устроенному приспособлению в машинах.

Координацию мышечных сокращений в целесообразные движения лучше всего разобрать на примере. Если у человека чешется, например, шея с правой стороны и в эту минуту правая его рука свободно висит вниз, то вызванная зудом двигательная реакция в последней, будучи разложена на отдельные слагающие движения, будет состоять из следующего ряда: сильного сгибания руки в локте, значительно меньшего поднятия согнутой конечности в плече до уровня места раздражения (для ручной кисти), очень незначительного приведения всей руки (или сгибания кисти) внутрь и, наконец, перерыви-

стых движений чесания в одних пальцах или в них вместе с поднимателями и опускающими руки в плече. Первые три слагаемые происходят с виду одновременно; и если бы это было так, то быстрота соответственных движений была бы очень различна, находясь в обратном отношении с величинами экскурсий. Но возможно, что слагаемые и начинают и кончают свою деятельность при равной скорости сокращений неодновременно. В пользу первой возможности говорит то обстоятельство, что человек очень часто, наметив себе какую-нибудь цель, производит безотчетно одним членом быстрые, а другим — медленные движения (хотя вообще человек может ускорять и замедлять движения намеренно). Так, если при опущенной вниз правой руке и согнутой в локте левой поставить себе задачей свести указательные пальцы обеих рук прямо перед собою на уровне согнутого левого предплечья, то кисти обеих рук достигают сагиттальной плоскости тела одновременно, несмотря на то, что правой приходится сделать несравненно большую экскурсию, чем левой. С другой стороны, из опытов Сиротинина (в лейпцигской лаборатории) известно, что быстрые одиночные уколы в спинной мозг лягушки дают неодновременно начинающиеся сокращения в различных мышцах. Как бы то ни было, но в координированных движениях, — будут ли они произвольного или рефлекторного происхождения, все равно, — деятельности слагаемых столь тесно сливаются друг с другом во времени и пространстве, что результирующее движение кажется всегда плавным, более или менее равномерным и в то же время происходящим (для свободного конца руки или ноги) по кратчайшему пути между начальной и конечной точкой перемещения, т. е. *происходящим при данной скорости в наикратчайший срок, с наименьшей затратой энергии*. Другими словами, координа-

ция движений, уже на самых низших ступенях своего развития, являет тот характер, который обозначают в заученных движениях словом «сноровка». В развитии последних руководящую роль играет, как известно, чувство; но замешивается ли нечто подобное и в координацию отраженных движений, неизвестно.

Для объяснения последнего пункта в картине целесообразных рефлексов, именно, каким образом при непрерывном раздражении кожи отраженные движения становятся перерывистыми и перемежающимися между антагонистическими группами, не существует в настоящее время даже попыток. Дело в том, что искусственным раздражением кожных нервов на обезглавленных под продолговатым мозгом лягушках вызвать перерывистых движений не удается, а наиболее действительной в этом отношении формой раздражения, именно химическим раздражением кожи, управлять невозможно оттого, что кожа сильно страдает от таких раздражителей. Ввиду этого было бы, может быть, уместно заменить химическое раздражение кожи электрическим, перерезав предварительно передние корешки раздражаемого члена. Затем при разработке вопроса, следовало бы принять во внимание следующие два пункта: свойство спинномозговых центров суммировать толчки, об котором речь была уже выше, и доказанную Роллетом разницу в степени возбудимости двух главных антагонистических двигательных групп в конечностях, именно сгибателей и разгибателей. Возможно, что оба эти пункта играют роль в ритмике и перемежке движений; но говорить об этом будет удобнее в следующей за сим главе о локомоции, при описании функций продолговатого мозга, где мы будем располагать более разнообразным материалом для объяснения периодичности и перемежки движений.

## НЕРВНЫЕ СНАРЯДЫ ХОДЬБЫ

### Минимум локомоторного действия

18. Локомоция животных, как всякое передвижение тел в пространстве, определяется в каждый данный момент направлением и скоростью перемещения. Для сухопутного позвоночного наипростейшая форма локомоции соответствует случаю, когда оно передвигается по совершенно ровной горизонтальной местности в направлении продольной оси своего тела головой вперед. При таких условиях передвижение совершается с машиннообразной правильностью и с наименьшей затратой энергии. Это есть настоящий минимум локомоторного действия. Во всех других случаях в передвижении замешивается деятельность придаточных снарядов видоизменяющих или направление, или скорость перемещения. Из совокупной деятельности придатков первого рода складывается тот ряд в высшей степени разнообразных явлений, который можно назвать вообще умением животного приспособляться в своих движениях к местности, а во вторую, не менее разнообразную категорию относятся все случаи видоизменения скоростей, включая сюда перемены аллюров, остановку движений и пусканье локомоторного снаряда в ход из различных исходных положений тела в покое, именно лежания, сиденья и стояния.

Соответственно этому, изучение должно, очевидно, начинаться с определения тех частей центральной нервной системы, которые способны давать минимум локомоторного действия.

Такая цель достигается на лягушках, птицах и кролике<sup>1</sup> полными поперечными перерезками го-

<sup>1</sup> Начиная с собак, животные не выносят таких операций.

ловного мозга в направлении спереди назад до тех пор, пока у животного сохраняется способность стоять на ногах (такая способность по смыслу дела должна принадлежать к *minimum*'у локомоции) и производить общеизвестные периодические движения конечностями.



Рис. 5. Головной мозг лягушки

А — полушария;  
В — зрительные чертоги;  
С — зрительные бугры;  
Д — мозжечок

На лягушке подобный предельный разрез соответствует видимой границе между мозжечком и зрительными буграми (*lobi optici*, так же *corpora bigemina*), по линии *ef*. Оправившись от операции, животное начинает ползать без всякой видимой причины, — движения называются поэтому *насильственными* или *вынужденными*, — а в воде способно плавать. Движение, однако, не непрерывно, временами оно прекращается (опять без видимой причины), и если в такой промежуток покоя слегка ущипнуть кожу в каком ни на есть месте, ползание начинается вновь.

Всякий поперечный разрез продолговатого мозга кзади от *ef*, начиная от видимой задней границы мозжечка, по линии *gh*, прекращая продолжительное ползание, не уничтожает, однако, следов локомоции: временами и теперь появляются сами собой отрывочные движения (отдельные локомоторные фазы) и тем вернее, чем ближе к *ef* по длине оси сделана перерезка. У кролика, по наблюдениям Вюльпиана, способность ходить (при сильных раздраже-



ниях с кожи) тоже сохраняется, когда мозг перерезан по задней границе четыреххолмий. Если принять во внимание, что у лягушки вследствие зачаточного развития мозжечка, варолиев мост с виду отсутствует, то предельный разрез для обоих животных оказывается равнозначным: *у лягушки и кролика в состав редуцированного снаряда, дающего типичит локомоторного действия, входят элементы варолиева моста, мозжечка, продолговатого и спинного мозга.*

Для более высокоорганизованных позвоночных выход этот остается недоказанным, но едва ли можно сомневаться, что он должен быть распространен и на них, разве за исключением человека. Дело в том, что наш редуцированный снаряд и по составу из частей и по характеру производимых им явлений равнозначен редуцированному нервному аппарату дыхательных движений, а верхняя граница последнего лежит, как известно, у всех позвоночных, не исключая и человека, в продолговатом мозгу в так называемых *дыхательных центрах*. И в ходьбе и в дыхании самую выдающуюся чертою явлений служит, в самом деле, правильно-периодическая деятельность мышц, и разница лишь в том, что в одном случае работают исключительно мышцы туловища, а в другом — почти исключительно мышцы конечностей, но во всяком случае мышцы одного и того же порядка.

Если смотреть на дело с такой точки зрения, то у лягушки участок головного мозга, прикрытый мозжечком (*efgh* на вышеприведенной фигуре), можно рассматривать как место расположения *локомоторных центров*. Ради краткости мы и будем обозначать таким образом это характерное место; а теперь посмотрим, какой ряд явлений дает наш локомоторный *minimum*, и затем разберем, какое участие принимают в его устройстве и деятельности все перечис-

ленные выше составные части, начиная со спинного мозга.

Из всех животных, которыми физиолог располагает для вивисекционных целей, лягушка лучше всех других выносит операции над нервными центрами; поэтому и в нашем случае остающийся после операции ряд явлений на лягушке полнее, чем на теплокровных животных. Она, как было уже замечено выше, способна ползать и плавать, т. е. приспособлять движения к среде, в которой они происходят; кроме того, локомоторные центры ее способны приходить в деятельность не только под влиянием явных раздражений с периферии, но и без всякой видимой причины, как будто автоматически. Но это еще не все. Будучи приведена искусственно в ненормальное положение, лягушка способна выходить из него и принимать свойственные ей нормальные позы покоя; так, будучи положена на спину, она способна перевертываться вокруг продольной оси тела, спиной вверх. Нельзя даже утверждать с положительностью, что она вовсе лишена способности поворачивать тело в плоскости перемещения (вправо или влево), хотя явно не умеет оценивать препятствий на пути и обходить их при помощи таких поворотов осмысленно: встретив, например, на пути своих насильственных движений какую-нибудь преграду, она упирается в нее головой и продолжает работать бесцельно всеми конечностями; если же поворачивается, то, повидимому, случайно, когда во время такой бесполезной работы ось тела случайно изменит направление.

Как бы то ни было, но из приведенного перечня видно, что на лягушке практический локомоторный *minimum* дает несколько больше, чем наш теоретический, вмещая в себе зачатки приспособлений локомоции к среде, в которой происходит движение.

## УЧАСТИЕ СПИННОГО МОЗГА В ЛОКОМОЦИИ

19. Так как локомоция, рефлексy и акты сознательного чувствования возбуждаются из одних и тех же точек кожи, то на периферии пути от кожи для всех трех случаев тождественны. Но продолжается ли их совпадение и далее? Выше (§ 16), когда сравнивались между собою рефлекторные и чувственные пути у лягушки, были указаны средства различать их ход в спинном мозгу друг от друга; поэтому в настоящем случае вопрос сводится к тому, совпадает ли эксцитолокомоторный путь (на основании тех же реакций) с путем рефлекторным или с чувственным. Ответ из опытов получается такого рода: *эксцитолокомоторный путь совпадает с чувственным, если у животного сохранен участок головного мозга в котором лежат локомоторные центры.*

Доказывается это следующим образом: у лягушки, обезглавленной по верхушке IV желудочка, боковая половинная перерезка спинного мозга в сфере IV позвонка или вырезывание всей задней половины на протяжении того же позвонка уничтожают рефлексы с ноги на руку; и то же самое повторяется на животном, у которого оставлена в связи со спинным мозгом вся нижняя половина продолговатого мозга. Но если обезглавление произведено по границе между мозжечком и зрительными буграми, то рефлексы с ноги на руку от упомянутых поранений спинного мозга не уничтожаются, как это имеет место у нормального животного, стало быть, у лягушки.

*В участке головного мозга, где лежат локомоторные центры, сходятся пути от всех точек кожи и должны кончаться здесь в центрах [центры], потому что возбуждение переходит с центростремительных путей на двигательные.*

Если же принять во внимание сравнительно малую протяженность этого участка по длине мозговой оси и то, что спинномозговые концы тех же самых

путей занимают всю длину спинного мозга, т. е. несравненно большее протяжение, то становится сразу понятным, что *в верхних долях продолговатого мозга и в мозжечке должно происходить слияние спинномозговых путей*. Как это происходит, мы не знаем, но верно одно: от спинномозговых концов каждого сигнального волокна пути не могут восходить по длине спинного мозга в виде отдельных волокон, тянущихся непрерывно до продолговатого мозга. Если бы это было так, то площади белого вещества на поперечных разрезах спинного мозга должны были бы постепенно возрастать от ног к голове и достигать *maximum'a* в шейной части спинного мозга; а этого, как наблюдал впервые Фолькманн, нет: у лягушки, площади эти под верхушкой IV желудочка и в сфере IV позвонка, т. е. между плечевым и поясничным утолщениями спинного мозга, отличаются друг от друга крайне незначительно. Всего проще было бы предположить, что в спинном мозгу концы сигнальных волокон связаны между собою (интрацентралью) в группы, и дальнейший ход к голове идет уже от групп, а не от отдельных волокон. Другими словами, десяткам волокон, входящих в группы, соответствовали бы единичные волокна за пределами групп. При таком воззрении слиянию путей соответствовало бы собирание большого числа центров, разбросанных по длине спинного мозга, в меньшее число таковых, скученное в верхних долях продолговатого мозга и в мозжечке. При этом невольно приходят на мысль пучки Голля, утолщающиеся в спинном мозгу по мере их восхождения и переходящие в продолговатом мозгу в тонкие канатики (sup. gracil.), равно как *мозжечковые* пучки, тянущиеся по длине боковых столбов; но возможно ли привести их в связь с только что высказанными предположениями, составляет вопрос будущего.

Все приведенные соображения относительно хода нервных путей от кожи к локомоторным центрам приложимы *mutatis mutandis* и к двигательным путям, отсюда к мышцам тела. В акте ходьбы в рефлексках и произвольных движениях участвуют одни и те же мышцы и одни и те же основные сочетания последних в группы (сгибателей и разгибателей, аддукторов и абдукторов и пр.); стало быть, соответственные центральные образования в спинном мозгу для всех трех случаев общие. Далее, в состав всякой мышцы входит на периферии очень большое число нервных волокон с соответствующим числом клеток в спинном мозгу; а действует мышца всегда разом; следовательно, и здесь от группы интрацентрально связанных и всегда многочисленных элементов путь к продолговатому мозгу может быть представлен единичными волокнами. Словом, и здесь, как в предыдущем случае, разбросанное по всей длине спинного мозга, собрано в локомоторных центрах на малом пространстве. Если принять, наконец, во внимание, что у животных как у человека, акт ходьбы до такой степени подчинен воле, что различить произвольную локомоцию от непроизвольной (в то время, как она совершается!) нет никакой возможности, то совпадение спинномозговой части локомоторных и произвольнодвигательных путей становится логической необходимостью.

В основе этих соображений, помимо приведенных аналогий лежат следующие прямые опыты.

У лягушки раздражение спинного мозга с поперечных разрезов поваренной солью не вызывает, обыкновенно, никаких движений или только слабые фибриллярные сокращения в соседстве раздражаемого места; и объясняется это тем, что такое раздражение, действуя поверхностно, не проникая вглубь, возбуждает лишь очень тонкие слои спинного мозга, а также тем, что с чувствующих нервов,

не исключая задних корешков, поваренная соль почти не вызывает отраженных движений. Но если то же самое раздражение прикладывать к поперечным разрезам продолговатого мозга в верхней его части или к разрезу между мозжечком и зрительными буграми, то картина получается совсем иная. В первом случае раздражение вызывает, обыкновенно, тотчас же тетанические сокращения в мышцах туловища и конечностей, а во втором — сначала усиленную локомоцию, а потом тетанусы. Допустить, что рефлексы в туловище и конечностях происходят с чувствующих нервов продолговатого мозга совсем иначе, чем с соответственных нервов спинного, было бы очень странно; поэтому из опытов вытекают, несомненно, лишь следующие факты: в спинном мозгу действие раздражителя на тонкий слой вещества остается без эффекта, а в верхних частях продолговатого получаются из тонкого слоя двигательные эффекты в мышцах туловища и всех конечностей. В чем бы ни заключалась такая разница между слоями спинного и продолговатого мозга (об этом речь будет у нас ниже) верно одно: *из последних есть пути ко всем мышцам костного скелета*. Так доказывается скудность центральных образований в области локомоторных центров сравнительно с рассеянностью соответственных элементов по длине спинного мозга.

### Следы локомоторного действия в спинном мозгу

Если бы в спинном мозгу лежали только центростремительные пути от кожи к локомоторным центрам и двигательные отсюда к спинномозговым центрам тех мышечных групп, которые участвуют в локомоции, то всю механику сочетания сгибателей, разгибателей, аддукторов и абдукторов и пр. в системе локомоторных движений можно было бы отнести

исключительно в продолговатый мозг (именно у лягушки). Но на деле такого строгого функционального разграничения между спинным мозгом и вышележащими частями головного не замечается. Мне случалось видеть, хотя и крайне редко, что лягушка, обезглавленная по верхушке IV желудочка, будучи брошена с небольшой высоты на стол, делала один или даже два шага; а на обезглавленных птицах такие остатки локомоции выражены, повидимому, еще яснее. Кроме того, Спиро удавалось вызывать на обезглавленных лягушках слабым раздражением кожи не защитительные рефлексy, а настоящие локомоторные фазы, именно: одновременно со сгибанием задней ноги во всех сочленениях поднятие накрест лежащей передней конечности к голове. Словом, на нервном снаряде локомоции повторяется то самое, что было замечено в сравнительно недавнее время на аппарате дыхательных движений П. Рокитанским, Шроффом, Лангендорфом и др., именно остатки в спинном мозгу тех самых координированных движений, которые нормально происходят не иначе, как через посредство продолговатого мозга. Возможно, что наблюдаемым обрывкам локомоции соответствует существование в спинном мозгу перекрестных связей между передними и задними конечностями и случайные условия возбудимости спинномозговых центров (действие стрихнина на обрывки локомоции не испробовано); или они зависят от того, что элементы продолговатого мозга, участвующие в координации локомоторных движений, иногда спускаются ниже уровня верхушки IV желудочка. Опытов для решения этих вопросов еще нет.

Как бы то ни было, но все самые существенные стороны нормальной локомоции — *продолжительная* и *правильно-периодическая* деятельность мышц, перемежки между отдельными локомоторными фаза-

ми<sup>1</sup>, равно как зачатки согласования движений с данными среды и исходными положениями тела — лежат, по условиям их происхождения, не в спинном мозгу, а выше, в головном. Здесь мы и будем их разыскивать. На лягушке все эти факты изучены наиболее полно, следовательно, она должна быть поставлена на первый план. Но у нее вследствие слабого развития мозжечка (и *eo ipso* варолиева моста) условия происхождения явлений совмещены (почти?) исключительно в продолговатом мозгу; поэтому все относящиеся до мозжечка будет взято нами из наблюдений над другими животными.

### УЧАСТИЕ ПРОДОЛГОВАТОГО МОЗГА В ЛОКОМОЦИИ

20. В общем виде предстоящие нам теперь задачи, очевидно, должны заключаться в том, чтобы отыскать в свойствах продолговатого мозга ключ к перечисленным выше особенностям локомоции. Но изучение локомоторных явлений на одном продолговатом мозгу, вне его связи со спинным мозгом, невозможно; поэтому исследование по необходимости должно быть сравнительным. Мы должны сравнивать при возможно разнообразных условиях явления на животных с одним спинным мозгом и на таких, где локомоторные центры сохранены. Такое изучение тем более необходимо, что следы локомоции существуют, как мы видели, и на животных

---

<sup>1</sup> У лягушки при ползании период для двух накрест лежащих конечностей, передней и задней, складывается из двух локомоторных фаз; одновременного передвижения перекрестной пары сзади наперед и такого же перемещения ее в обратном направлении. При этом движения обеих пар согласованы таким образом, что каждое данное мгновение пары всегда находятся в противоположных фазах. Отсюда уже понятно само собою, что для каждой конечности в отдельности локомоторным фазам соответствуют деятельности антагонистических мышечных групп.



с отнятым продолговатым мозгом; с другой стороны, периодические движения, с пережжками между антагонистическими группами, могут происходить и при посредстве одного спинного мозга.

### Эффекты механического раздражения

Наиболее резкие разницы между элементами спинного и продолговатого мозга наблюдаются при прямом раздражении этих органов, и именно механическом и химическом.

Гейбель нашел у лягушки на границе спинного и продолговатого мозга, именно около верхушки IV желудочка, место, дающее при легком надавливании булавочной головкой судорожные движения во многих мышцах тела, тогда как такое же раздражение в приложении к спинному мозгу оказывается недействительным.

Сиротинин наблюдал (в Лейпцигской лаборатории), что в то время, как одиночные уколы очень тонкою иглою по всей длине спинного мозга дают на мышцах одиночные сокращения, такие же уколы в области продолговатого мозга вызывают сокращения повторяющиеся. Более грубые поранения, например, поперечные разрезы, не оставляют за собою в спинном мозгу ничего, кроме изменений раздражительности и едва уловимых двигательных эффектов в виде мышечного тонуса; а такие же разрезы по продолговатому мозгу влекут за собою насильственные движения, и тем вернее, чем ближе подходят разрезы к зрительным буграм. Но всего характернее выходят разницы при поранениях спинного и продолговатого мозга несимметричных (т. е. в одной из боковых половин), когда такие операции делаются на животных с целым головным мозгом. Подобные разрезы в шейной части спинного мозга над обоими утолщениями или в грудной части, в промежутке между последними (лишь бы разрез

не падал на то или другое из утолщений!), не влекут за собою никаких изменений ни во взаимном положении туловища и конечностей, ни в характере локомоции; единственное, что при этом замечается— это некоторое затруднение или ослабление в передаче двигательных импульсов к конечностям пораженной стороны. В сфере же продолговатого мозга боковые перерезки влекут за собою резкие изменения в положении частей тела, именно наклоны головы и изгибы позвоночника (Экгардт), вследствие чего локомоция дает перемещение тела уже не в направлении его продольной оси, а по кривой линии — так называемые *насильственные манежные движения* (о других формах речь будет ниже). Такие извращения локомоции наблюдаются, впрочем, и при полных перерезках головного мозга между мозжечком и зрительными буграми, если плоскость разреза не совершенно перпендикулярна к оси мозга. Они получаются даже в том случае, если наблюдатель намеренно старается сделать означенный разрез правильно; другими словами, для происхождения манежных движений у лягушки достаточно самой незначительной несимметричности поранения в обеих половинах мозга.

Составить себе по таким данным какое-либо представление об устройстве центральной части нашего снаряда, конечно, невозможно,—такие задачи для физиолога вообще преждевременны; но в смысле средства установить ясные отличительные признаки для элементов, входящих в состав снаряда, приведенные опыты представляют большую практическую важность. Стоит лишь принять, что поранения центральных частей оставляют по себе не только разрушение частей, но и источник непрерывного тонического возбуждения с поверхности раны и из ее окружности, как тотчас же является возможность сделать из опытов следующие три вывода:

1) на прямое раздражение элементы продолговатого мозга отвечают иначе, чем элементы спинного;

2) извращениям в положении частей и характере локомоции при поранениях продолговатого мозга соответствуют частые разрушения центральной механики локомоции;

3) источником же насильственных движений служат возбуждения из фокусов поранения.

Во всяком же случае *эффекты несимметричного поранения составляют характерный отличительный признак для центральных частей локомоторного снаряда* — признак, которым мы впоследствии еще воспользуемся.

### Эффекты прямого химического раздражения

Вторую группу фактов дает прямое химическое раздражение спинного и продолговатого мозга с поперечных разрезов. Выше, когда речь шла о собирательном значении центров продолговатого мозга в отношении центров спинного, было уже сказано, что в таком виде раздражение (в противоположность электрическому току), действуя на тонкие слои вещества, не дает на спинном мозгу почти никаких двигательных эффектов, а с разрезов продолговатого мозга вызывает или тетанусы в туловище и конечностях, или усиленную локомоцию (смотря по высоте разреза). Там же было замечено далее, что разница не может зависеть от различия в свойствах чувствующих нервных волокон, родящихся из спинного и продолговатого мозга, по отношению к одному и тому же химическому раздражителю. Но вопрос, на какие именно, собственно, элементы тонких слоев действует химическое раздражение и в том и другом случае, оставлен был в стороне. Теперь я постараюсь дать на него ответ.

На поверхностях разрезов и в тонких слоях под ними раздражение, кроме чувствующих волокон, может падать: на одноэтажные с чувствующими двигательные волокна; на поперечные разрезы двигательных путей, спускающихся от головного мозга по спинному вниз, и наконец, на клеточные элементы. Возбуждение двигательных волокон одноэтажных с чувствующими не может иметь для нашего случая значения, потому что оно способно дать сокращения лишь в мышцах раздражаемого пояса, а у нас возбуждения из продолговатого мозга распространяются по длине спинного мозга на туловище и конечности. Значит, эффекты могут зависеть только от возбуждения общих двигательных путей мышц скелета или от действия раздражителей на клеточные элементы, или от того и другого вместе. Если бы пирамидальные пути у лягушки устроены были таким же образом как у человека (по Флексигу), т. е. тянулись по всей длине продолговатого и спинного мозга в форме непрерывных волокон, то различия в эффектах химического раздражения того и другого органа с разрезов не могло бы существовать, подобно тому, как их не существует в двигательных эффектах раздражения седалищного нерва, когда оно прикладывается к разным точкам по его длине<sup>1</sup>. Следовательно, допустить участие в наших явлениях возбуждения общих двигательных путей можно для продол-

---

<sup>1</sup> Разница между спинным и продолговатым мозгом сглаживается лишь для случая тетанизации их с разрезов или по оси индукционными токами, когда раздражение действует по длине органов, не на поверхностные слои. В таких случаях и там и здесь, наверно, возбуждаются общие двигательные пути, потому что тетанус распространяется на все мышцы разом, с явным перевесом разгибателей. Оттого в вопросе о собирании спинномозговых путей в продолговатом мозгу было мною придано такое важное значение толщине возбуждаемого слоя.

говатого мозга лишь условно — насколько они отличаются по устройству от продолжения их в спинном мозгу или насколько схема пирамидальных путей Флексига неприложима к лягушке. В пользу же действия раздражения на центральные элементы, и именно на части локомоторного снаряда, говорит следующее: у лягушки в поперечном разрезе, тотчас позади зрительных бугров, соответствующем на высших позвоночных разрезу по верхней границе варолиева моста, наверно, собраны все двигательные пути к мышцам костного скелета: а между тем раздражение его поваренной солью дает, обыкновенно, не сплошной разгибательный столбняк тела, а усиленную локомоцию с тетаническим характером отдельных фаз, иногда даже род локомоторной каталепсии — животное как будто застывает на ходу, в той или другой фазе локомоции.

Значит, в явлениях химического раздражения продолговатого мозга с разрезов, наверно, играет главную роль та же специфическая возбудимость центральных элементов, которая проявляется и в отношениях этого органа к механическим влияниям, а на тепловых — еще к действию крови.

Во всяком же случае мы имеем с практической стороны в действии поваренной соли с разрезов новый проверочный прием для распознавания центральных частей локомоторного аппарата.

### Возбуждение с сигнальных нервов

Третью и последнюю группу фактов составляют опыты возбуждения спинного и продолговатого мозга с периферии, именно с сигнальных нервов<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Соответственные сравнительные опыты возбуждения с кожи покуда невозможны, потому что получающиеся при этом явления крайне сложны и протекают очень бурно, а у нас нет еще средств ни разлагать сложных движений на составные моменты, ни фиксировать последние.

Здесь, как при изучении явлений возбуждения нерва, оказалось возможным и в высшей степени важным сравнить двигательные эффекты с гальваническими — то, что получается при раздражении сигнальных нервов на мышцах, и тем, что происходит при тех же условиях в продолговатом или спинном мозгу и выражается здесь известными гальваническими эффектами. На этом основании, прежде всего, я опишу способ наблюдать гальванические явления на спинномозговой оси; я потом приведу сравнительную картину их на спинном — продолговатом мозгу при покое органов.

### **Гальванические явления на спинномозговой оси при покое**

На продолговатом мозгу гальванические явления имеют вообще несравненно более подвижный характер, чем на нервных стволах; поэтому здесь в отношении гальванометра требуются в усиленной степени все те приспособления, которые делают из него возможно тонкого показателя слабых, летучих и изменчивых по направлению эффектов. Соответственно этому в гальванометре (обычной видеманновской формы с большим числом оборотов и приспособлением для астазирования), которым я пользовался, сравнительно тяжелое магнитное кольцо было заменено очень легким кольцеобразным магнитом с ничтожным просветом между ним и поверхностью успокоителя, а зеркальцем служило высеребренное покрывательное стеклышко (из употребляемых при микроскопических работах). В остальном метод наблюдений не отличался от употребляющегося при нервах. Вынутый из позвоночника спинной мозг или продолговатый (с частью спинного) помещался, как нерв, во влажной камере на неполяризующиеся концы гальванометра, и покоящийся ток отводился или

от двух точек продольной поверхности, или (что чаще) от продольной поверхности и поперечного разреза. В том и другом случае покоящийся ток держался во все время опыта компенсированным.

Столько же важно для удачи опытов, возможно, осторожное приготовление животных препаратов, т. е. вскрытие позвоночночерепной полости по всей длине и вынимание из нее спинного мозга вместе с головным вплоть до отрезанных полушарий. Если наблюдение имеет производиться над продолговатым мозгом, то по вынутии препарата из полости делается тотчас же ножницами свежий поперечный разрез между зрительными буграми и мозжечком, и препарат тотчас же накладывается на электроды поперечным разрезом и продольной поверхностью продолговатого мозга<sup>1</sup>; затем задняя половина спинного отрезывается. В опытах же над спинным мозгом отводимый к гальванометру поперечный разрез делался по верхушке IV желудочка.

На спинном мозгу явления имеют в сущности тот же характер, что на нервных стволах, только падение покоящегося тока идет несравненно быстрее. Но на продолговатом мозгу картина получается совсем иная. Здесь вначале тоже замечается обыкновенно очень быстрое падение покоящегося тока; но затем рядом с ним начинают появляться самопроизвольно развивающиеся отрицательные колебания (покоящегося тока), тем более сильные и частые, чем удачнее препарат. При этом легко убедиться, что источник колебаний лежит в верхней половине продолговатого мозга, что колебания передаются отсюда в спинной мозг и что в основе их, как в нервном стволе, лежат возбуждения, с той лишь разли-

---

<sup>1</sup> Перестригание вынутого из полости мозга в случае удачной препаровки сопровождается сокращением в мышцах таза, верхнюю половину которого нужно всегда оставлять в связи с позвоночником, ради удобства вынимания оси.

цей, что в мозгу они развиваются самопроизвольно. Стоит, в самом деле, отрезать переднюю половину продолговатого мозга — и препарат уже не дает спонтанных колебаний. Передача же их в спинной мозг доказывается тем, что при целости всего продолговатого мозга они наблюдаются и на спинном, когда к гальванометру отведен последний поперечным разрезом и продольной поверхностью. Наконец, связь явлений с возбуждениями вытекает из следующего: если препарат, отведенный к гальванометру продолговатым мозгом, оставить с противоположного конца в связи с тазом и тазовыми мышцами, то легко убедиться, что всякому сильному самопроизвольному колебанию тока соответствует видимое глазом сокращение тазовых мышц.

На основании этих данных едва ли может подлежать сомнению, что в описанных явлениях спонтанных колебаний тока мы имеем дело с гальваническим выражением видоизмененных остатков тех самых внутренних процессов в продолговатом мозгу, которые дают на животных с перерезкой мозга позади зрительных бугров насильственную локомоцию. К сожалению, нельзя знать, насколько эти остатки видоизменены против нормы, или точнее против условия, когда отделенный от вышележащих частей продолговатый мозг остается в своем естественномместилище; поэтому проводить аналогию за пределы сказанного невозможно.

### Суммирование толчков в локомоцию

Переходя теперь к явлениям возбуждения органов с сигнальных нервов, я опишу, прежде всего, и отдельно от прочего факт суммирования слабых толчков в локомоторное движение, так как соответственное явление на спинном мозгу известно нам из прежнего (§ 12). В наиболее чистой форме опыт этот делается следующим образом.



Лягушке с перевязанной брюшной аортой и отпрепарованным с одной стороны по всей длине (и перерезанным в подколенной впадине) седалищным нервом ампутируется как можно выше нога соответствующей стороны и перерезывается головной мозг не позади зрительных бугров, а тотчас за полушариями. После такой перерезки животное, оправившись от операции, остается в спокойном сидячем положении неопределенно долгое время, иногда часы, и выносит неподвижно, не требуя прикрепления, все манипуляции, необходимые для приложения электрического раздражения к отпрепарованному нерву. На таком свободно сидящем животном отдельные слабые удары по нерву не дают никакого эффекта, а ряд их всегда вызывает скачок. На животных же с одним спинным мозгом суммирование выражается, как мы знаем, координированным движением в той или другой конечности. Значит, *локомоторные центры не только обладают способностью суммировать слабые толчки, но оказываются вместе с тем более возбудимыми, чем спинномозговые центры, когда раздражение с периферии действует на те и другие одновременно.*

### **Эффекты тетанизации сигнальных нервов**

Для опытов с более сильным раздражением сигнальных нервов, именно в виде тетанизации индукционными ударами, оставлять лягушек неприкрепленными нельзя; поэтому они в обоих сравниваемых между собою случаях должны быть укрепляемы на один и тот же лад. Так как притом на обезглавленных животных рефлексы седалищного нерва происходят легче всего на мышцы передних конечностей, то наблюдение в обоих случаях должно производиться над последними. Следует, наконец, заранее иметь в виду, что сильное раздражение не может давать

чисто локомоторных явлений—последние неизбежно должны осложняться спинномозговыми рефlekсами. С такими оговорками я приведу в виде двух параллельных рядов эффекты продолжительной тетанизации седалищного нерва на лягушках с одним спинным мозгом и с отрезанными полушариями, присоединив к ним для большей наглядности, в виде третьего ряда, эффекты такой же тетанизации на двигательном нерве с мышцей. Слабое раздражение соответствует силам тока, только что начинающим давать двигательные эффекты; сильное — таким, которые с бродящего нерва останавливают на лягушке биения сердца; а раздражение средней силы лежит между ними. Для всех сил раздражения, длящегося непрерывно в течение 1—2 минут, приведены эффекты в начале, середине и конце действия, т. е. когда раздражение прервано.

В первых двух рядах эффекты тетанизации одинаковы, за одним лишь исключением; спинномозговые рефlekсы носят характер тонический, а движения, отраженные через продолговатый мозг, — прерывистый. В сравнении же с третьим рядом разницы между эффектами огромные. Тетанизация двигательного нерва в течение 1—2 минут может дать лишь более или менее значительное ослабление тетануса, но никак не довести его до полного исчезновения, и перерыву раздражения здесь всегда соответствует успокоение; а в отраженных явлениях за движениями наступает не ослабление их, а действительный покой, настоящее расслабление мышц, и прерыв раздражения вызывает здесь тотчас же или через 1—2 секунды движение почти столь же сильное, как начальное. Кроме того, тетанусы с двигательного нерва, по мере усиления токов (в названных пределах), усиливаются, а отраженные движения (особенно через продолговатый мозг) сначала усиливаются, потом ослабевают. Наконец, период покоя в спинно-

	Спинальный мозг	Спинальный мозг + продолговатый	Денервир. нерв + мышца
<b>Слабое раздражение</b>			
начало	Летучее движение (опуск. рук)	Летучее движение	Летучая тетанизация
середина	Покой	Покой	Покой
конец	Покой	Покой	Покой
<b>Среднее раздражение</b>			
начало	Продолжительная тетанизация (опуск. и подн. рук)	Продолжительное прерывистое движение	Сильная тетанизация
середина	Покой	Покой	Ослабленная тетанизация
конец	Движение рук	Продолжительное прерывистое движение	Покой
<b>Сильное раздражение</b>			
начало	Едва заметное движение	Едва заметное движение	Очень сильная тетанизация
середина	Покой	Покой	Ослабленная тетанизация
конец	Тетаническое движение	Продолжительное прерывистое движение	Покой

мозговых и локомоторных рефлексах характеризуется еще сильным упадком возбудимости рефлексов с кожи; во время такого покоя при продолжающейся сильной тетанизации можно отстригать ногтями пальцы ног и рук, не вызывая этим никаких реакций. Но лишь только тетанизация прервана и вторичные движения появились, возбудимость рефлексов с кожи восстанавливается до нормы или даже усиливается. Такова сумма фактов, подлежащих объяснению.

Ключ к явлениям первых двух рядов лежит в гальванических эффектах возбуждаемого с периферии продолговатого мозга, и именно в эффектах, даваемых тоже тетанизацией сигнальных нервов.

### Гальванические явления на центрах при возбуждении

Для этих опытов спинномозговая ось препарируется в связи с обоими седалищными нервами (для чего нижняя часть позвоночника должна быть оставлена в связи с верхней половиной таза); свежий поперечный разрез накладывается по-прежнему позади зрительных бугров; покоящийся ток отводится от этого разреза и продольной поверхности продолговатого мозга, а раздражение прикладывается или к одному из седалищных нервов, или к обоим вместе. С началом раздражения выжидают, пока не разовьются самопроизвольные отрицательные колебания; определяют их число в течение 1 минуты и подвергают нервы тетанизации токами средней силы в течение 2—3 минут.

*При этом на гальванометре получается картина явлений в виде отрицательных колебаний тока, т. е. возбуждений внутри продолговатого мозга, совершенно параллельная той, которую дают в виде дви-*

*жений животные с целыми локомоторными центрами, при тетанизации сигнальных нервов (явления в нашем 2-м ряду).*

Вслед за раздражением появляется очень сильное отрицательное колебание тока; но стрелка не останавливается на максимум'e отклонения, а возвращается назад и почти достигает своего предшествующего положения. Этому соответствует в вышеприведенном 2-м ряду начальная фаза движения. Затем на гальванометре, показывавшем перед раздражением обыкновенно 10—15 самопроизвольных колебаний в минуту, наступает, при непрерывно, продолжающейся тетанизации, покой в течение 2—3 минут, изредка прерываемый за все время одним или двумя еле заметными отрицательными колебаниями. Это фаза двигательного покоя во 2-м ряду. Наконец, вслед за перерывом тетанизации, тотчас же или спустя короткое время, начинается *учащенное против нормы* развитие самопроизвольных отрицательных колебаний. Это третья и последняя фаза вторичных движений во 2-м ряду.

Если бы мы стали разбирать эффекты тетанизации сигнальных нервов на лягушках с отнятыми полушариями без посредства только что приведенных гальванометрических наблюдений, то могли бы объяснить сравнительно быстрое наступление мышечного покоя, при продолжающемся раздражении, только значительной истощаемостью нервных центров, а причину развития вторичных движений вслед за прекращением раздражения пришлось бы искать в быстром восстановлении энергии в тех же центрах. Теперь же о подобных объяснениях и речи быть не может; вынутый из своего вместилища продолговатый мозг находится в состоянии умирания; следовательно, раз энергия его центров истощена раздражением, о восстановлении ее путем отдыха и говорить нечего. *Учащенное против нормы* развитие отрица-

тельных колебаний или возбуждающих импульсов вслед за перерывом раздражения показывает, наоборот, что в течение предшествовавшего двигательного покоя элементы продолговатого мозга были заряжены энергией, и только превращение ее в живую силу было чем-то задержано, воспрепятствовано. Другими словами, из наших опытов вытекает: *для центров продолговатого мозга, возбуждаемых с периферии, особое состояние угнетенной деятельности, с виду похожее на переутомление, но не имеющее с ним ничего общего, так как центры остаются при этом заряженными энергией.*

Если допустить теперь, что это состояние, подобно утомлению в мышцах, развивается в центрах с самого начала тетанизации и, усиливаясь постепенно, приводит центры в недействительное состояние, тогда вся картина двигательных эффектов в нашем 2-м ряду объясняется вполне удовлетворительно.

Для дальнейшей характеристики этого любопытного состояния нервных центров я приведу новый ряд опытных данных, из которого вытекает:

а) что при продолжающемся раздражении за периодом угнетения может следовать новая фаза движений;

б) что угнетение не стоит в связи с работой центров, выражающеюся двигательными эффектами;

с) что, будучи свойственно также спино-мозговым центрам, оно выражается здесь невозбудимостью их на прямое раздражение; и, наконец,

д) что нечто подобное этому состоянию существует (по наблюдениям Крисса и Введенского) и в мышцах или в концах двигательных нервов.

а) Лягушка, с отрезанными полушариями, перевязанной брюшной аортой и отпрепарованным по всей длине седалишным нервом с одной стороны берется в руку головой вниз, так чтобы нетронутая

задняя нога оставалась свободной, и нерв тетанизируется токами средней силы несколько долее, чем в предшествующих опытах. При этом на свежих бодрых лягушках нередко удается наблюдать, вслед за успокоением начальных движений, наступление новых. Развиваясь медленно, мало-помалу, они вскоре переходят в постепенно учащающийся периодический ряд сгибаний и разгибаний ноги во всех сочленениях, а эти, сливаясь друг с другом, переходят в разгибательный тетанус. При этом промежуточный период покоя попрежнему характеризуется невозбудимостью рефлексов с кожи. Правда, явления эти негюстоянны; но в данном случае (именно ввиду капризности явлений на нервных центрах вообще) неудачи понятны и не могут ослабить показаний хотя бы редких удачных опытов.

б) На лягушках с отнятыми полушариями раздражение седалищного нерва (со свободного конца) поваренной солью очень часто не вызывает ни малейших движений; а между тем, продолжаясь минуты 3—4, оно ведет к очень сильному угнетению рефлексов с кожи. Стоит, однако, отрезать в таком состоянии животного раздражаемый кусок нерва, как тотчас же является сильное движение (иногда с криком), и возбудимость рефлексов с кожи (на шипок) не только восстанавливается, но и оказывается даже повышенной. Другую половину опытов составляет химическое раздражение (поваренной солью) седалищных нервов на препаратах продолговатого мозга, отведенных к гальванометру. Здесь вскоре за началом раздражения наступает успокоение самопроизвольных отрицательных колебаний, а отстригание раздражаемого куска нерва, подобно перерыву тетанизации, вызывает учащенный ряд таковых.

с) На вынутой из своего вместилища спинномозговой оси, когда она отведена к гальванометру продолговатым мозгом, раздражение спинного мозга

отдельными индукционными ударами (они должны быть прикладываемы в промежутки покоя между самопроизвольными колебаниями тока) вызывает каждый раз одиночное отрицательное колебание. Если же токи прикладывать в то время, когда тетанизацией седалищного нерва самопроизвольные колебания в продолговатом мозгу подавлены, то раздражение оказывается недействительным; и это продолжается некоторое время и по прекращении тетанизации седалищных нервов, когда в продолговатом мозгу уже развились учащенные колебания тока. Опыт этот особенно важен в том отношении, что без него угнетенную возбудимость рефлексов с кожи во время тетанизации седалищных нервов можно было бы производить от изменений в коже или от сосудодвигательных эффектов в центрах; теперь же легко убедиться, что причина лежит в самых центрах. Опыт дает, в самом деле, в невозбудимости спинного мозга на прямое раздражение совершенно достаточную причину для угнетения кожных рефлексов; с другой стороны, повторение того же опыта на обескровленных животных дает возможность решить, участвуют ли в явлении сосудодвигательные изменения или нет. Такие опыты были сделаны и дали отрицательный ответ, показав, что ослабление возбудимости может развиваться и проходить на спинномозговой оси, лишенной притока крови.

d) Упомянутое выше наблюдение Крисса и Венденского, которым доказывается для мышцы состояние, сходное с описываемым нами для центров, заключается в следующем. Если мышца тетанизуется с нерва токами средней силы в течение некоторого времени, то тетанус начинает, как известно, постепенно ослабевать. Прежде думали, что это есть явление постепенно развивающегося утомления, т. е. признак постепенного истощения запаса энергии, с вытекающим отсюда упадком возбудимости. Если бы



это было, однако, так, то повысить падающий тетанус можно было бы только усилением раздражения; а между тем, по наблюдениям обоих исследователей, он может быть повышен также быстрым снижением силы раздражающего тока. По опытам Введенского, причина явления не может лежать в нерве, так как возбудимость последнего во время тетанизации не изменяется; значит, она лежит или в мышечной ткани, или в концах двигательного нерва. Объяснения явлению усиления тетануса с ослаблением раздражения еще нет, но оно уже с виду похоже на развитие вторичных движений, вслед за прекращением раздражения, в наших опытах тетанизации сигнальных нервов. Сходство еще более усиливается, если в последних (особенно на животных с отнятыми полушариями) заменить перерывы тетанизации быстрым ослаблением ее: при этом тотчас же получают очень сильные отраженные движения. Аналогия эта, прежде всего, важна, как намек, что в состав нервно-мышечного снаряда входят части, относящиеся к тетанизации наподобие нервных центров; но затем из нее непосредственно вытекает, что в основе вторичных движений при перерыве тетанизации сигнальных нервов лежит ослабленный остаток возбуждения в нервных центрах, переживающий внешнее раздражение.

Такова сумма всех известных доселе опытных данных касательно искусственного возбуждения локomotorных движений на нашем редуцированном снаряде.

### **Признаки чувствования на продолговатом мозгу**

Теперь следовало бы говорить по порядку, в какой мере присущи продолговатому мозгу признаки чувствования и каким образом согласованы с по-

следним движения. Но эта сторона явлений на лягушке с перерезкой позади зрительных бугров совсем не разработана; немногое, что известно в этом направлении на более высоко организованных животных, относится скорее к функциям мозжечка и будет сообщено в своем месте. Здесь же я принужден ограничиться лишь несколькими общими замечаниями.

Судя по тому, что лягушка с перерезкой мозга позади зрительных бугров умеет ползать и плавать, она, как будто, способна различать условия среды, в которой происходит движение. Но, конечно, эта способность должна быть вроде той, которою обладает то же животное, обезглавленное под продолговатым мозгом, в деле умения отличать друг от друга различные точки кожи и направлять к ним защитительные движения рук и ног (§ 17).

Судя по тому, что лягушка с одним спинным мозгом выносит покойно лежачее положение на спине, а с перерезкой головного мозга позади зрительных бугров она такого положения не выносит и переворачивается спиной вверх, естественно думать, что продолговатый мозг дает возможность ощущать ненормальность некоторых положений тела, тем более, что у лягушек с целым головным мозгом, по наблюдениям Броун — Секара, подтвержденным многими другими наблюдателями, можно вызвать односторонним неглубоким поражением продолговатого мозга в верхней четверти насильственные движения в форме катания животного вокруг продольной оси тела, т. е. движения, в состав которых входит, между прочим, и переворачивание тела из лежачего положения на спине в нормальное положение спиной вверх.

Отрывки эти во всяком случае показывают, что в продолговатом мозгу с мозжечком у лягушки есть уже зачатки тех приспособлений, при посредстве ко-

торных нормальное животное сознает положение частей своего тела и умеет согласовать движения с вытекающими отсюда чувственными показаниями.

В дополнение к этим данным считаю уместным привести одно наблюдение, сделанное мною в недавнее время. Если нормальной лягушке перерезать все задние корешки спинного мозга, то в локомоции по горизонтальной плоскости, без препятствий, мне удалось подметить следующие две особенности: импульсы к ходьбе становятся вообще реже, чем у нормального животного, но зато движения делаются более энергичными или по крайней мере более отрывистыми, сохраняя при этом периодический характер. С другой стороны, при посредстве оставшейся чувствительности в голове, та же лягушка оценивает препятствия к движению правильно и усиливается обойти их с помощью тех же двигательных реакций, как нормальное животное. Так, под стеклянным колпаком она становится на задние ноги, упираясь в стенку лапками рук. Из этих противоречий читатель уже видит, с какими трудностями связан на лягушке вопрос об участии чувствования в сложных координированных движениях.

Собрав таким образом все фактические данные касательно локомоторной деятельности продолговатого мозга, отделенного от вышележащих частей головного, я обращаюсь к вопросу, насколько возможно объяснить при их посредстве явления насильственной локомоции, именно ее автоматический характер, правильную периодичность движений и перемежку между деятельностями антагонистических мышечных групп. С этой целью я воспользуюсь уже имеющимися в науке готовыми схемами для случая, подобного нашему, именно для объяснения автоматичности, ритмики и перемежки дыхательных движений.

### Автоматия локомоции

21. В схеме Розенталя кажущаяся автоматичность сведена на тоническое возбуждение дыхательных центров из двух источников; прямое — через кровь и посредственное из легкого — через волокна бродящего нерва. Ритмику движений Розенталь объясняет гипотетическим существованием препятствий к возбуждению дыхательных центров и считает, кроме того, группу вдыхателей легче возбудимой, чем антагонистическую группу выдыхателей, так как при совершенно покойном дыхании работает только первая, а выдыхание совершается пассивно. В нашем случае, именно, если иметь в виду периодическую деятельность при ходьбе каждой из конечностей в отдельности, есть налицо все элементы Розенталевского объяснения. Существование прямого тонического возбуждения локомоторных центров с поверхности раны и зависимость от него насильственных движений не может подлежать сомнению, потому что искусственное химическое раздражение той же поверхности усиливает локомоцию, а такое раздражение нельзя представлять себе иначе, как действующим тонически. Вместо гипотетических препятствий схемы Розенталя у нас есть доказанное опытом свойство локомоторных центров суммировать слабые в отдельности толчки, т. е. заряжаться энергией и отдавать скопленные заряды сразу в виде координированных движений. Наконец, вероятной разнице в степени возбудимости вдыхателей и выдыхателей соответствует в нашем случае такая же разница между сгибателями и разгибателями, доказанная прямым опытом (по крайней мере для задних ног). Однако, несмотря на все это, объяснить при помощи перечисленных данных правильную локомоторную перемежку между сгибателями и разгибателями ног невозможно. Если принять, в самом деле,

что при дрящемся раздражении неизменной силы сгибатели, как более возбудимые, требуют для заряжения, например, единицу времени, а разгибатели — единицу с дробью, то, какова бы ни была величина дроби, сгибание и разгибание члена не могут следовать друг за другом в равные промежутки времени; они станут то расходиться, то сближаться между собою и периодически мешать друг другу. В наших же насильственных движениях, когда они происходят сами собою, без искусственных возбуждений, пережка между сгибаниями и разгибаниями членов правильная, притом они следуют друг за другом без всяких ощутимых пауз. Поэтому сводить автоматическую деятельность нашего редуцированного снаряда — насколько она правильна! — исключительно на прямое возбуждение центров, без регуляции с периферии, еще труднее, чем правильный автоматизм дыхательных движений.

В схеме Геринга дыхательный ритм и пережка объясняются четырьмя противоположными влияниями на центры из легкого. Растяжение последнего во время вдыхания действует через бродящий нерв угнетающим образом на деятельность выдыхателей и способствует возбуждению их антагонистов — выдыхателей. Спадение же легкого, угнетая выдыхание, способствует развитию вдыхания. Нет сомнения, что четырьмя соответственными влияниями на локомоторные центры из периодически сгибающейся и разгибающейся конечности можно было бы объяснить не только ритм и пережку движений, но также любую продолжительность ходьбы. Однако время для перенесения мысли Геринга на наш случай далеко еще не настало. При наших грубых способах возбуждать локомоторный снаряд с периферии (т. е. с сигнальных нервов), мы умеем пока тормозить преходящим образом деятельность сгибателей и разгибателей разом, а не порознь и ничего не знаем,

насколько совершающееся сгибание члена способствует возбуждению антагонистов — разгибателей, и наоборот. Несомненно лишь одно: центральные части нашего редуцированного снаряда, вероятно, благодаря близости к ним места поранения, находятся вообще в таком неустойчивом равновесии, что раз машина тронулась, регуляция ее движений посредством слабых до неощутимости толчков делается для ума понятной. Не могу не привести по этому поводу наблюдений, сделанных мною над продолговатым мозгом, отведенным к гальванометру, касательно его необычайной возбудимости. Штатив с электродами, на которых лежал мозговой препарат, находился всегда во влажной камере под стеклянным колпаком; для приводимых же теперь наблюдений он, кроме того, ставился на каучуковые трубки, чтобы предохранить мозг от сотрясений стола.

В промежутки покоя между самопроизвольными отрицательными колебаниями тока я пробовал действовать на препарат звуками (через воздух) и нашел, что иногда бывает достаточно сильного крика, чтобы вызвать отрицательное колебание. С другой стороны, в более ранних наблюдениях, когда я изучал систематически влияние перерезок и раздражений спинномозговой оси с ее поперечных разрезов на рефлексы (см. § 28), мне удавалось получать с разреза позади зрительных бугров угнетение рефлексов прежде, чем наступало движение. Значит, в устройстве центральной части нашего снаряда совмещены, повидимому, особенно благоприятные условия как для произведения движений, так и для угнетения возбужденных центров.

Причина, почему несимметричность поранения способствует возбуждению насильственных движений, неизвестна.

ФУНКЦИИ МОЗЖЕЧКА<sup>1</sup>

## Связь мозжечка со спинномозговой осью

22. Мозжечок по своему строению, особенно у высших позвоночных, представляет очень сложный центральный орган, во многом напоминающий мозговые полушария, если взять последние вместе с передними мозговыми узлами, т. е. зрительными чертогами и полосатыми телами. Как там, так и здесь серое вещество распределено сравнительно тонким и сплошным слоем по всей свободной поверхности, а в глубине оно заложено в виде отдельных гнезд или ядер. Оба органа, парные и симметричные боковые полушария, связаны спайками — в мозжечке спайку эту составляет средняя червеобразная доля. Такая внешняя аналогия усиливается тем обстоятельством, что, по современным воззрениям, оба органа связаны друг с другом при посредстве так называемых проводящих путей, преимущественно эквивалентными частями: корковый слой мозжечка с корковым слоем полушарий и центральное ядро мозжечка с полосатым телом (и зрительными чертогами?). Связь первого рода ведут от поверхности мозжечка через средние ножки (*crura cerebelli ad pontem*) и варолиев мост, где путь прерывается центральными образованиями, а ход из мозжечкового ядра ведут через передние ножки (*crura cerebelli ad cerebrum*).

Если принять сверх того во внимание связи мозжечка со спинным и продолговатым мозгом, из коих, несомненно, доказан так называемый мозжечковый ход (прямой) в средних столбах спинного мозга

---

<sup>1</sup> Не имея личной опытности в относящихся сюда вопросах, я могу представить здесь читателю лишь безпристрастный свод господствующих в настоящее время чужих мнений.

и перекрестный путь от оливчатых тел к центральным ядрам<sup>1</sup>, то мозжечок, подобно гемисферам, можно считать связанным как с периферией тела, так и с центральными образованиями продолговатого мозга. Существуют, наконец, физиологические данные, заставляющие думать, что часть волокон слухового нерва, именно *ramus vestibularis*, стоит в связи с нашим органом.

Таким образом, на мозжечок, по его положению относительно ствольной части мозга, можно смотреть как на ветвь, отходящую от ствола через посредство задних мозжечковых ножек (*crura cerebelli ad med. oblongatam*) и снова сливающуюся с различными отделами ствола посредством средних и передних. Если бы течение возбуждений по главному руслу происходило только в одном направлении, например, от периферии тела к голове (или наоборот), или если бы пути из мозжечка через его ножки шли к органам, которых функции известны, то различие между путями, которыми возбуждения приносятся к центрам мозжечка и относятся от них, не представляло бы трудностей. Но на деле ни того ни другого нет: функции тех участков больших полушарий, с которыми связаны мозжечковые пути, неизвестны; значение мозжечкового пучка в спинном мозгу не выяснено; наконец, передвижение возбуждений внутри самого мозжечка, именно между корковым слоем и ядром, тоже неизвестно. Поэтому вопросы о передаче возбуждений из главного ствола в ветвь и из нее в ствол остаются в сущности открытыми. По этим же причинам мы не знаем, откуда и каким образом приводятся центры мозжечка в

---

<sup>1</sup> Экстирпация у новорожденного кролика одной половины мозжечка влечет за собою, по наблюдениям Гуддена, перерождение веревчатого тела и мозжечкового хода в спинном мозгу на своей стороне, атрофию оливы на противоположной и перерождение соответственной передней ножки



деятельность. Судя по многообразию его связей, можно лишь догадываться вообще, что участие его в центральных процессах должно быть значительным.

Опытов над мозжечком, по его сравнительной доступности оперативным влиянием, великое множество, но в них тем не менее существует два очень больших пробела. Наблюдений при условии, когда отделены от него разрезом все лежащие впереди части головного мозга, начиная с четыреххолмий, почти нет, потому что теплокровные очень трудно выносят эту операцию. Такие опыты есть только на лягушке; но здесь мозжечок в зачаточном состоянии. Затем опыты местного, т. е. химического раздражения, в приложении к мозжечку совсем отсутствуют, да и электрическое прикладывалось сравнительно мало, так что все выводы относительно функций мозжечка основаны, собственно, на опытах поранения и вырезывания различных частей этого органа, включая сюда полную экстирпацию его и перерезки ножек в отдельности.

Первый пробел ведет к тому, что деятельность мозжечка при наиболее простых условиях, и именно значение его для всех рефлексов продолговатого мозга вообще, и в частности для нашего *minimum*'а локомоторного действия остается неизвестным. Отсутствие же опытов местного раздражения сказывается очень невыгодно по следующей причине. Всякое поранение или разрушение в области нервных центров влечет за собою неизбежно три эффекта: преходящее сильное возбуждение в момент поранения, остающееся затем тоническое возбуждение с поверхности раны или из ее окружности и, наконец, известное нарушение функции, соответственно значению разрушенной части. Эффекты первого рода распознаются вообще легко, но в оценке второго и третьего, которые даны всегда вместе, могут встре-

чатся большие трудности, если на подмогу не является в виде проверки искусственное раздражение пораненной части. В нашем случае отсутствие таких проверок отражается, как увидим, очень тяжело на истолковании многих явлений.

После этих необходимых оговорок я приведу сначала полный перечень явлений, наблюдавшихся на мозжечке, оставив в стороне все спорные подробности.

### Эффекты поранений мозжечка

а) На птицах и кролике послышная экстирпация мозжечка до полного его удаления<sup>1</sup> не причиняет, при целостности прочих частей головного мозга, настоящих параличей ни в сфере движений, ни в области чувствований, но расстраивает гармонию движений, и тем сильнее, чем больше разрушение.

Этот основной факт в физиологии мозжечка установлен Флураном и подтвержден всеми позднейшими исследователями опытно на животных и при помощи патологических наблюдений на человеке. На людях известны случаи полного перерождения мозжечка, у которых способность ходить не была уничтожена вполне — движения отличались только неверностью и шаткостью.

б) По опытам Ренци, перерезка червеобразной доли спереди дает падение животного на передние ноги с наклоном туловища вперед во время ходьбы, вследствие чего животное легко перепрокидывается через голову. Перерезка той же доли сзади дает наклон туловища кзади с наклоном к движению назад.

---

<sup>1</sup> Собаки не выносят операции полного удаления мозжечка, но частичные разрушения органа, приводимые в дальнейших пунктах, делались и на собаках.

в) Односторонние разрушения мозжечка, равно как перерезки одной из задних или средних ножек, влекут за собою конвульсии в глазах, падение животного на бок и насильственное катание вокруг продольной оси тела. В промежутки покоя между приступами насильственных движений замечается разница в напряженности мышц конечностей обеих половин тела, поворот головы и шеи вокруг продольной оси, страбизм и нистагм глаз, связанный с поворотом одного глаза вверх, другого вниз (Флуран и многие другие).

г) Перерезка одной из передних ножек мозжечка дает вместо вращательных движений вокруг продольной оси круговые движения с боковым отклонением обоих глаз в сторону кружения и нистагмом (Бехтерев).

д) Приведенные эффекты полной экстирпации и частичных разрушений мозжечка имеют место и при удалении больших полушарий. Эта позднейшая прибавка Флурана к его основному положению, в свою очередь, подтверждена позднейшими исследователями.

Если при обсуждении этих явлений держаться строго в пределах опыта, то в основном положении Флурана, поставленном в голове всех прочих, под словами «расстройств движений» следует разуметь «расстройство локомоции», так как в опытах с удалением мозжечка наблюдения касались именно этой специальной формы движений. Поэтому на мозжечок следует смотреть прежде всего как на придаток локомоторного снаряда, от целостности которого зависит не только правильность, но даже и самая возможность локомоции. Отсюда, конечно, не следует, чтобы этим исчерпывались все функции мозжечка — двойная связь его с большими полушариями (через передние и средние ножки) заставляет думать про-

тивное; но эти функции мало известны, и задачи наши заключаются в разъяснении лишь того, что дает опыт. Притом же на животных, по позднейшим наблюдениям Флурана (пункт *g*), эффекты удаления мозжечка остаются в сущности одни и те же как в присутствии больших полушарий, так и без них.

Но какую же роль играет мозжечек в иннервации локомоторных актов?

### Роль мозжечка в локомоции

23. Ответа на этот вопрос всего естественнее было бы искать в приведенных выше эффектах поранения и частичного разрушения мозжечка. Но всякая попытка в этом направлении поставила бы ответчика в безвыходное положение: к трудностям вопроса, насколько данный эффект зависит от насильных, причиняемых мозжечковым центрам или проводникам, в каждом частном случае присоединяются трудности другого рода, — составляет ли разбираемое явление продукт возбуждения или результат разрушения частей, т. е. устранения нормального влияния. Так, нистагм глаз из мозжечка можно было бы толковать и в смысле рефлекса на двигатели глазного яблока, локализуя при этом причину периодических колебаний в мозжечок, и в смысле устранения влияния, которым эти колебания нормально подавляются. Факт Ренци (пункт *b*) можно было бы толковать, как случаи приведения в действие приспособлений, посредством которых животное передвигается нормально по наклонной плоскости вверх и вниз, т. е. считать явления продуктом возбуждения или же выводить их из расстройства локомоторной координации между передней и задней парой конечностей. Но это еще не все. Вопрос

о локомоторной функции мозжечка затемняется еще тем обстоятельством, что все эффекты разрушения мозжечка можно вызвать разрушениями из некоторых других органов, именно из полукружных каналов (найден Флураном), частей продолговатого мозга (найден Шванном и Бехтеревым) и из стенок III желудочка (Бехтерев). Бехтерев, занимавшийся в недавнее время сравнительным изучением явлений при разрушении названных трех органов, выражается так: «...При всех подобных опытах поразительным представляется в особенности то обстоятельство, что явления, следующие за повреждением или разрушением столь различных и удаленных друг от друга органов, отличаются таким сходством между собою, что для постороннего наблюдателя почти не представляется возможным определить по этим явлениям, произведено ли у данного животного повреждение оливчатых тел или полукружных каналов, или, наконец, центрального серого вещества III мозгового желудочка».

### **Мозжечок как орган равновесия тела**

Несмотря на эти трудности, в истории нашего вопроса существует попытка определить физиологическое значение мозжечка точнее, чем это сделано Флураном. Почин в этом деле принадлежит Гольтцу. Изучая на лягушках отправление центральной нервной системы, он занимался, между прочим, вопросом, насколько животное, при перерезках голозного мозга на разных высотах, сохраняет способность удерживать свое тело в равновесии при неблагоприятных для того условиях, — когда оно помещено, например, на наклонные или подвижные подставки. Убедившись, что присутствие полушарий не составляет для этого необходимости, он сделал вывод, что центр эквилибристики должен лежать позади полушарий и нашел

его из дальнейших опытов в зрительных буграх. Выходя далее из мысли, что центр этот должен приводиться в деятельность не иначе, как сигналами с периферии, дающими знать о положении тела в каждое данное мгновение, и подтвердив эту мысль опытами снятия кожи с конечностей, он нашел далее, что из головных чувствующих нервов влияет на искусство эквилибрировать тело слуховой нерв. Перерезка его с обеих сторон в полости черепа, или экстирпация периферического конца, т. е. ушного лабиринта, не только уничтожает эквилибристику, но и расстраивает также движения: сделав под влиянием раздражения прыжок, такая лягушка падает часто навзничь, и усилия ее принять нормальное положение ведут тогда к вращательным движениям вокруг продольной оси тела. Наблюдения эти, естественно, привели Гольца к повторению опытов Флурана с разрушениями полукружных каналов на более высоко организованных животных, именно на птицах, и в результате получилась следующая гипотеза, согласованная им с известными уже в то время наблюдениями на человеке, что страдания внутреннего уха нередко сопровождаются симптомами головокружения, нарушающими верность локомоции или даже делающими ее невозможной.

Перепопчатые полукружные каналы с наполняющей их жидкостью представляют род своеобразных водяных уровней<sup>1</sup>, расположенных в трех (почти) взаимно перпендикулярных плоскостях и сигнализирующих в мозг в виде определенных чувственных знаков направление всякого совершающегося перемещения головы, равно как всякое устойчивое

---

<sup>1</sup> Образ этот я позволил себе вставить в гипотезу Гольца вместо его собственного предположения на том основании, что не изменяя сущности гипотезы, он делает основную мысль ее сразу понятной.

положение оной в данную минуту. У птиц сигналы эти передаются, вероятно, в мозжечок (а у лягушки в *lobi optici*), как центр, и вызывают через него целесообразно согласованные со знаками двигательные реакции (в смысле сохранения равновесия тела как при покое, так и в движении), прежде всего в мышцах, управляющих движениями головы, а затем в глазах, туловище и конечностях, насколько движения их согласованы с движениями головы. Пока показания из каналов нормальны, двигательные реакции, в смысле сохранения равновесия, остаются целесообразны; с извращением же первых извращаются и вторые. Разлад между ними, нарушая равновесие тела ведет, по мнению Гольца, к развитию чувства головокружения и с этим является новый источник для расстройства движений, усиливающий безуспешность попыток животного восстановить потерянное равновесие.

Центральным пунктом гипотезы поставлено «нарушенное равновесие» по той причине, что Гольцу удавалось на голубях, — месяцы спустя после операции, когда о раздражениях из раны и речи быть не может, — устранять двигательные припадки искусственной поддержкой всех членов тела в нормальном положении. Бурные же движения с насильственным характером вслед за операцией он ставит особо, признавая источниками их раздражение. Сигнальный аппарат полукружных каналов считается далее действующим совместно с другими показателями перемещений головы — глазами и мышечным чувством, сопровождающим деятельность мышц, управляющих движениями головы, — но действующим почему-то впереди всех прочих, так что расстройство его показаний не компенсируется деятельностью последних. Наконец, отнесение центра для влияний, идущих из полукружных каналов в мозжечок, выведено из того, что разрушения последнего дают

сходный ряд явлений с эффектами разрушения каналов.

Говорить о возражениях против частностей этой гипотезы, поправках и добавлениях к ней я не стану, потому что существенных улучшений в наши представления о значении мозжечка они не вносят. Для нас важно заметить лишь следующее.

Из опытов Флурана выходило только, что мозжечок есть придаток локомоторного снаряда, от которого не зависит прямо ни ритмика, ни перемена движений, а опытами Гольтца эта косвенная роль несколько выяснена. При покое животного он участвует в нервно-мышечных актах, которыми поддерживается равновесие тела, а во время локомоции эта же самая роль его выражается согласованием движений с положениями тела или, что то же, приспособлением движений к условиям местности. Но приписывать эту роль исключительно мозжечку мы не имеем никакого права, потому что при всех опытах над ним он оставался в связи или с продолговатым мозгом и варолиевым мостом (в нашем редуцированном локомоторном снаряде) или с средними частями головного мозга (при удалении больших полушарий). *Мозжечок участвует в сказанных актах несомненно, но не один, а в связи с продолговатым мозгом, варолиевым мостом и средними частями головного мозга.* Этот вывод неизбежен, если держаться в пределах опытов. Другими словами, центральные акты уравнивания тела при различных условиях мы включаем в сферу действия локомоторного аппарата, со всеми его центральными приспособлениями, простирающимися от верхних отделов продолговатого мозга до больших полушарий, и смотрим на мозжечок, как на интегральную часть этого сложного снаряда.

Насколько это воззрение соответствует действительности, мы сейчас увидим ниже.



## ФУНКЦИИ СРЕДНИХ ЧАСТЕЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА

24. Части головного мозга лягушки кпереди от разреза по границе между мозжечком и зрительными буграми (*lobi opt.*), или, что то же, кпереди от нашего редуцированного локомоторного снаряда, до разреза между зрительными чертогами и большими полушариями, я назову общим именем *средних частей мозга* или *средним мозговым поясом*. У позвоночных с более развитым мозгом в состав этого пояса входят: мозговые ножки (*pedunc cerebri*), четыреххолмие, зрительные чертоги и полосатые тела. Первые, вместе с продолговатым мозгом и варолиевым мостом, составляют ствольную часть головного мозга, а мозговые узлы — придатки к ней, в том же в сущности смысле, в каком мозжечок составляет придаток мозгового ствола. Как самостоятельный отдел спинномозговой оси средний пояс мозга должен вмещать в себе многообразные связи названных мозговых узлов между собою и со ствольной частью, а как соединительное звено между полушариями и задними частями головного мозга (т. е. продолговатым мозгом, мозжечком и варолиевым мостом) он должен вмещать еще все пути между этими отделами, включая сюда и те, которые идут к гемисферам от спинного мозга без перерыва, минуя, так сказать, центральные образования всех частей среднего и заднего мозгового пояса. Таковыми считаются, впрочем, только пирамидальные пути на человеке (по Флексигу), а существуют ли таковые у животных, неизвестно. Отсюда уже видно, что в состав мозговых ножек, как проводников, должно входить огромное количество межцентральных связей между разными отделами собственно головного мозга, и всего больше там, где прямая связь гемисфер с спинно-

мозговыми центрами выражена слабо, именно на низших позвоночных.

Если к такой сложности и запутанности анатомических отношений присоединить еще трудную доступность частей среднего пояса ко всякого рода оперативным влияниям на теплокровных и слабую дифференцировку частей на лягушке, то становится понятным а priori, с какими трудностями связаны опыты в этой области мозга и особенно истолкование получаемых результатов, в смысле приурочения их к той или другой части. Тем более, что здесь проверка эффектов поранения, перерезок и более или менее полной экстирпации частей путем электрического раздражения еще менее приложима, чем на мозжечке, а местное химическое раздражение почти вовсе не употреблялось на главном объекте опытов—теплокровных. Ввиду этого обстоятельства я считаю необходимым отступить от обычая прямо описывать функции частей среднего пояса в отдельности и установить сначала общее значение их для тела, т. е. результат совокупной деятельности всех частей разом. Средством для этого нам послужит сравнение известных из опытов рядов явлений над животными, когда из тела удалены одни гемисферы и гемисферы со средними частями мозга. Такое сравнение даст путем исключения, так сказать, общую картину явлений для средних частей, и раз она установлена, частности ее уже могут быть пополнены и проверены существующими опытными данными касательно той или другой части в отдельности.

Так мы и поступим.

### Сравнение животных с перерезками мозга по передней и задней границе среднего пояса

25. По перерезке головного мозга между мозжечком и четыреххолмными действующим снарядом

является, помимо спинного мозга с его нетронутую рефлекторную деятельность, остаток локомоторного снаряда, представленный продолговатым мозгом, мозжечком и варолиевым мостом. Насколько деятельность этого остатка ограничена, мы знаем уже из предыдущего, и резюмировать ее можно так: у животных, начиная от лягушки до кролика включительно, остаются вместе со способностью держаться на ногах и передвигаться некоторые зачатки приспособления движений к условиям среды и положений собственного тела, т. е. намеки на регуляцию движений кожным и мышечным чувством, но, конечно, без всякого участия в ней зрительных актов, потому что с удалением четырехолмий животные слепнут.

Совсем иную картину представляют те же животные<sup>1</sup> по удалении одних больших полушарий.

У лягушек не только сохраняется в полной неприкосновенности весь локомоторный снаряд со всеми его приспособлениями (также и с эквилибристикой тела), но не уничтожается даже спонтанный характер движений (Мажанди). В этих условиях лягушки, несомненно, видят и руководствуются в движениях зрительными показаниями, потому что умеют различать препятствия на пути и обходить их (Демулен и Мажанди, Вюльпиан и др.). Наконец, новейшие наблюдения Шрадера показали, что лягушки без гемисфер зарываются в ил и ловят мух, т. е. в них сохраняются: один из защитительных инстинктов, чувство голода, умение различать предметы и сообразовать свои движения с движениями последних.

Птицы без гемисфер представляют почти то же самое. Брошенные на воздух, они летают и, спу-

---

<sup>1</sup> Операцию удаления полушарий собаки не выносят, поэтому и здесь наблюдения останавливаются на кроликах.

скаясь на землю, явственно руководятся в движениях зрением, потому что соразмеряют их с расстоянием (Ренци). Просыпаясь по временам из сонливого состояния, сопровождающего операцию особенно резко вначале, курицы без полушарий бродят, не натываются на окружающие их предметы, клюют и роют ногами почву, т. е. производят те сложные движения, которыми характеризуется отыскивание пищи. Некоторые утверждают (Лонже и др.), что птицы без гемисфер слышат, но вернее то, что слух уже не служит тогда руководством движений, потому что смысл звуков бывает для животного потерян.

На кроликах и морских свинках удаление гемисфер еще более суживает сферу произвола и осмысленных действий; но факт сохранения локомоции с признаками зрительного руководства, т. е. умением ориентироваться между предметами на ходу, установлен и здесь несомненным образом (Ренци, Христиани).

Итак, сравнение животных с перерезками мозга по передней и задней границе среднего пояса указывает на *присутствие в средних частях головного мозга тех придатков локомоторного снаряда, благодаря которым локомоция приобретает свойственную ей гибкость в отношении условий передвижения и кажущуюся осмысленность.*

В частности этот вывод предполагает:

1) различие положений собственного тела как при покое, так и движении в отношении окружающих предметов, т. е. руководство кожным, мышечным и зрительным чувством;

2) умение управлять движениями сообразно чувственным показаниям и, между прочим, умерять их (птицы при спуске на землю);

3) зачатки осмысленного чувствования (различение свободных промежутков между предметами,

глазомерное определение их отстояний от собственного тела у птицы и узнавание мухи лягушкой).

Из того же сравнения вытекает далее, что гибкость локомоции, по удалении полушарий, сохраняется, повидимому, тем полнее, чем ниже стоит животное по развитию гемисфер. Но это зависит, может быть, и оттого, насколько легче переносит данное животное операцию удаления полушарий. В этом отношении лягушка тоже стоит на первом месте; а у млекопитающих выносливость связана не только с местом животного в зоологическом ряду, но также с возрастом; молодые животные переносят операцию удаления полушарий вообще легче, чем зрелые.

26. Приступая теперь к описанию специальных опытов над средними частями мозга, я распределяю их в четыре категории: в первую будут отнесены факты касательно границ распространения локомоторного снаряда вообще; во второй я перечислю все наблюдавшиеся характерные извращения локомоции; в третьей будет собрано все касающееся зрения; а в четвертую будут отнесены придатки дыхательного аппарата.

### Границы локомоторного снаряда

Говоря об эффектах поранения и химического раздражения самых верхних отделов продолговатого мозга у лягушки, мы нашли в насильственных движениях двоякого рода, маневрных и вращательных вокруг оси, равно как в усиленной локомоции с татаническими припадками (при химическом раздражении), признаки, которыми эти части спинномозговой оси резко отличаются от спинного мозга, не дающего при соответственных условиях ничего подобного. Особенности эти всего естественнее было приурочить к элементам продолговатого мозга, вхо-

дящим в состав локомоторного снаряда; и таким образом мы получили в них известный диагностический признак, которым во всяком случае следует воспользоваться при определении границ локомоторного снаряда. Прилагая, в самом деле, эти приемы к частям головного мозга, лежащим впереди от продолговатого, мы получаем на лягушке следующее.

Поперечные перерезки гемисфер как полные, так и половинные, равно как химическое раздражение их с разрезов, притом на любой высоте, не дают ни извращения локомоции, ни насильственных движений, ни тетанусов. Но как только задняя граница полушарий перейдена, и насилия падают в среднюю область мозга, боковые перерезки на всех высотах дают извращение локомоции, обыкновенно в виде маневрных движений, с более или менее ясно выраженным характером насильственности; а химическое раздражение с разрезов — тотчас же или вскоре за приложением оногo — усиленную локомоцию с тетанусами чуть не во всех мышцах костного скелета. Свести эти явления на поранения или возбуждения произвольно двигательных путей, идущих по средним частям мозга от гемисфер к продолговатому мозгу, без сильных натяжек невозможно, потому что возбуждение тех же путей из гемисфер и по длине спинного мозга не дает ничего подобного. Следовательно, и здесь, как в верхних отделах продолговатого мозга, истолковывать явления можно только в смысле нарушений целостности локомоторного снаряда и искусственного возбуждения его частей.

*У лягушки, по этим пробам, локомоторный снаряд тянется по всей длине среднего мозгового пояса.*

На теплокровных химическое раздражение с разрезов не прикладывалось систематически, но перерезки мозговых ножек и узлов производились, мож-

но сказать, на всех высотах среднего пояса от Варлева моста до уровня полосатых тел; и в общем результаты получались те же, что на лягушке. Односторонние поранения дают: насильственные движения то в виде вращений вокруг продольной оси, то в виде маневжных движений, а во время покоя — насильственные изменения в относительном положении членов тела. Кроме того, эффекты эти, как у лягушки, занимая все протяжение среднего пояса, не переходят на гемисферы. Важно, наконец, заметить, что явления наблюдаются не только на птицах и мелких млекопитающих, но и на собаке. Если, следовательно, признать за насильственными движениями придаваемый им диагностический смысл, то вышеприведенный для лягушки вывод следует распространить и на более высокоорганизованных позвоночных до собаки включительно.

### Двигательные эффекты поранения средних частей мозга

Но какими же, собственно, извращениями локомоции, помимо насильственных маневжных и вращательных движений, сопровождаются поранения и разрушения средних частей мозга? И есть ли между ними такие, которые можно было бы специально отнести к среднему поясу мозга? Ответить на первый вопрос очень легко, собрав воедино все, что наблюдалось со стороны нарушения равновесия, изменений в положении частей тела и извращения локомоции в опытах над средним мозгом. Но на второй вопрос ответить с уверенностью нельзя, и вот по какой причине. Эффекты поранений и разрушений в этой области описываются на словах таким образом, что все они, за *единственным исключением* кружений тела вокруг задних ног, как центра, ока-

зываются сходными с эффектами поранений оливчатых тел и мозжечка. В какой мере они сходны в действительности, сказать нельзя, потому что механизм происхождения этих большей частью очень сложных явлений неизвестен. Привожу в доказательство сказанного полный перечень главных форм явлений, отбросив спорные подробности (касаательно направления движений в ту или другую сторону и высот поранения).

В области зрительных бугров у лягушки лежат центры уравнивания тела (Гольц.)

В задней половине той же области на лягушке полные поперечные перерезки дают иногда ходьбу назад (Штейнер).

Полное разрушение зрительных чертогов, при удаленных полушариях, дает на птицах уничтожение способности стоять, ходить и летать, не производя настоящих двигательных параличей (Ренци).

Насильственный бег вперед наблюдался при удалении полосатых тел (Мажанди), при раздражении их хромовой кислотой (Нотнагель) и при поранении передней стенки III желудочка (Бехтерев).

Если присоединить сюда наичаще встречаемые формы явлений, описываемые под техническими именами маневрных движений и вращений вокруг оси — явлений, которые получают чуть не отовсюду, начиная с верхних отделов продолговатого мозга, то в перечне двигательных эффектов поранения и разрушений средних частей мозга будет не-

Для других животных они лежат в мозжечке.

Ходьба назад наблюдалась на птицах и млекопитающих при поранениях мозжечка (Демулен и Мажанди).

Полное разрушение мозжечка, при удаленных полушариях, дает на птицах то же самое (Флуран).

На лягушке подобные же явления вызывают, по моим наблюдениям, химическое раздражение среднего пояса на очень различных высотах.



доставать лишь упомянутых выше кружений, которые наблюдались и на лягушке (Экгардт) и на собаке (Бехтерев) при поранениях стенок III желудочка. Однако сделать какой-либо вывод отсюда нельзя; да и на приведенных сходствах построить что-либо определенное невозможно<sup>1</sup>. Единственное, что можно сделать, это признать, что средства для подробного изучения среднего мозгового пояса еще не найдены, и повторить то, что было сказано в конце § 23 относительно мозжечка: подобно тому, как существующие опыты не дают возможности сказать, как влияет на локомоцию мозжечок, вне его связи со средними частями мозга, так и относительно средних частей нельзя сделать из наличных опытов вывода, как они действуют вне связи их с мозжечком.

### Бессознательное видение

Третью категорию фактов, подлежащих нашему рассмотрению, составляют явления бессознательно-го (?) видения на лягушке, птицах, морской свинке и кролике. Эти факты представляют уже действительную принадлежность среднего пояса мозга, так как они связаны, если не исключительно, то преи-

---

<sup>1</sup> Приняв, что приведенные нами сходства действительны, всего скорее можно было бы еще видеть в них основания для мысли о функциональном замещительстве между средними частями мозга и мозжечком в деле локомоции; но и такое предположение мало согласуется с подробностями фактов. Так, удаление зрительных чертогов и мозжечка порознь (Ренци и Флуран) оказываются, как будто, эквивалентными друг другу на животных с удаленными полушариями, а в присутствии последних разница между эффектами обеих операций огромная: удаление зрительных чертогов не производит, по опытам Нотнагеля, никаких расстройств в движении, а удаление мозжечка уничтожает локомоцию. Значит, с удалением полушарий, мозжечок не замещает зрительных чертогов нисколько, а в присутствии гемисфер замещает их вполне.

мушественно, с деятельностью четырехолмий. Видение я назвал бессознательным только потому, что оно проявляется в условиях — именно в отсутствии больших полушарий, — когда все вообще чувствования принято обозначать термином «бессознательных». Но отсюда никак не следует, чтобы зрение без гемисфер было вовсе лишено осмысленности: животное руководствуется его показаниями в передвижениях между окружающими предметами; значит, тут есть уже оценка пространственных отношений.

У лягушки эквивалентом четырехолмий и местом рождения зрительных нервов служат полые изнутри зрительные бугры (*lobi optici*, *corp. bigemina*). По опытам Ренци, срезывание верхней крышки бугров с одной стороны дает полный паралич зрения в глазу противоположной стороны; но где и как происходит передача зрительных влияний в двигательную область, неизвестно.

На животных, где четырехолмие дифференцировано на переднюю и заднюю пару и связанные с ними *corpora geniculata*, из серого вещества которых рождаются волокна зрительного нерва, сведения наши о функции всего органа и его частей идут несколько дальше. По удалении всех частей головного мозга впереди от четырехолмий у животных (от лягушки до кролика включительно) остаются следующие явления: возможность локомоции с признаками различения препятствий (Гольц и Христиани), реакции зрачка на свет, защитительное смыкание век при сильном освещении, и, наконец, движение глаз вслед за зажженной свечой. Рядом с этим электрическое раздражение четырехолмий и частей в ближайшей их окружности, до дна III желудочка включительно, дает сокращение зрачков, движение в мышцах глазного яблока (Аламуя, Гнезен и Фелькерс, Бехтерев) и аккомодативные движения (Гензен и Фелькерс). Однако установить

смысл этих эффектов, равно как смысл замечаемых при тех же раздражениях движений в сфере туловища и конечностей, пока не удастся. Разрушение, в присутствии гемисфер передней пары четыреххолмия ведет на собаках, повидимому, к полной слепоте; а разрушение одной половины этой пары, например, правой — к параличу правых половин сетчатки в обоих глазах (Бехтерев).

На основании всех этих данных можно было бы думать, что четыреххолмие вмещает в себе все условия регуляции локомоторных актов зрением, по крайней мере в ее бессознательной форме; но опыты (Ренци) над зрительными чертогами и соответственные патологические наблюдения на человеке дают повод думать, что и эти части играют некоторую роль в актах зрения. Экгардт приводит<sup>1</sup> наблюдение Джексона, в котором с перерождением задней половины правого thalami связан был при жизни паралич зрения в левых половинах поля зрения обоих глаз.

### Придатки дыхательного аппарата

Подобно тому, как в деле локомоции средние части головного мозга дополняют деятельность нашего редуцированного снаряда, точно так же и в отношении дыхательных движений они составляют, вероятно, ряд придатков или приспособлений, совершенствующих деятельность дыхательных центров продолговатого мозга. П. Рокитанский наблюдал на молодых кроликах, что отделение варолиева моста от продолговатого мозга значительно ослабляет дыхательную деятельность, а Христиани и Филене видели при механическом раздражении некоторых частей среднего мозга (в области III же-

<sup>1</sup> В сборном учебнике физиологии, вышедшем под редакцией Германа

лудочка, зрительных чертогов и четыреххолмия) ускорение дыхательных движений и остановки оных. Сказать, впрочем с уверенностью, какое значение имеют эти факты, нельзя: ввиду того, что воля и чувство очень резко влияют на дыхание, можно думать, что в приведенных опытах все дело сводится на возбуждение путей, тянущихся по средним частям мозга от гемисфер к продолговатому, а не на раздражение специальных центральных придатков. Тем более, что мы плохо знаем, насколько несовершенна дыхательная деятельность одного продолговатого мозга. Дело другого рода, если бы опыты над средними частями давали то, чего нельзя получить с одного продолговатого мозга, но в таком положении из всех гипотетических центральных придатков дыхательного снаряда находятся лишь центры голосового аппарата. У лягушки, по опытам Гольтца, подтвержденным и другими исследователями, центры эти лежат в области зрительных бугров, потому что с удалением последних рефлекторное кваканье лягушек скоро уничтожается. На кролике, по наблюдениям Вюльпиана, повторяется то же самое: после перерезки мозга по передней границе четыреххолмий животные реагируют на боль криками, и крики имеют такой характер, как будто боль чувствуется<sup>1</sup>. Факты эти имеют очень большое значение, ввиду того, что они переносят в бессознательную сферу такое проявление, которое мы привыкли связывать с условием сознания.

27. В заключение я опишу еще один ряд фактов, получаемых на лягушке преимущественно из сред-

---

<sup>1</sup> Мне, при моих многочисленных опытах с перерезками и химическим раздражением средних частей мозга у лягушки, случалось наблюдать вслед за раздражением зрительных бугров насильственную локомоцию с самыми жалобными по характеру криками.

них частей головного мозга. Они вызываются прямым механическим, химическим и электрическим раздражениями этих частей и составляют особую группу явлений, обозначаемых разными именами. Являясь вслед за всяким сильным возбуждением центров вообще, как прямым, так и с периферии (т. е. при раздражении нервов), они выражаются на всех без исключения животных полным упадком чувствительности и движений, от которого животные оправляются мало-помалу (при прочих равных условиях теплокровные медленнее, чем лягушка и, повидимому, тем вообще медленнее, чем выше организация животного). Состояние это называют или просто эффектом потрясения (некоторые немцы употребляют очень неудачное слово «*Schock*»), или прострацией животного, относя причину его к центрам. Когда же явления вызываются раздражениями (центров) различных степеней, начиная от самых слабых (как это сделано, впрочем, до сих пор только на лягушке), и при этом получают различные степени ослабления рефлекторной деятельности спинномозговой оси до полного угнетения оной, то такие эффекты по справедливости получают название «явлений угнетения рефлексов». Таким образом, прострация и угнетение рефлекторной деятельности имеют значение явлений однородных, различающихся лишь по степеням.

С явлениями прострации на лягушках, вызванной раздражением кожных нервов, мы уже познакомились выше, говоря о функциях продолговатого мозга, и мы знаем, что эффекты можно наблюдать в двух формах, смотря по характеру раздражения: как вторичное явление, вслед за движением, сопровождающим начало раздражения, или прямо, без предварительных движений. Первое наблюдается, обыкновенно, при тетанизации нервов, а второе — очень часто — при химическом раздражении их по-

варенной солью. Оттуда же мы знаем далее, что прострация, не будучи равнозначной переутомлению или истощению энергии в нервных центрах, имеет, однако, причиной измененное состояние последних. Наконец, из опытов над продолговатым мозгом, отведенным к гальванометру, нам известно, что измененное состояние нервных центров распространяется по всей длине спинномозговой оси, когда раздражаются сигнальные нервы, родящиеся из спинного мозга.

Теперь мы опишем, так сказать, другую половину тех же самых явлений — эффекты прямого раздражения спинномозговой оси с поперечных разрезов.

## ЯВЛЕНИЯ УГНЕТЕНИЯ РЕФЛЕКСОВ

### Характер явлений

28. Опыты раздражения спинномозговой оси с поперечных разрезов были предприняты с целью изучения вопроса, почему на обезглавленных животных в рефлексах с кожи всегда существует соответствие между силою раздражения и величиною эффекта (чем сильнее раздражение, тем сильнее и распространеннее отраженное движение); а в присутствии головного мозга оно очень часто отсутствует, представляя колебания то в ту, то в другую сторону, т. е. представляя несоразмерно сильные или слабые движения в отношении к существующему раздражению. На человеке к явлениям последнего рода относятся, между прочим, акты воли, которыми подавляются невольные движения, вызываемые чувством боли вообще, или такие, как кашель, чихание и пр.

Ближайшая задача опытов заключалась в том, чтобы мерять силу рефлексов при раздражении раз-

личных точек по всей длине спинномозговой оси. *Тюрковский способ* измерения кожных рефлексов на лягушке<sup>1</sup> уже существовал в то время и был приложен мною к делу; а раздражение центров употреблялось или химическое, или электрическое — первое в различных степенях силы, а второе лишь в форме слабой тетанизации, не дающей движений (потому что во время движений мерять рефлексов нельзя). Так как вторая форма служила лишь для проверки показаний, даваемых химическим раздражением нервных центров, и подтвердила их, то в последующем изложении я всегда буду подразумевать лишь последние.

Резюмировать их можно следующим образом:

1) Усиление рефлексов, да и то в летучей форме, с последующим за ним ослаблением, удавалось получать только на спинном мозгу; с разрезов же головного наблюдалось только ослабление рефлексов. Утверждать, однако, что последнему и здесь не предшествует летучее усиление, нельзя, потому что проба Тюрка на раздражительность длится обыкновенно 3—4 секунды.

---

<sup>1</sup> Смысл тюрковского способа вытекает из следующего. Если человек опустит руку в сильно подкисленную воду, то спустя некоторое время в коже появляется зуд, делающийся тем сильнее, чем дольше держать руку в жидкости, и наступаящий тем быстрее, чем сильнее подкислена вода. У человека так — раздражение может оставаться неопределенное время в виде ощущения, не вызывая невольного движения; а на лягушке, при необыкновенной чувствительности ее кожи к кислоте, оно вызывает рефлексы даже при самых слабых концентрациях растворов (примерно 1 объем  $\text{SH}_2\text{O}_4$  на 1000 объемов воды), какие обыкновенно и употребляются при измерении рефлексов. При этом рефлексы появляются тем быстрее, чем крепче раствор, и усиливаются по мере продолжения его действия на кожу. Поэтому мерой рефлекторной способности при данной крепости раствора служит в способе Тюрка время от начала действия кислоты на кожу до наступления отраженного движения. Продолжительность времени измеряется каким-нибудь счетчиком.

2) В общем получение эффектов ослабления или угнетения рефлексов с различных разрезов по длине спинномозговой оси идет параллельно получению с тех же разрезов двигательных эффектов. Так, с разрезов гемисфер произвести угнетений не удастся, с разрезов спинного мозга оно получается даже при сильном раздражении лишь в слабой степени; а с разрезов средних частей мозга угнетение доходит до полного уничтожения рефлексов — животное, оставаясь совершенно неподвижным, не реагирует даже на такие насилия, как отстригание лапок ножницами.

3) Между средними частями головного мозга самые резкие эффекты дают зрительные чертоги; но это зависит, может быть, оттого, что отсюда локомоторные движения возбуждаются менее легко, чем с нижележащих частей; поэтому раздражение имеет время подействовать здесь сильнее, прежде чем наступят мешающие измерению рефлексов движения.

Дальнейшая разработка явлений выяснила, кроме того, следующие пункты.

а) Угнетение рефлексов есть продукт возбуждения, а не перевозбуждения каких-либо нервных механизмов. Это доказывается тем, что эффект развивается в первые мгновения по приложению раздражения, прежде чем появляются движения. Кроме того, с разрезов зрительных чертогов раздражение дает всегда рядом с угнетением рефлексов диастолическую остановку кровяного сердца, т. е. явственно возбуждает продолговатый мозг.

б) Угнетение рефлексов при раздражении средних частей мозга нельзя приписывать тому, что этим причиняется животному сильная боль, перед которой исчезают слабые болевые влияния разведенной кислоты на кожу. Против такого предположения прямо говорит то обстоятельство, что угнетение происходит при полнейшем покое животного.



в) Угнетение нельзя выводить также из сосудодвигательных эффектов раздражения в сфере нервных центров, потому что оно наблюдается и на животных обескровленных.

г) Угнетение из средних частей головного мозга отличается от соответственного эффекта химического раздражения (позаренной солью) кожных нервов при целостности тех же частей мозга только степенью и быстротой развития. Там для полного подавления рефлексов достаточно секунд, а здесь для явственного ослабления их нужны минуты раздражения.

Другая аналогия между эффектами прямого раздражения центров и возбуждения их с периферии еще более поучительна; но для того, чтобы сделать ее понятной, я принужден сделать маленькое отступление.

У лягушки лимфатические сердца работают нормально под влиянием импульсов из спинного мозга, и идущие к ним отсюда нервы имеют значение проводников для двигательных импульсов, потому что с перерезкой их сердца останавливаются в диастоле, а тетанизация периферического конца перерезанного нерва дает тетанус сердца (Гейденгайн). Значит, в отношении лимфатических сердец некоторые отделы спинного мозга являются местами развития периодических двигательных импульсов в том самом смысле, в каком продолговатый мозг, отделенный от передних частей головного, служит местом развития локомоторных импульсов или спонтанных отрицательных колебаний тока, когда он отведен к гальванометру. Выше мы видели, что колебания эти можно остановить тетанизацией седалищных нервов, т. е. действием на продолговатый мозг с периферии; а в отношении спинномозговых импульсов к лимфатическим сердцам такого же результата можно достигнуть влияниями из головного мозга. Химическое раздражение зрительных чертогов дает, рядом с угнете-

нием рефлексов, остановку лимфатических сердец в диастоле, т. е. подавляет импульсы из спинного мозга к их движениям. Наблюдения показывают, кроме того, что способность спинномозговых центров влиять двигательным на сердца и давать рефлексы с кожи возвращаются одновременно, если возбужденные раздражением части головного мозга отделить разрезом от спинного.

### Выводы

29. На основании всех этих данных мною и была некогда высказана мысль о родстве явлений угнетения рефлексов из средних частей мозга с явлениями торможения деятельности кровяного сердца у лягушки из венного мешка, причем я, конечно, оставляя в стороне вопрос о сущности процессов и имел в виду только сходство функциональное. В этом виде мысль может быть защищаема в настоящее время. Разница между обоими случаями в том, что для сердца раздельность двигательных и тормозящих влияний считается доказанной, а в нашем случае доказано скорее противное. На сердце, судя по опытам, тормозы не заходят за пределы венного мешка, а явления ослабления рефлексов наблюдаются и на спинном мозгу, хотя и в менее резкой степени, чем на средних частях головного мозга. Кроме того, раздражение бродящего ствола производит прямо тормозящее действие (Пфлюгер против Шиффа), раздражение кожных нервов дает угнетение рефлексов обыкновенно как вторичное явление — вслед за двигательными эффектами, и только в исключительных случаях (при раздражении нервов поваренной солью) действует прямо, без двигательных осложнений. Но еще сильнее против раздельности двигательных и тормозящих влияний в сфере спинномозговой оси говорит приведенное выше наблюдение Крисса, по-

казывающее, что из двигательного нерва при его возбуждении можно вызвать в мышце состояние ослабленной деятельности, подобное тому, которое, по нашим опытам производит в нервных центрах тетанизация кожных нервов. Разницы эти между угнетением рефлексов и торможением сердца, конечно, очень существенны, но они касаются сущности процессов, а не значения конкретных явлений. Подобно тому, как факт существования тормозов сердца не зависит от того, прав ли Пфлюгер или Шифф, так и в нашем случае факт угнетения рефлексов или импульсов к движениям несомненен, даже в виде первичного эффекта возбуждения, т. е. без всякого осложнения движениями. Другое дело, когда вопрос о жизненной роли описанных явлений доходит до подробностей — здесь, за отсутствием опытных данных, разногласия между исследователями имеют, так сказать, законное основание. Одни — и представителями их служит школа Шиффа — ограничивают сферу приложения описанных фактов случаями прострации животных после всяких сильных потрясений нервной системы; другие же склонны приписывать им более широкое значение. Так, Гейденгайн и Бубнов были, несомненно, людьми последнего лагеря, когда приступили к опытам раздражения коркового слоя гемисфер и нашли, что отсюда можно получать не только движения, как было найдено их предшественниками (об этом см. ниже), но также угнетение движений. Или Гад в споре с Мунком утверждающий, что болевая остановка дыхательных движений после совершившегося выдыхания не может быть объяснена уравновешенным действием антагонистических мышечных групп выдыхателей и вдыхателей и должна быть приписана действию воли на тормозы дыхательных движений. За всеми подобными отрывочными фактами скрывается логическая потребность выяснения вопроса, существуют ли в жи-

вотном теле, как двигательной машине, рядом с двигательными приспособлениями специальные тормозы для движений костного скелета или регуляция последних, в смысле умерения и остановки оных, производится действием антагонистических мышечных групп. Одними наблюдениями решить этого вопроса, к сожалению, нельзя, потому что игре антагонистов всегда — и не без некоторого основания — можно приписать такую степень тряскости, которая дает с виду полнейший покой и делает ненужным вмешательство тормозов.

Еще большей темнотой окружена другая категория фактов, в которой головной мозг является, по видимому, органом, способным угнетать невольные движения. Известно, например, что сильная работа мозга в одном направлении делает человека мало чувствительным к посторонним для этого круга действия внешним влияниям, которые при других условиях составляли бы сильный повод к развитию движений. Сюда же относятся, может быть, случаи воображаемых параличей, исцеляемые внушениями в гипнозе.

### Тонические влияния поражений первых центров

30. В заключение считаю необходимым остановиться на эффектах поранения некоторых частей спинного мозга, сопровождающих не самый акт поранения, как источник сильного возбуждения, а остающихся после него сравнительно долгое время в неизменной форме. Сюда относится, прежде всего, наблюдавшееся иногда Гольдцем на собаках усиление рефлексоз после удаления передней трети больших полушарий. Явления имеют вид тактильной гиперестезии кожи (подробности будут сообщены ниже, при описании функций гемисфер) и свя-

заны с общим изменением характера животного в сторону раздражительности, а также с потерей способности умерять надлежащим образом движения. Совокупность всех этих явлений, остающихся неопределенно долгое время после того, как животному совсем оправилось от операции, привело его к мысли, что причина явлений лежит в удалении механизмов, умеряющих движения. При этом он заметил, что когда удалена передняя треть гемисфер, с одной стороны, то усиление рефлексоз происходит не накрест, а на стороне поранения, когда как парэтические явления, сопровождающие операцию, наблюдаются, наоборот, накрест, т. е. на стороне, противоположной месту поранения.

Другое явление, наполовину разнозначное предшествующему, найдено Броун-Секаром значительно ранее (оно известно под именем «броун-секаровского язвления») и заключается в том, что после полувинных боковых перерезок спинного мозга, при целостности головного, на стороне разреза и кзади от него получается гиперэстезия и усиление рефлексов, а на стороне, противоположной, — наоборот, ослабление последних. Факт гиперэстезии высказывается особенно резко на кролике: при этом условии достаточно сжать, и не особенно сильно, заднюю лапку на стороне разреза, чтобы вызвать у животного крик, а между тем кролик гризательничит к животным, выносящим молча очень болезненные операции.

На лягушке броун-секаровское явление констатируется измерением рефлексоз по тюркозскому способу в обеих половинах тела; и здесь легко доказать опытом, что в происхождении его играет роль головной мозг. В самом деле, разница в рефлексоз с обеих сторон, произведенная половинной перерезкой спинного мозга, тотчас же исчезает, если животному отрезать головной мозг. Нетрудно пока-

зять далее, что обе половины явления производятся тоническими возбуждениями с поверхностей спинно-мозговой раны, причем те из них, которые действуют на свою половину спинного мозга кзади от разреза, дают усиление рефлексов (соответственно тому, что получается, как мы видели выше, непосредственно вслед за раздражением спинного мозга, с поперечных разрезов), а те, которые передаются на противоположную сторону, идут сюда через головной мозг. Последнее доказывается следующими прямыми опытами. У лягушки, при целости головного мозга, раздвигается вдоль вся передняя половина спинного мозга от верхушки IV желудочка до задней границы IV позвонка; затем, по измерении рефлексов в одной из ног, например, левой (разумеется, когда животное совсем отравится от предшествующей операции), перерезается правая половина спинного мозга в сфере IV позвонка. Перерезка эта дает и теперь ослабление рефлексов слева, несмотря на то, что возбуждение справа налево может передаваться теперь только через головной мозг. Засим из позвоночника осторожно вынимается центральный конец раздвоенного по длине мозгового участка с тем, чтобы к обнаженному поперечному разрезу его приложить химическое раздражение, не касаясь другой половины спинного мозга. Рефлексы с противоположной стороны меряются до приложения раздражения и после него — оказывается, что раздражение дает сильное угнетение рефлексов.

Факты эти очень важны, как прямые свидетельства, что всякое поранение центральных нервных масс, помимо непосредственных эффектов причиняемого ими разрушения и потрясения, оставляет за собою источники длящихся возбуждений, способных отзываться на отдаленных частях нервной системы и выражаться в разных местах противоположными

признаками — возбужденным и угнетенным состоянием центров.

Сказанным доселе вопрос об участии нервной системы в локомоторных актах не исчерпывается потому, что места, из которых локомоция пускается обыкновенно в ход, лежат в больших полушариях. Но говорить об этих придатках в стдельчости — вне связи с влиянием гемисфер на движения вообще — было бы неудобно; поэтому, оставляя этот пункт пока в стороне, мы переходим к описанию явлений, связанных с деятельностью больших полушарий. Общего определения для всей совокупности относящихся сюда фактов дать еще нельзя<sup>1</sup>; поэтому я удержал для них старое обозначение по принадлежности к производящему их органу.



---

<sup>1</sup> По принятой нами в начале книги системе нервных явлений деятельность гемисфер можно было бы определить, как высшую ступень регулирования движений через психику; но такое определение, вследствие неопределенности границ «психических влияний», могло бы подать повод к недоразумениям.



## ФУНКЦИИ БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ<sup>1</sup>

### Общие правила наблюдения

31. Спыты на животных, с целью изучения функций полушарий, я разделяю, ради удобства описания, на три отдела: 1) удаление обоих полушарий разом; 2) удаление их крупными частями или долями и 3) частичное разрушение серого вещества коркового слоя. Затем в четвертом отделе будут собраны выводы из патологических наблюдений на человеке.

При опытах полного удаления полушарий вопрос об устройстве их остается для наблюдателя, по самому смыслу дела, на заднем плане; поэтому, оставив его пока в стороне, я прямо начну с указания общих приемов наблюдения.

Главных правил здесь два: начинать наблюдения не иначе, как по минозании всех болезненных последствий операции, когда состояние животного остается долгое время неизменным, и проверять прижизненные явления вскрытием мозга. Необходимость первого вытекает из самого смысла опытов—наблюдать на животном те перемены или недочеты в нервной жизни, которые вызваны отсутствием

---

<sup>1</sup> Эта глава, за отсутствием личных опытов, имеет чисто компилятивный характер



той или другой части гемисфер; а позерочное вскрытие нужно для точного определения границ разрушения, — не пошло ли оно, в виде так называемых вторичных перерождений за пределы причиненного операцией поранения или не произошло ли, наоборот, некоторого восстановления разрушенных частей. Последнее замечается, впрочем, лишь в исключительных случаях, и, повидимому, только на птицах, потому что до сих пор оно наблюдалось только раз Фойтсом на голубе.

Что же касается до самых наблюдений над оперированными животными, то они заключаются в творякого рода испытаниях: 1) в отношении чувствования — насколько изменяется тонкость всех чувств вообще (за исключением, конечно, чувства обоняния, потому что с удалением гемисфер вся центральная часть обонятельного снаряда разрушается), равно как способность различать внешние предметы и оценивать их значение; 2) в отношении движений — насколько у животных сохраняются привычные и заученные формы сложных движений (защита против насилий, ходьба, акты отыскивания и принятия пищи и пр.), равно как умение приносить их к целям, и 3) в отношении умственных способностей — в какой мере сохраняются сложные инстинкты и те проявления ума, которые обозначают в общежитии словами находчивость или сообразительность. Нет сомнения, что со временем для всех таких испытаний будут выработаны определенные общепризнанные правила, и пробы будут прикладываться всеми исследователями на один и тот же лад для всех случаев поранения гемисфер, начиная от полного удаления их до частичного разрушения того или другого отдела коркового слоя. Но этого еще нет, поэтому идти далее в описании общих приемов наблюдения пока невозможно.

## ПОЛНОЕ УДАЛЕНИЕ ПОЛУШАРИЯ

32. Выше было уже сказано, что эту операцию выносят лягушки, птицы, морские свинки и кролики; но из них наиболее удобными объектами для наблюдений оказываются до сих пор птицы. При искусственном кормлении их можно сохранять в течение месяцев живыми; с другой стороны, подвижность и нервность птиц при нормальных условиях значительно облегчают (по контрасту) наблюдения после операции. Поэтому главнейшие выводы сделаны преимущественно из опытов над птицами.

Общее значение гемисфер в нервной жизни установлено опытами Роланда (в начале нынешнего столетия) и формулировано позднее Флураном (в начале сороковых годов), в следующие два положения:

*1) полное удаление гемисфер ведет за собою потерю произвольных движений и осмысленного чувствования или ума;*

*2) при послышном удалении гемисфер недочеты выступают тем сильнее, чем больше масса удаленного вещества.*

Оба положения остаются, в сущности, справедливыми и в настоящее время, требуя лишь следующей прибавки: *самопроизвольный (спонтанный) характер движений и осмысленность чувствования страдают с удалением гемисфер тем менее, чем ниже животное по степени развития полушарий (см. выше, § 25).*

В виде примера я приведу описание явлений на курице по Экснеру.

«... Оправившись от операции, животные впадают в сонливое состояние, спрятав голову в перья и все время, пока живут, проводят в таком положении зна-

чительную часть дня. Временами она просыпается и начинает бродить, как будто с осторожностью, и нередко вдруг останавливается середь комнаты, промеж ходящих взад и вперед людей, чтобы снова впасть в спячку. Через несколько дней после операции можно подметить, что животное ищет корм, т. е. клюет в пол — все равно лежит ли на нем что-нибудь или нет, — царапая его ногами. Некоторые курицы выучиваются подбирать с полу корм, хотя и неловко, а другие не выучиваются вовсе. С другой стороны, я раз нашел в зобу оперированной курицы холщевую полосу почти в полметра длины... Способность видеть остается, потому что она не натывается на предметы, и глаза их следуют за светом... Труднее решить, способны ли животные слышать. Правда, Лонже рассказывает, что ему удавалось подметить движение испуга от выстрела, и подобные же наблюдения приводятся Вюльпианом на голубе без полушарий, но...

На болевые влияния животные отвечают защитительными движениями; но делать отсюда вывод, что сохранилось осязательное чувство можно лишь с большой осторожностью, потому что такие движения могут происходить и при посредстве одного спинного мозга... Наиболее важное явление на курице с отнятыми полушариями — это потеря ума. Под этим я разумею то обстоятельство, что животное не умеет найтись в мало-мальски затруднительных положениях и не способно ни к каким иным действиям, кроме так называемых инстинктивных. Так, сохраняя способность обходить препятствия на пути, если подойдет к ним близко, и взбираться на предметы вышиною в несколько сантиметров, курица не умеет взлететь с пола на стул, дает себя взять в руки (после чего неискусно сопротивляется) и очень неловко слетает со стола на пол... Такая курица не боится собак и не выбирает

себе привычного или любимого места сиденья, оставаясь спокойной везде, где бы ее ни посадили».

Из этой картины мы отметим себе для будущих сравнений: сонливое состояние, тупость к чувственным влияниям; полную потерю способности оценивать внешние предметы по смыслу (за единственным исключением зрительной оценки в смысле препятствий к передвижению) с вытекающим отсюда полным безучастием к окружающему; возможность воспроизведения сложных привычных движений, но воспроизведения бесцельного, неосмысленного; и, наконец, намеки на следы чувства голода.

### Главные черты в устройстве гемисфер

33. Переходя за сим к опытам удаления гемисфер по частям, мы должны, прежде всего, остановиться на наиболее крупных чертах устройства этих органов.

Первую особенность в устройстве гемисфер составляет расположение серого вещества на наружной поверхности органа в виде тонкого непрерывного слоя, облегающего всю массу белого вещества наподобие свода. Слой этот представляет систему гемисферных центров, а подлежащее белое вещество систему родящихся из них волокон, которыми связаны разные отделы гемисферных центров друг с другом и с подлежащими частями спинномозговой оси, т. е. с центрами среднего и заднего мозга, равно как с центральными образованиями спинного. Другую особенность составляет парность органа и симметричное устройство обеих половин при топографической раздельности облегающего ту и другую половину коркового слоя. Волокнистые спайки между обеими половинами гемисфер, в свою оче-

редь, представляют ту особенность, что главная масса их (мозолистое тело) связывает друг с другом симметричные точки обеих гемисфер. Третью особенность составляет увеличение поверхности коркового слоя при посредстве так называемых борозд и извилин мозга, выраженное вообще тем резче, чем выше стоит животное по степени развития гемисфер.

В связи с таким способом увеличения массы центрального вещества стоит приблизительно одинаковая толщина и приблизительно одинаковое устройство коркового слоя по всей поверхности полушарий. В последнем отношении серое вещество гемисфер напоминает несколько глазную сетчатку, представляя такую же мозаичность, слоистость и радикальное расположение элементов по толще, как последняя. В таком устройстве, несомненно, сказывается значение коркового слоя, как системы концевых нервных снарядов, соответственно раздельности нервных волокон белого вещества гемисфер; и в нем же лежит некоторый намек на возможность функциональной раздельности разных участков мозговой коры. Но как далеко идет такая раздельность в действительности, сказать на основании анатомических данных невозможно. Осмыслить в этом направлении некоторые местные различия в устройстве серого слоя (со стороны величины, формы и расположения клетчатых элементов) до сих пор не удается, тем более, что формы связей между его клетчатыми элементами очень мало известны. Какое значение имеют, например, сети волоконцев, пронизывающие толщу мозговой коры, связаны ли клетки ее в группы и существуют ли связи между последними — все это вопросы отдаленного будущего. В настоящее время знают только вообще, что из коркового слоя рождаются три системы интрацентральных связей (если рассматривать всю мозговую кору

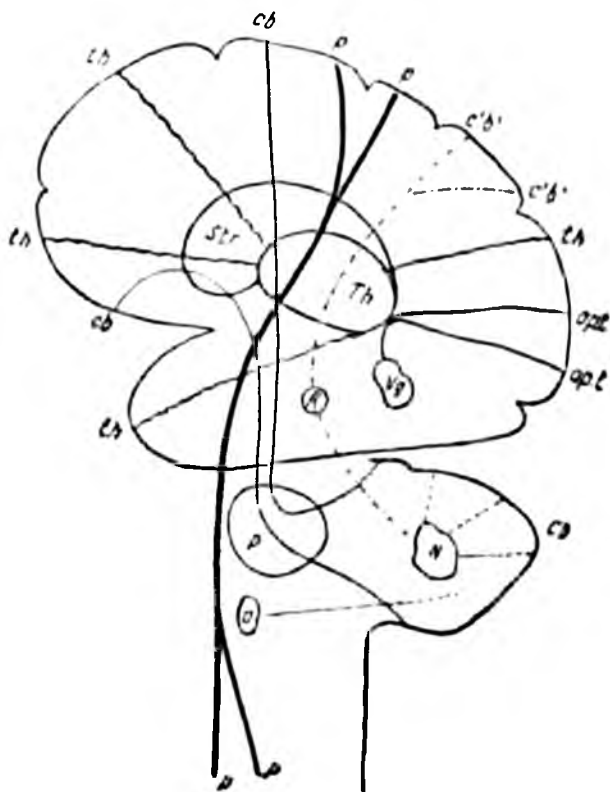


Рис. 6. Общая схема радиальных связей между мозговой корой и нижележащими центрами у человека  
*O* — оливчатое тело; *P* — варолиев мост; *N* — центральное ядро мозжечка; *Cv* — мозжечок; *Vg* — четырехолмие; *Th* — зрительные чертоги; *Str* — полосатое тело; *K* — красный узел; *sv* — пути от коркового слоя мозжечка к корковому слою больших полушарий; *c'v'* — пути от центрального ядра мозжечка к корковому слою полушарий; *th* — связи между последними и зрительными чертогами; *opt* — область зрительного центра; *pp* — пирамидальные пути (по Флексигу)

как целое): так называемые *fibrae arcuatae*, или *ассоциационные волокна Мейнерта*, идущие параллельно поверхности гемисфер и связывающие ближайшие участки их на своей половине органа; *система поперечных спаек* между обеими гемисферами; и *система продольных волокон*, которыми связываются отдаленные участки каждого полушария в отдельности.

Таковыми же трудностями обставлен вопрос о *системе радиальных волокон*, родящейся из коркового слоя и связывающей гемисферные центры с нижележащими отделами спинномозговой оси. Волокна эти идут по радиусам полушарий и потому носят название радиальных (*Stabkranzfasern*). Отсутствие точных сведений о ходе этих волокон в мозгу различных животных прискорбно тем более, что большинство физиологических опытов над полушариями касается именно путей, которыми связаны гемисферные центры с различными отделами спинномозговой оси — путей, которыми распространяются чувственные возбуждения от периферии к полушариям и двигательные отсюда — к рабочим органам.

Немногое, что известно в этом направлении, касается мозга человека и приведено на прилагаемой при сем схеме.

Из нее непосредственно видно, что наибольшую массу волокон радиальной системы составляют межцентральные связи коркового слоя с узлами голозного мозга. Исключение составляют только пирамидальные пути Флексига, стоящие вне связи с мозговыми узлами и соединяющие *центральные извилины* головного мозга (около роландовой борозды) с элементами спинного.

## УДАЛЕНИЕ ПОЛУШАРИЙ КРУПНЫМИ ЧАСТЯМИ ИЛИ ДОЛЯМИ

(Опыт Гольтца)

### Метод наблюдения

34. Явления, непосредственно следующие за операцией удаления полушарий большими частями или долями, имеют, обыкновенно, очень тяжелый характер, выражаясь потерей сознания и общими параличами движения и чувствования. Такое состояние общего угнетения нервных деятельностей длится, однако, не долго — уже в течение первых дней животное оправляется от общего потрясения нервной системы, и тогда выступают на первый план вместо общих симптомов частные расстройства в той или другой области тела, в виде функциональных недочетов. Если бы явления оставались в течение этого второго периода некоторое время неизменными, то их можно было бы привести в связь с фактом выпадения той именно части полушарий, которая была удалена операцией; но этого не бывает. Второй период характеризуется именно тем, что в продолжение его функции очень постепенно восстанавливаются, и это длится, обыкновенно, недели, иногда же месяцы. Как бы долго он, однако, ни продолжался, в конце концов, улучшение в состоянии животного останавливается на известном *minimum* утраченных функций, и животное вступает тогда в третий стационарный период, длящийся иногда месяцы без изменений. Нет сомнения, что наблюдения производить всего естественнее и удобнее именно в этот последний период; но только нужно помнить, что наблюдаемые теперь функциональные недочеты могут не вполне соответствовать факту удаления из тела известного ценг-



рального органа в виде вырезанной части гемисферы. Многочисленные наблюдения на животных с оперированным головным мозгом показали именно, что улучшение в состоянии последних может зависеть не только от ослабления болезненных припадков и осложнений, вызванных кровавой операцией (каковы: воспаление, изменения в условиях кровообращения и натяжения частей и пр.), но также от свойств частей мозга принимать на себя функции утраченных долей, — от так называемого функционального заместительства частей. Ввиду этого обстоятельства наблюдаемый в период стационарных изменений *minimum* функциональных утрат представляет всегда несколько менее того, что должно было бы дать удаление данной части полушарий; и насколько меньше (т. е. насколько утрата компенсирована заместительством) знать мы, к сожалению, не можем. Но, с другой стороны, легко понять, что этим, хотя бы условным, *minimum*'ам доверять все-таки можно больше, чем изменчивым симптомам в период восстановления функций. В этом смысле опытам Гольца, систематически державшегося правила наблюдать лишь стационарные *minimum*'ы изменений, должно быть отдано предпочтение перед опытами всех прочих исследователей, работавших над крупными частями полушарий, тем более, что он вел опыты систематически и в другом отношении, делая их исключительно на одном и том же животном — собаке.

Опыты его имели ближайшею целью решение следующих вопросов: существует ли, в противность мысли Флурана, функциональная разница между разными долями полушарий; как влияет на функциональные утраты масса удаленного вещества и происходит ли функциональное заместительство между частями одного и того же полушария или между частями обеих гемисфер. С этими целями он

сравнивал между собою попарно эффекты удаления лобных, теменных и затылочных (также лобных вместе с частью теменных) долей на одной стороне; эффекты одновременного удаления то передних, то задних долей мозга симметрично с обеих сторон; и, наконец, эффекты удаления одного из полушарий. Главные результаты, к которым пришел Гольц, заключаются в следующем.

*Пока одно из полушарий остается целым, поражение другого, как бы значительно оно ни было, дает в период стационарных изменений лишь мало заметное ослабление умственных способностей, чувствования и движений. Другими словами, у собаки оставшаяся в целости гемисфера способна в значительной степени замещать собою потерянную половину во всех трех направлениях.*

*Ясные функциональные различия существуют лишь между передними (т. е. лобными и отчасти теменными) и задними долями мозга. Будучи заметными уже на животных с односторонними поражениями тех и других долей, они выступают особенно резко при удалении симметричных долей с обеих сторон разом. Другими словами, в замещительстве главную роль играют симметричные (крупные) отделы обоих полушарий.*

*При прочих равных условиях степень функциональных затрат стоит в прямой связи с величиною поражения. Так, эффекты удаления одних лобных долей и лобных с частью теменных, отличаясь друг от друга лишь по силе (не по качеству<sup>1</sup>), выражены в последнем случае резче, чем в первом.*

*Из всех сложных движений локомоция сохраняется при разрушении гемисфер наиболее упорно, хотя и она, видимо, страдает.*

<sup>1</sup> В этом отношении Готциг расходится с Гольцем, утверждая, что удаление лобных долей специально влияет на ослабление умственных способностей.

В виде примеров я опишу по Гольтцу эффекты удаления передних и задних долей с одной стороны и с обеих разом — последствия удаления одной гемисферы и случай еще большего поранения.

### Удаление лобных и отчасти теменных долей с одной стороны

35. В опытах удаления передних долей с одной стороны Гольтц заводит заднюю границу разрушения за *sulc. cruciatus*, чтобы удалить *gug. Sigmoid*, с лежащими в нем центрами конечностей (см. ниже опыты над корковым слоем). При этом условии, когда операция сделана, например, с левой стороны, то у животного в течение первого дня замечается во всей правой половине тела паралич движения и значительное притупление кожной чувствительности. Через несколько дней животное уже ходит, но с наклонностью поворачиваться в сторону поранения. При ходьбе оно относится тупо к предметам, лежащим в правой половине поля зрения, поэтому натывается на них правой стороною головы и туловища. Становясь на задние ноги, чтобы достать со стола пищу, собака опирается о край стола только левой лапой; при глодании кости не умеет держать ее правой; будучи поставлена на край стола, легко ступает правыми ногами за край и падает; наконец, выученная давать правую лапу до операции, она временно утрачивает эту способность.

Через несколько месяцев все эти симптомы исчезают почти бесследно. *Остается только несколько меньшая ловкость в управлении переднюю правую лапою при глодании кости*, да следы зрительной тупости к предметам в правой половине поля зрения.

Важно заметить, что такое полное восстановление движений соответствует случаям, когда удалена вся так называемая двигательная область коркового слоя (центры туловища, шеи и конечностей),

часть полосатого тела и перерезана так называемая *capsula interna* — часть пути для произвольно-двигательных импульсов от коркозого слоя гемисфер у человека (Шарко и Флексиг).

Рядом с восстановлением движений восстанавливается и чувствительность кожи: в период стационарных изменений оперированная слева собака чувствует всей правой половиной тела даже такие легкие влияния, как дуновение на кожу. Ниже (§ 37) мы кроме того, увидим, что в некоторых случаях удаление передних долей влечет за собою даже гиперэстезию кожи на стороне поранения.

### Удаление затылочных долей с одной стороны

36. Животные с односторонне удаленными затылочными долями представляют, по вступлении в период стационарных изменений, в сущности одно лишь отклонение от нормы: особенного рода ослабление зрения в половинах обеих сетчаток, одновременных со стороною поранения (например, в лезых половинах, когда операция сделана слева). Соответственно этому животное относится тупо на оба глаза к предметам в половинах поля зрения, лежащих накрест от места поранения (т. е. правых половинах поля зрения каждого глаза, если операция сделана слева). Узнают это, заклеивая собаке веки того или другого глаза. Если она оперирована, например, слева и заклеен левый глаз, то, поднося к ней перед глазами кусок мяса справа, мы сейчас же видим, что собака не замечает его до тех пор, пока кусок не перешел в левую половину поля зрения правого глаза и не дал образа на нетронутой половине сетчатки — до этого пункта собака не обращает на мясо внимания, а затем бросается на подносимую добычу. Ниже, когда будет речь об удалении затылочных долей с обеих сторон, будут при-

ведены факты, заставляющие Гольтца думать, что описанное ослабление зрения не есть собственно слепота (паралич зрения), а потеря способности узнавать и оценивать значение предметов. В этом отношении он расходится с Мунком, который нашел факт раньше Гольтца (экстирпируя корковый слой в затылочной области), и утверждает, что при полном удалении затылочной лопасти слепота полная.

Сличая теперь между собою стационарные изменения по удалении передних и задних долей, мы видим, что в первом случае главные изменения лежат в области движения (точнее. в области упреждения движениями, потому что двигательных параличей нет и следа) на стороне противоположной месту поранения, а во втором случае исключительно (?) в сфере зрения; что в первом случае в восстановлении двигательных функций замешано, может быть, заместительство, так как восстановление требует долгого времени. а во втором случае в зрительной области его, повидимому, нет.

### Удаление передних долей с обеих сторон

37. Описание эффектов симметричного удаления передних долей с обеих сторон в период стационарных изменений Гольтц начинает следующими словами: «если собака с односторонне удаленными передними долями несколько не стлчается при поверхностном наблюдении от нормального животного, то по удалении тех же долей с обеих сторон она является с первого же взгляда патологически измененным существом». Она может стоять, ходить, даже бегать и прыгать (последние две способности, однако, утрачиваются при очень обширных поранениях), но все эти движения отличаются неуклюжестью, неловкостью. При ходьбе она несколько волочит задние ноги, часто спотыкается и, пущенная

ходить по краю стола, легко ступает всеми ногами за край. Но еще резче изменения в следующих сложных движениях: собака без передних долей не умеет держать кость лапами при глотании и теряет безвозвратно способность давать лапу, если умела делать это до операции. Характерно также то обстоятельство, что в период восстановления функций такие животные с трудом выучиваются есть твердую пищу и если приобретают эту способность, то едят неловко и неопытно. При этом двигательных параличей в теле никогда не замечается — все описанные изменения имеют скорее характер расстройства координации движений.

Чувствительность кожи сохраняется повсюду; нередко она даже является повышенной против нормы. Так, в одном случае Гольц наблюдал по удалении передних долей слева, что собака, бывшая к нему очень привязанной, охотно давала гладить себе правую половину тела и начинала тотчас же ворчать и огрызаться, когда он гладил левую. Когда же этой собаке были впоследствии удалены передние доли и с правой стороны, то гиперэстезия кожи появилась и справа. В связи с гиперэстезией кожи является усиление кожных рефлексов. Так, щекотание спины около хвоста вызывает периодическое высовывание языка; щекотанье шеи со спины — встряхивание всего тела, как будто животное было облито водой; глаженье щеки сзади наперед — прижимание головы к руке, вследствие чего собаку можно довести до того, что она ложится этою щекою на пол.

Зрительная функция кажется несколько ослабленной. При уменьши узнавать издали знакомых людей и ориентироваться между крупными предметами во время ходьбы оперированные собаки не обращают внимания на мелкие предметы, встречающиеся на пути; узнают угрожающие движения и плет-

ку, но не обнаруживают страха. На зов идут, следовательно слышат. Мясо узнают носом, следовательно обоняют.

Умственные способности тоже понижены, и это выражается (помимо тупого выражения глаз) преимущественно отсутствием сообразительности, уменьшением найти в самых, повидимому, нехитрых условиях. Если нормальной собаке повесить на нитке перед носом, на уровне головы, длинный кусок мяса, то она поворачивает шею с головой на 90° и схватывает мясо. Оперированные же спереди собаки, по наблюдениям Гольтца, не в силах додуматься до такого поворота головы и тщетно стараются схватить зубами постоянно ускользающий от них кусок прямо. При очень значительных поражениях они не могут даже поднять кости с пола.

Из инстинктов остаются: голод и чувство насыщения, сторожливость, манера обнюхивания и иногда даже половая похоть. Кроме того, сохраняется привязанность к знакомым людям и даже уменьшение узнавать привычное время кормления и прогулок.

Из этого перечня явлений читатель уже ясно видит, что удаление лобных и части теменных долей с обеих сторон производит, главным образом, изменения в двигательной сфере, но влияет также и на чувствование, и на психику.

Рядом с только что описанными симптомами, Гольтц очень часто наблюдал (из 24 случаев 22 раза) резкое изменение в характере животных. Смирные, добронравные собаки становились по удалении передних долей крайне раздражительными и злыми не только в отношении собак, с которыми жили до операции в дружбе, но в редких случаях даже в отношении людей, которых прежде любили. Это состояние всегда идет об руку с описанными выше явлениями гиперэстезии кожи, но не зависит от последней, потому что собака, сделавшаяся злоб-

ной, не выносит даже вида другой собаки и бросается на нее издали, без всякого повода, даже в случае, если ей уже не раз приходилось горько платиться за свою дерзость. При этом важно заметить, что изменение характера может продолжаться месяцы, следовательно, должно обуславливаться, скорее, удалением известных центральных органов, чем существованием какого-либо постоянного источника раздражения в оперированном месте мозга. Ввиду того, что такие животные, при повышенной общей раздражительности, не умеют, по наблюдениям Гольтца, умерять надлежащим образом движений, он склонен думать, что животные теряют способность тормозить произвольно движения в сфере костного скелета. Ему, однакоже, не удалось определить в точности, с удалением каких именно извилин мозга связаны эти изменения.

К числу характерных последствий операции он причисляет, наконец, склонность к худению, кожным сыпям и эпилептическим припадкам.

### **Удаление затылочных долей с обеих сторон**

38. Удаление задних долей мозга хотя и расстраивает движения, но в значительно меньшей степени, чем удаление передних. Животные сохраняют способность при глотании костей удерживать их лапами, ходят по краю стола более ловко, чем собаки, оперированные спереди, и даже не вполне теряют способность давать лапу (не на словесное требование, а если до лапы дотронуться рукой). Самой тонкой пробой на расстройство координированных движений Гольтц считает пускание животного по горизонтальному помосту, поперечные перекладины которого отделены пустыми промежутками, настолько большими, что в них может провалиться собачья нога. Нормальная, а также



слепая, но с нетронутым мозгом собака переходит помост благополучно всеми четырьмя ногами; удаление задних долей с одной стороны уже дает себя чувствовать, но еще слабо, тогда как удаление передних или задних долей с обеих сторон, а также удаление передних с одной стороны делают переход невозможным — в первом случае собаки проваливаются в щели всеми четырьмя ногами, а в последнем случае обыкновенно двумя, которые лежат накрест от места поранения.

Самые главные изменения по удалении затылочных долей заключаются в расстройстве осмысленного чувствования, особенно же зрения. При поверхностном исследовании такие собаки кажутся совсем слепыми: не узнают издали знакомых людей (узнавая их вблизи обонянием) и остаются совершенно равнодушными к угрожающим жестам, к виду плетки и даже таким влияниям, как внезапное приближение зажженной свечки к глазам. Но рядом с этим при ходьбе они различают препятствия, и не только действительные, но даже воображаемые. Так, они обходят разостланные по полу ленты белой бумаги или повешенные на веревках куски белого полотна и не решаются пройти между пустыми белыми чашками. Кроме того, Гольц приводит следующее наблюдение на собаке с особенно удачной операцией, несмотря на громадность поранения. В клетке, где содержалась эта собака, верхняя часть стены над дверью была затянута сеткой. В привычный час открывания клетки собака становилась, в ожидании прогулки, на задние ноги и смотрела через сетку. Начинали без шума отворять дверь: свет падал в клетку снизу, и собака тотчас же переменяла положение навстречу свету. Для большей верности в нижней части двери сделали тогда отверстие, завешенное темной ширмой, которую можно было удалять без всякого шума, но и

теперь падающий снизу свет заставлял животное переменять положение. На основании этих данных Гольтц думает, в противоположность Мунку, что собака без затылочных долей видит, но видит неосмысленно.

Подобные же изменения представляет и слух. На зов собака реагирует и даже отвечает иногда маханием хвоста, но не обнаруживает страха на угрозы голосом или на злобное ворчание других собак. Умевшая до операции «давать лапу», она теряет способность давать ее после операции на словесное приказание, но дает, если до лапы дотронуться. Очень замечательно следующее наблюдение Гольтца. Одна из его собак умела стоять на согнутых задних ногах и сохраняла это искусство после операции; будучи приведена в такое положение, она оставалась теперь в нем чрезвычайно долго, впадая в род гипноза. В этом состоянии звук разбиваемого около ее уха пистона оставлял собаку совершенно неподвижной, тогда как тот же звук при других условиях, когда она свободно бродила по комнате, заставлял ее вздрагивать.

Обоняние после операции притуплено, но, по видимому, не извращено. На близком расстоянии собаки чувствуют мясо, узнают знакомых людей; на табачный дым и хлороформ реагируют тупее нормальных.

Кожная чувствительность (проба тонкими струями воздуха на кожу) тоже притуплена. Усиления рефлексов и общей возбужденности не замечается.

Всего же замечательнее нередко наступающее изменение характера, прямо противоположное тому, которое замечается по удалении передних долей. Злые раздражительные собаки, не переносящие приближения другой собаки или даже человека, становятся по удалении затылочных долей (но не всегда) смирными, добронравными, доверчивыми и

ласковыми животными. «Можно было бы думать,— говорит Гольцц, — что изменение это есть лишь результат безучастного отношения животного к окружающему, вследствие оупения после операции; но дело стоит иначе... животное, как будто, теряет органы недоверчивости и злобы», приобретая на их место доверчивость и ласковость. Такие животные выносят без злобы не только кусанье других собак, но даже позволяют отнимать у себя пищу.

Сравнивая результаты этих опытов с тем, что дает удаление передних долей, Гольцц, естественно, приходит к заключению, что *не все части полушарий равнозначны в функциональном отношении*. От целостности передних долей зависит преимущественно, но не исключительно, координация сложных произвольных движений, а от целостности задних — преимущественно, но не исключительно осмысленность чувствования (особенно зрения). Сравнивая далее результаты удаления передних и задних долей с одной и с обеих сторон, он приходит к выводу, что незначительность функциональных изменений в первых случаях объясняется *функциональным замещением удаленных частей симметричными крупными отделами нетронутой гемисферы*.

### Удаление одной из гемосфер

39. Последнее еще более резко доказано позднейшим опытом Гольцца на собаке, в котором была удалена вся левая гемисфера. (На собаке это пока единственный опыт в экспериментальной физиологии). Операция была произведена в 3 приема, и животное наблюдалось 15 месяцев после последней операции, оставаясь до конца здоровым. Вскрытие показало: полное уничтожение коркового слоя слева, за исключением размягченного маленького куска на нижней поверхности затылочной доли и размягченного же аммонова рога; почти полное удале-

ние левого полосатого тела и несколько больший остаток зрительного чертога. К сожалению, у этой собаки перед операциями был вылушен левый глаз.

По словам Гольтца, собака эта на первый взгляд делает впечатление совершенно здорового животного, за единственным исключением — она плохо фиксирует правым глазом лицо зовущего человека. На зов, однако, идет, радостно махая хвостом; следует за хозяином во всевозможных направлениях: ходит, бежит и прыгает, как нормальная. При более тщательном исследовании, однако, оказывается, что она владеет мышцами правой половины тела менее совершенно, чем мышцами левой. При глотании кости она держит ее обеими лапами, но правой управляет менее ловко, чем левой; то же самое, когда, встав на задние ноги, она опирается обеими передними на какой-либо предмет. При переходе через помост с щелями проваливается ногами правой стороны. Когда ходит свободно по комнате, то поворачивается чаще налево (в сторону поранения), чем направо. В случаях, когда приходится действовать одной из передних ног как рукою (например, доставать кусок мяса), предпочитает употреблять левую; но если эту ногу удерживать, то действует и правую.

Пробы тонкою струею воздуха на обе половины тела показывают ясное притупление кожной чувствительности справа; но на более грубые влияния и эта половина тела оказывается чувствительною. Чувствительность кожи к холоду тоже понижена справа (животное не замечает, попадая ногами правой стороны в холодную воду).

Несколько более поражено зрение правого глаза. Хотя животное узнает знакомых людей издали, умеет узнавать мясо правою половиною глаза (или, что то же, когда мясо лежит в левой половине поля зрения правого глаза) и не натывается на пред-

меты при ходьбе, но остается равнодушным к угрожаящим движениям перед самым глазом. Слух тоже несколько пострадал: отвечая на ласковый призыв голосом, животное не обнаруживает страха и не убегает от грозного крика. Обоняние и вкус остались на этом животном неисследованными.

Те, которые знали собаку до операции, согласно утверждают, что, потеряв гемисферу, она отупела, утратив прежнюю живость и веселость. Перестала играть с другими собаками и стала даже относиться к ним враждебно.

Всего важнее в этом замечательном случае следующие два факта: сравнительная ничтожность функциональных изменений, несмотря на громадность поранения, и полное отсутствие параличей движения и кожного чувствования на стороне, противоположной месту поранения.

Первый из них объясним только заместительством потерянной гемисферы другою, целою; а второй факт во всяком случае показывает, что у собаки все мышцы тела и все точки чувствующей поверхности кожи связаны нервными путями с каждою из гемисфер, но таким образом, что пути перекрестные из каждой половины мозга представляются главными, более удобными для передачи возбуждений, чем пути прямые.

49. В заключение привожу из опытов Гольца случай, в котором, сверх оперативного удаления передних долей с обеих сторон, кровоизлияние и последующее размягчение разрушили большую часть коркового слоя справа в затылочной и височной области, но не тронули соответственных долей слева. Собака эта представляла, по его словам, наиболее сильные из виденных им расстройств. Оправившись после операции, она не умела до смерти не только есть твердую пищу, но даже пить; из движений при еде у нее остался только акт облизывания морды.

Тем не менее она, повидимому, узнавала привычное время кормления, потому что обнаруживала в эти часы признаки нетерпения. Давала она себя кормить охотно, потому что не сопротивлялась открыванию челюстей и, вероятно, не утратила чувства насыщения, потому что, получив, примерно, порцию мяса в 500 г, она начинала сопротивляться дальнейшему введению пищи и даже выплевывала куски мяса. Двигательных параличей у нее не было, но она не умела ни бегать, ни прыгать, и походка у нее была крайне неверная, как у очень старой замороженной собаки. Тем не менее она умела становиться на задние ноги, опираясь на предметы передними. В первые недели после операции, ходя внутри клетки, собака натыкалась головой на прутья железной решетки, но затем выучилась избегать эти препятствия, поворачиваясь в углах как следует. Помимо этого единственного признака (может быть, неверного), все остальное говорило в пользу того, что зрение совсем потеряно: животное не умело фиксировать глазами предметов, при ходьбе часто натыкалось на них, не обращало внимания ни на плетку, ни на внезапное освещение глаза сильным светом и пр. А между тем, по словам Гольтца, в левой гемисфере вся затылочная область была цела. Звук, даже такие сильные, как пистолетный выстрел, на нее не действовали. Мясо она ела без разбора, даже собачье<sup>1</sup>.

Опыт этот приводится Гольтцем главным образом с полемической целью — чтобы показать против Мунка, что при громадном разрушении гемисферных центров целостность зрительной области с одной стороны (т. е. затылочной лопасти слева) может сопровождаться признаками полной слепоты. Но мы не по-

<sup>1</sup> Нужно, однако, заметить, что эта проба еще не указывает на отсутствие вкуса, потому что не было испробовано до операции, брезгала ли собака собачьим мясом.

следуем в этом направлении за Гольтцем — для нас опыт важен лишь в следующем отношении.

У собаки, представляющей, по его собственным словам, самые сильные из виденных им функциональных расстройств, сложное движение ходьбы все-таки остается.

Если же принять кроме того, во внимание, что по приведенным выше опытам удаление затылочных долей с одной стороны (как в данном случае!) рассматривает движения вообще очень слабо, то из описанного опыта можно заключить с большою вероятностью, что у собаки, как у кролика, морской свинки, птиц и лягушки нервный снаряд локомоторных движений заканчивается в средних частях головного мозга. Другими словами, можно думать, что у этого животного из гемисфер идут на локомоцию лишь психомоторные влияния и что в ходьбе нашей собаки мы имеем дело с изуродованными влияниями этого рода.

### **ОПЫТЫ НАД КОРКОВЫМ СЛОЕМ ПОЛУШАРИЯ**

41. Опыты над серою корою полушарий начались не ранее, как с 1870 г., со времени знаменитого открытия Фрича и Гитцига в Германии, показавшего, что у всех позвоночных, начиная с лягушки, на поверхности полушарий есть определенные места, электрическое раздражение которых вызывает сокращение в определенных мышцах костного скелета. В этом открытии лежал столь явный намек на функциональную раздельность различных точек мозговой коры, что в последовавшем затем многочисленном ряде исследований на первое место стали ставить решение вопроса, не приурочены ли к различным местам мозговой поверхности, и именно к определенным извилинам мозга, определенные функции движения, чувствования, влияний на железы, разви-

тия тепла и пр. К опытам электрического раздражения вскоре присоединились опыты экстирпации серого вещества, и, в конце концов, последний прием стал господствующим, потому что, давая возможность наблюдать выпадение функций (вследствие удаления предполагаемых специальных центров), он служил в то же время проверочным средством для данных электрического раздражения (как эффектов возбуждения предполагаемых специальных центров). Опыты эти в скором времени приобрели важное значение для мозговой патологии человека; поэтому с целью приблизить опытные данные на животных к патологическим наблюдениям на человеке, в круг исследуемых животных включили обезьяну. Таким образом, за последние 20 лет возникло учение о функциях гемисферных центров, главными представителями которого следует назвать: Гитцига и Мунка в Германии, Феррье в Англии и Лючимачи в Италии. Здесь не место вдаваться в подробное описание опытов различных исследователей этой школы, тем более, что относительно подробностей существуют еще многочисленные разногласия между ними. Целесообразнее будет ограничиться такими данными, относительно которых достигнуто уже согласие между защитниками «локализации функций в мозговой коре» и противниками этого учения, в его резкой форме, к числу которых принадлежит на первом месте Гольц. В этом смысле в новом учении, за 20 лет его существования можно отметить два главных пункта: 1) установление двигательных функций за поверхностью передних мозговых долей и 2) установление функций зрения и слуха за поверхностью затылочных и височных долей. Нужно, впрочем, заметить что все эти пункты получили твердое значение лишь благодаря опытам Гольца над крупными долями мозга; оттого я и привел их раньше опытов над гемисферными центрами.



## Опыты над корковым слоем передних долей мозга

42. Места на поверхности мозга собаки<sup>1</sup>, дающие при электрическом раздражении сокращения в тех или других мышцах костного скелета, а после экстирпации — расстройств движения в тех же мышцах, определены Гитцигом и приведены на прилагаемом при сем рисунке. Между ними особенно важно заметить места для мышц конечностей, так как на этих частях тела наблюдать выпадение функции движения и кожного чувствования всего удобнее. Места для передних ног лежат в окружности крестовидной борозды (Sulc. cruciatus), а точки для задних конечностей — кзади от нее. Раздражение производится по вскрытию *durae matris*, приложением проволочных электродов в поверхности мозга. Действуют или одиночными замыканиями батарейных токов, или рядом индукционных ударов, но всегда токами слабыми, которые только что начинают действовать. В обоих случаях получают, обыкновенно

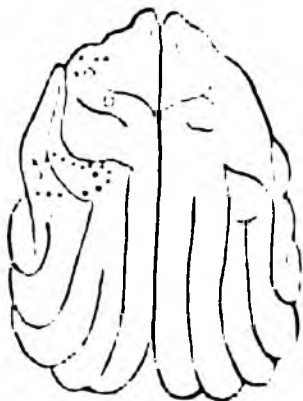


Рис. 7. Электровозбудимые сферы на поверхности собачьего мозга (сверху) по Гитцигу.

Треугольниками обозначены мышцы скелета; крестиками — мышцы передних конечностей, кружками — мышцы, иннервируемые личным нервом; точками — прямые мышцы глаза; *a* — *sulcus cruciatus*

<sup>1</sup> Мы будем приводить опыты лишь над собакой и обезьяной, как животными, более близкими к человеку.

венно, летучие координированные движения, прекращающиеся, несмотря на продолжение тетанизации, и появляющиеся иногда вновь, вслед за прекращением тетанизации. Другими словами, эффект раздражения получается сходный с тем, который наблюдается при раздражении кожных нервов на лягушке, т. е. когда возбуждение передается мышце через посредство центров.

При усилении раздражения возбуждение распространяется на большее и большее число мышц (вследствие ветвления тока), и движения получают тетанический характер. Вслед за электрической пробой тот же участок мозговой коры экстирпируется, и животное начинают наблюдать тотчас же, потому что эффекты операции здесь несравненно слабее, чем в опытах удаления крупных частей Гольца. В течение 1-го же часа они сказываются, обыкновенно, паретическими явлениями тех самых членов, мышцы которых возбуждались при раздражении, а также притуплением кожной чувствительности (резче тактильной, чем болевой) и признаками потери мышечного чувства. С течением времени все эти симптомы постепенно ослабевают до полного почти исчезновения — остается позже всего некоторая неловкость в управлении движениями члена — и тем скорее, чем меньше величина поранения. Другими словами, *экстирпация частей мозговой поверхности с одной стороны дает (в отношении конечностей!) в несколько уменьшенном размере тот же в сущности комплекс симптомов, как и удаление передних долей с одной стороны в опытах Гольца.* То, что замечается в опытах над корою в период восстановления функций, во втором случае падает на период стационарных изменений. При этом нужно заметить, что вообще в деле выпадения функций экстирпация дает больше, чем электрическое раздражение в деле возбуждения. Если, например, при

электрической пробе данный участок влияет на мышцы передней ноги, то экстирпация его влияет не только на эту ногу, но и на заднюю конечность той же стороны.

В виде примера приведу один опыт над собакой из протоколов Люциани.

Вскрытыи участок мозговой поверхности слева дает при электрической пробе движения только в передней правой ноге. Через час после экстирпации этого самого участка собака на ходу ставит переднюю правую ногу на пол не подошвой, а спиной. При стоянии держит ее вытянутой кнутри и кзади. На следующий день во время спокойного стояния животного берут поочередно обе ноги правой и левой стороны, поднимают их и стараются опрокинуть собаку на бок — опрокидывание на правую сторону удаётся значительно легче, чем на левую. Затем собаку ставят на стол таким образом, чтобы одна из ног висела за краем стола; такое положение правой передней ноги животное оставляет без внимания, правую заднюю выводит из этого положения, менее быстро чем левую заднюю; а последнюю, равно как левую переднюю, тотчас же ставит из-за края на стол.

На 4-е сутки после экстирпации. Ноги правой стороны можно привести насильственно в вытянутое положение, и животное выносит это, несмотря на неудобство такого положения; слева же сделать это невозможно — собака тотчас же приводит ноги из неестественного положения в нормальное<sup>1</sup>. Жизотному завязывают оба глаза — сорвать повязку с глаз собака усиливается исключительно левой передней ногой.

Через 13 дней после операции легкие парэргические признаки справа еще заметны.

Рядом с пробами на движения исследовалась чувствительность кожи: на боль булавочными уколами и индукционными токами (причем сравнительной мерой служило отстояние катушек), на осязание внезапным прикосновением, щекотанием рукою или кистью. Всего больше оказалась притупленную осязательная способность, и не только в правой передней ноге, но чуть не во всей правой половине тела. Изменения эти держались все время, пока замечалось расстройство движений.

<sup>1</sup> Равнодушное отношение животных к искусственно произведенному неестественному положению членов считается признаком потери мышечного чувства.

У обезьяны участки мозговой коры, дающие при электрическом раздражении движения в конечностях, лежат по обе стороны так называемой роландовой борозды (также sulc. centralis) в передней и задней центральной извилине. Экстирпация этих участков с одной стороны дает паретические явления движения и притупление кожной чувствительности на противоположной стороне тела. Картина явлений в сущности та же, что на собаке.

Ради примера привожу один из опытов Люччанп.

У обезьяны (*Macacus cynomolgus*) вскрыт в темной области слева участок центральных извилин по обе стороны роландовой борозды. Электрические пробы в разных точках участка дали: движение в правой задней ноге, движение в обеих задних ногах и движение в правой руке.

Через полчаса после экстирпации вскрытого участка обезьяна поднялась на ноги; правая рука ослаблена, пальцы правой ноги согнуты. Действовать руками правой стороны или взлезанию по цепи и при спускании вниз не может. Взять передней правой рукой кусок сахара не в состоянии, если держать левую руку. На прикосновение и легкие болевые влияния правые конечности не реагируют.

На следующий день явления те же. При ходьбе волочит конечности правой стороны, переднюю больше, чем заднюю; не обращает внимания, если привести их в какое-либо неудобное положение.

На 7-й день после операции обезьяна все еще не умеет схватывать передней правой рукой цепь и кусок сахара. Затем наступает некоторое улучшение, и на 14-й день животное уже употребляет в дело правую руку при спускании по цепи вниз, хотя все еще неловко. Кожная чувствительность справа восстановилась.

Затем животному сделана совершенно такая же экстирпация центральных извилин справа. Предварительные электрические пробы дали движения в руке и ноге левой стороны.

Вскоре после экстирпации животное встало на ноги и ходило, волоча преимущественно конечности левой стороны. Кусок хлеба схватывает слабо левой рукой и с трудом подносит ко рту.

Через 2 дня после операции немного волочит при ходьбе левую заднюю ногу. Кусок сахара берет и теперь левою рукою, но если ее удерживать, то схватывает хотя и с большим трудом правую.

Затем состояние животного стало ухудшаться, и через 3 дня последовала смерть, так что дальнейшие наблюдения потеряли значение.

Этот пример я привел с целью показать разницу эффектов удаления симметричных частей гемисфер с обеих сторон, когда удаляются маленькие участки мозговой коры или, как в опытах Гольца, большие доли мозга. В последнем случае, как мы видели выше (и как выражается об этом сам Гольц), удаление симметричной доли дает несравненно больше, чем простое суммирование двух разносторонних, но равнозначных поранений, и отсюда Гольц совершенно справедливо делает вывод, что в незначительности симптомов одностороннего удаления замешано функциональное замещение потерянных частей частями симметричными. Здесь же удаление симметричных участков коры дает никак не больше, чем простое суммирование эффектов двух разносторонних поранений; следовательно, о восстановлении функций при односторонних поранениях коры, путем замещения потерянного симметричными участками нетронутой гемисферы, и речи быть не может. Если бы такое замещение существовало, то в приведенном нами примере электрическое раздражение центральных извилин справа, при второй операции, должно было бы дать движение не только в ногах противоположной стороны, но и на стороне поранения, потому что вторая операция была сделана в период, когда животное, уже, видимо, оправилось от первой операции слева, когда, следовательно, центральные извилины правой стороны могли уже заместить собою левые. А между тем подобных фактов (как и в приведенном примере) никогда не наблюдалось.

### Значение описанных фактов

43. Переходя теперь к вопросу о значении описанных фактов, мы должны были бы в сущности решить следующие два вопроса: совпадают ли друг с другом те части гемисфер, на которые действует ток — при раздражении и нож — при экстирпации; и представляют ли они собою гемисферные концы двигательных или чувствующих путей от кожи и мышц костного скелета. К сожалению, ни на тот, ни на другой вопрос дать вполне удовлетворительный ответ невозможно — по мере развития знаний вопросы эти не только не выясняются, но пока все более и более запутываются.

Так, в сравнительно недавнее еще время многие довольствовались в отношении первого пункта фактом приблизительного совпадения положительных и отрицательных эффектов возбуждения и экстирпации<sup>1</sup>, хотя и не умели объяснить, почему удаление данного участка коры дает обыкновенно в виде отрицательных результатов больше, чем возбуждение того же участка в виде положительных. Но в настоящее время уже известны факты очень резкого несовпадения эффектов обеих операций — я разумею опыты Марика, подтвержденные в прошлом году Экснером и Панетом в Вене. Круговым разрезом, идущим вглубь мозга на 6—7 мм, изолируется у собаки с той или другой стороны гуг. *sigmoideus*<sup>2</sup> (т. е. двигательный участок конечностей противоположной стороны) от всех соседних извилин. Разрез этот, падая на ассоциационные связи гуг. *sig-*

---

<sup>1</sup> При этом упирали на то обстоятельство, что после экстирпации расстройства движения происходили, хотя и не исключительно, но преимущественно в тех мышцах, которые перед экстирпацией возбуждались электрическим током.

<sup>2</sup> Разрез делается из-под *pia mater* для избежания кровотечения, делающего опыт вечистым.

moid., оставляет радиальные (проекционные) волокна извилины нетронутыми, и в этом убеждаются тотчас же после операции электрическими пробами: раздражение дает и теперь обычные движения в конечностях противоположной стороны. А между тем *расстройства движения и чувствования вслед за операцией изолирования получаются те же, что и после экстирпации gyri sigmoidei*. Вначале — сильное притупление чувствительности; ослабленное сопротивление на пассивные движения; ставление ног на пол спинкой, а не подошвой; ступанье за край стола; склонность поворачиваться в сторону операции и пр. Через недели или месяцы — следы тех же самых расстройств в виде менее ловкого управления конечностями на стороне, противоположной месту поранения. При этом важно заметить, что последствия изолирования несколько, или почти несколько, не уступают в силе последствиям экстирпации.

Из этих опытов во всяком случае следует, что функции так называемых двигательных участков мозговой коры зависят не только от целостности их радиальных связей с глубокими частями мозга (от целостности соответственного участка проекционной системы Мейнерта), но также, и в такой же мере, от целостности ассоциационных связей с прочими отделами соответствующей гемисферы.

Столь же труден для решения и другой вопрос (особенно после только что приведенных опытов), что, собственно, возбуждается и парализуется в опытах раздражения и экстирпации мозговой коры. — начала ли двигательных путей и концы чувствующих или только последние, серое вещество или подлежащий волокнистый слой? Положительных ответов нельзя получить ни из характера двигательных реакций при электрическом возбуждении, ни из хода расстройств движения и чувствования после экстир-

### Значение описанных фактов

43. Переходя теперь к вопросу о значении описанных фактов, мы должны были бы в сущности решить следующие два вопроса: совпадают ли друг с другом те части гемисфер, на которые действует ток — при раздражении и нож — при экстирпации; и представляют ли они собою гемисферные концы двигательных или чувствующих путей от кожи и мышц костного скелета. К сожалению, ни на тот, ни на другой вопрос дать вполне удовлетворительный ответ невозможно — по мере развития знаний вопросы эти не только не выясняются, но пока все более и более запутываются.

Так, в сравнительно недавнее еще время многие довольствовались в отношении первого пункта фактом приблизительного совпадения положительных и отрицательных эффектов возбуждения и экстирпации<sup>1</sup>, хотя и не умели объяснить, почему удаление данного участка коры дает обыкновенно в виде отрицательных результатов больше, чем возбуждение того же участка в виде положительных. Но в настоящее время уже известны факты очень резкого несовпадения эффектов обеих операций — я разумею опыты Марика, подтвержденные в прошлом году Экснером и Панетом в Вене. Круговым разрезом, идущим вглубь мозга на 6—7 мм, изолируется у собаки с той или другой стороны *gyr. sigmoideus*<sup>2</sup> (т. е. двигательный участок конечностей противоположной стороны) от всех соседних извилин. Разрез этот, падая на ассоциационные связи *gyr. sig-*

<sup>1</sup> При этом упирали на то обстоятельство, что после экстирпации расстройства движения происходили, хотя и не исключительно, но преимущественно в тех мышцах, которые перед экстирпацией возбуждались электрическим током.

<sup>2</sup> Разрез делается из-под *ria mater* для избежания кровотечения, делающего опыт нечистым.



moid., оставляет радиальные (проекционные) волокна извилины нетронутыми, и в этом убеждаются тотчас же после операции электрическими пробами: раздражение дает и теперь обычные движения в конечностях противоположной стороны. А между тем *расстройства движения и чувствования вслед за операцией изолирования получают те же, что и после экстирпации gyri sigmoidei*. Вначале — сильное притупление чувствительности; ослабленное сопротивление на пассивные движения; ставление ног на пол спинкой, а не подошвой; ступанье за край стола; склонность поворачиваться в сторону операции и пр. Через недели или месяцы — следы тех же самых расстройств в виде менее ловкого управления конечностями на стороне, противоположной месту поранения. При этом важно заметить, что последствия изолирования несколько, или почти несколько, не уступают в силе последствиям экстирпации.

Из этих опытов во всяком случае следует, что функции так называемых двигательных участков мозговой коры зависят не только от целостности их радиальных связей с глубокими частями мозга (от целостности соответственного участка проекционной системы Мейнерта), но также, и в такой же мере, от целостности ассоциационных связей с прочими отделами соответствующей гемисферы.

Столь же труден для решения и другой вопрос (особенно после только что приведенных опытов), что, собственно, возбуждается и парализуется в опытах раздражения и экстирпации мозговой коры, — начала ли двигательных путей и концы чувствующих или только последние, серое вещество или подлежащий волокнистый слой? Положительных ответов нельзя получить ни из характера двигательных реакций при электрическом возбуждении, ни из хода расстройств движения и чувствования после экстир-

пации. Реакция на раздражение поверхности мозга имеет, правда, сходство с возбуждением отраженного движения через посредство кожного нерва; но это может означать лишь то, что в обоих случаях возбуждается не сплошь волокнисто-нервный путь, как, например, в случае раздражения двигательного нерва, а путь, прерванный нервными центрами. Двигательный же путь из гемисфер не может быть без таких перерывов; их необходимо допустить даже для крайнего случая в этом отношении, именно даже для пирамидальных путей Флексига у человека, ибо и этот путь во всяком случае должен прерываться клетками в спинном мозгу, из которых рождаются волокна передних корешков. Что касается до хода расстройства движения и чувствования (кожного и мышечного), то в этом отношении известно следующее.

1) Нет случая разрушения какого-либо из (так называемых) двигательных участков мозговой коры, который не сопровождался бы расстройствами чувствования (Лючнани).

2) Оба ряда изменений идут по силе рядом: резко выраженные вначале и приписываемые тогда сильному раздражению, причиненному операцией, они постепенно ослабевают до полного почти уничтожения.

3) Не вполне совпадая, может быть, друг с другом по границам распространения (Лючнани), они бывают, однако, всего сильнее выражены в соответственных частях тела. Так, если двигательное расстройство замечается, например, в передней конечности правой стороны, то там же выражено всего резче и притупление мышечной и кожной чувствительности.

4) В период наиболее полного восстановления функций, расстройства движений в форме неловкого

владения членами, правда, с виду переживают апететические симптомы; но это еще не значит, что расстройство чувствования, в самом деле, исчезло — слабые изменения чувствительности определять гораздо труднее, чем такие же расстройства движения. Тем более, что, по словам Гольтца, последние, при разрушении передних долей гемисфер, нельзя объяснять параличами мышц. Чем же объяснить их тогда, как не расстройством чувствования, координирующего движения?

Не существует ли однако косвенных средств разъединить оба расстройства друг от друга, с тем чтобы приурочить движение и кожно-мышечное чувствование к центрам разных порядков, лежащих лишь смешанно друг с другом в одних и тех же местах мозговой коры? Из попыток этого рода мне известна только опытная попытка Лючиани. Приводя в пользу раздельности движения и кожно-мышечного чувствования мнение Трипье, что абсолютные параличи чувствования могут не сопровождаться расстройством движения, он упоминает о сделанных им самим опытах на собаке, которые дают совместное существование на одной и той же конечности кожной гиперэстезии и расстройства движения, т. е. состояние, прямо противоположно тому, которое приведено Трипье. Гиперэстезию в ноге он производил половиной перерезкой спинного мозга на соответствующей стороне, а расстройство движения — эстрипацией *gyri sigmoidei* с противоположной. Думаю, однако, что этот опыт не доказателен. Лючиани как будто ждал, что гиперэстезия от половиной перерезки спинного мозга должна компенсировать анестезию от удаления извилины. Но он не принял во внимание, что перерезка спинного мозга должна во всяком случае затруднить двигательную иннервацию соответствующей половины тела из головного мозга; следовательно, в опыте был повод, скорее, для уси-

ления, чем для ослабления двигательного расстройства.

Итак, строго говоря, механизм происхождения движений при электрическом раздражении мозговой коры и механизм расстройства их (равно как кожно-мышечного чувствования) при экстирпациях остаются еще невыясненными. Несомненно пока лишь следующее.

Насколько опыты над мозговою корою согласны по результатам с опытами Гольтца (над крупными долями), они доказывают вместе с последними, что координация так называемых произвольных движений падает если не исключительно, то преимущественно на передние (лобные и теменные) доли полушарий; причем за корковым слоем этих отделов должно быть признано значение центральных частей соответствующих нервных снарядов.

Что же касается до распределения двигательных участков по мозговой поверхности, то говорить об этом в настоящее время можно лишь условно, отбросив в сторону находку Марика, подтвержденную Экснером.

Если при этом придерживаться данных экстирпации (вследствие большего постоянства и определенности явлений, чем при электрическом раздражении) и считать главным расстройством то, которое остается дольше всех прочих, а из побочных — наименее важными те, которые проходят всего скорее, то графическая схема, предложенная Лючиани, окажется наиболее удобной, простой и соответствующей действительности.

В этой схеме границы области, дающей расстройства движения и кожно-мышечного чувства, обозначены точками и занимают все лобные и теменные доли. Крупные точки обозначают места наиболее сильных расстройств — те и другие лежат в окруж-

ности sulc. cruciati и отсюда, по мере удаления вперед, назад и вниз, убывают.

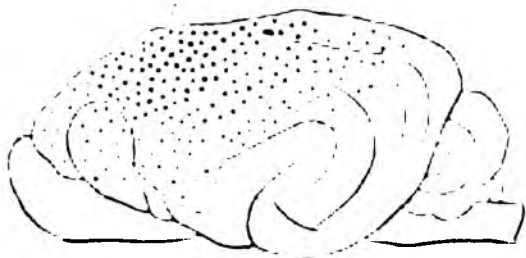


Рис 8. Область двигательных параличей на поверхности собачьего мозга (по Лючиани)  
a — sulcus cruciatus

Но и за опытами электрического раздражения остается важное значение. Не говоря уже о том, что они во всяком случае представляют наглядное доказательство неоднородности частей гемисфер и послужили руководством к физиологическому изучению мозговой коры, в опытах этих есть следующая замечательная особенность. Всем исследователям без исключения удавалось вызывать раздражением той или другой точки ограниченные движения в одной, много—в двух ногах, но ни одному не удавалось вызвать с поверхности гемисфер локомоции или даже локомоторной фазы. А между тем, по опытам Гольтца, экстирпация мозговых долей влияет не только на движения той или другой ноги в отдельности (например, при глотании кости), но и расстраивает деятельность этой ноги и во время локомоции. Первое до известной степени может быть объяснено тем, что мы с нашим электрическим раздражением не умеем воспроизводить тех психомоторных импульсов, которыми локомоция пускается в ход. Но как объяснить второе? Неужели у собаки при ходьбе

каждое движение ноги требует импульсов из гемисфер? Выше были приведены данные, заставляющие думать, что у этого животного, как у кролика, локомоция возможна и без полушарий.

### Опыты над корковым слоем затылочных долей

44. Все исследователи согласны в том, что у собаки и обезьяны расстройства зрения получают в наиболее резкой форме при экстирпации коры затылочных долей. Все согласны далее в том, что такие разрушения с одной стороны ведут к зрительным расстройствам в обоих глазах, производя как будто параличи или полупараличи в половинах обеих сетчаток, на стороне поранения. Так, экстирпация слева дает расстройство в левых половинах сетчаток или, что то же, в правых половинах поля зрения обоих глаз, указывая, таким образом, что гемисферные центры зрения для обеих половин глаз, правых и левых, лежат в разных половинах гемисфер. Разногласия между исследователями существуют лишь относительно формы расстройств, восстановимости функций и относительно границ центральной зрительной области, т. е. насколько она заходит за пределы затылочных долей. Наиболее определенные показания во всех этих отношениях принадлежат Мунку. Он принимает две формы расстройств: неосмысленное видение (*Seelenblindheit*) и слепоту, локализируя их даже в различные отделы коркового слоя. Слепоту при экстирпации коры с обеих сторон он считает полной и непроходящей. Границы центральной зрительной области не заходят, по его мнению, за пределы затылочных долей<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Не упоминаю о подробном соотношении между разными сегментами сетчатки и коркового слоя по Мунку, потому что учение это явно несостоятельно.

Работы позднейших исследователей (преимущественно Лёба, Лючнани и Гитцига), направленные к проверке этих положений, внесли в учение Мунка следующие поправки.

К числу зрительных расстройств, кроме неосмысленного видения и признаков полной слепоты, следует отнести ослабление зрительной способности (*amblyopia*), когда признаки полной слепоты начинают рассеиваться. Если считать у животных способность ориентироваться на ходу в знакомых местах между крупными предметами, при неспособности избегать внезапные препятствия, признаками зрения, то полной непроходящей слепоты экстирпация коры затылочных долей не производит. Факт этот напоминает то, что было сказано о бессознательном зрении у кролика без гемисфер, по опытам Христиани, и стоит в то же время в согласии с выводами Гольтца в его опытах удаления задних долей на собаке. Последняя поправка касается границ распространения зрительных расстройств на поверхности мозга. У обезьяны границы эти очень мало заходят за пределы затылочной области (Лючнани); но у собаки на поверхности мозга, доступной опытам, почти нет места, разрушение которого не производило бы зрительных аномалий, с тою лишь разницею, что наиболее сильные и непреходящие расстройства получаются только из двух мест: затылочной области и из теменных долей, тогда как из разрушения лобных и височных долей расстройства имеют временный, скоропреходящий характер (Гитциг и Лючнани). Притом во временных расстройствах сказывается очень сильно величина поранения, хотя она дает себя чувствовать и при экстирпации главных мест.

Результаты эти Лючнани изображает на воспроизводимой при сем графической схеме.

Точками обозначены места распространения зри-

тельных расстройств на поверхности полушарий, а густотой расположения и величиною точек — различные степени силы.

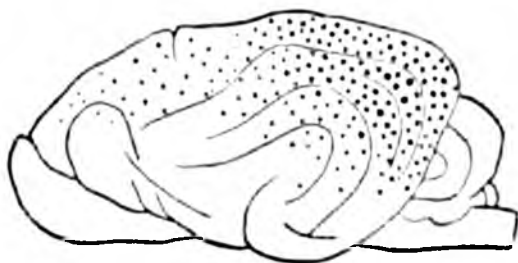


Рис. 2. Область зрительного центра на поверхности собачьего мозга (по Лючнани)

Чтобы познакомить читателя с приемами наблюдать зрительные изменения, я приведу из протоколов Лючнани два случая — один на собаке, другой на обезьяне.

В глубоком наркозе вырезаны собаке с обеих сторон центральные части затылочных долей, или центральные части зрительной области Мунка.

На следующий день собака медленно ходит по комнате, не натываясь на окружающие предметы. К угрожающим движениям перед глазами рукой и палкой остается равнодушна. При бросании корма на пол слышит звук и идет на него, но корм узнает, повидимому, обонянием.

В течение следующих 5 дней все признаки неосмысленного видения, при смотреии обоими глазами, исчезают — животное узнает корм зрением. Но стоит закрыть один из глаз — и отыскивание пищи становится затруднительным.

Затем той же собаке экстирпирована с обеих сторон вся зрительная затылочная сфера.

В течение двух недель после операции — признаки полной слепоты и притупления слуха. Прочие чувства целы. Слепота выражается в том, что в саду собака на ходу натывается на всевозможные препятствия и не умеет различать в корме, состоящем из кусков мяса и пробки равной величины, съедобное от несъедобного.



Через две недели животное не натывается в саду на изгородь, стену и пр., на смешанный корм реагирует попрежнему.

Еще через 20 дней слепота к корму уже не полная; но животное не умеет избегать непривычных внезапных препятствий, если, например, положить ему под ноги во время ходьбы доску.

Обезьяне (*Macacus cynomolgus*) экстирпирована в два приема вся зрительная сфера Мунка слева.

Через день после второй операции животное ест с большим аппетитом сушеные фиги и берет их преимущественно левою рукою. Проба на глаза в отдельности (когда закрыт тот или другой) дает тупость зрения в правом глазу. Кусочки яблока прямо перед левым глазом она тотчас же видит и берет их рукою, а правым, хотя и видит, но берет неловко, хватая чаще не яблоко, а руку дающего. Это состояние (*amblyopia*) рассеивается в течение последующих 4 дней, и животному выражается вся зрительная сфера справа.

После операции животное ест даваемые куски финика, но, повидимому, не видит их, потому что берет не прямо, а щупает руку дающего.

На следующий день. Зрение явно существует, потому что обезьяна протягивает руки к подносимым кускам; но, вероятно, плохо фиксирует, потому что вытягивает руки дальше, чем следует. Подвешенные на нитке перед глазами куски фиг она сначала не замечает, но, добравшись до руки дающего, находит нитку, а потом и корм. При закрытом левом глазу приближение предметов к правому глазу справа дает слепоту наружной половины сетчатки, подношение слева — притупление зрения в левой половине. Такие же пробы с левым глазом дают почти полную слепоту внутренней половины и притупление зрения в наружной половине. Другими словами, у животного: *hemioropia bilateralis dextra* (вследствие последней операции) и *hemiambyopia bilateralis sinistra*.

В течение последующих трех дней признаки *hemioropiae* значительно убывают. Еще через сутки проба со смешанным кормом (равной величины куски сушеных фиг и пробки) показывает бессмысленное видение: обезьяна берет без разбора то и другое и выбрасывает пробку, лишь положив ее в рот. Уничтожив в корме все съедобное, она тем не менее продолжает хватать пробку и подносить ко рту.

Более чем месяц спустя, зрение стало несколько осмысленнее. В смешанном корму она выбирает преимущественно съедобное, хотя и ошибается.

В таком состоянии зрительная способность оставалась после последней пробы 5 месяцев без изменений.

## Опыты над корковым слоем височных долей

45. Все исследователи согласны в том, что у собаки и обезьяны наиболее резкие расстройства слуха получаются из височных долей, и все признают, что они (как в сфере зрения), бывают двух родов: неосмысленное слышание («See!entaubheit» Мунка) и притупление слуха до полной глухоты. К этому нужно еще добавить, на основании опытов Люччани, следующее. Каждое ухо связано с обоими полушариями — сильнее с накрестлежащим, так что полная экстирпация с одной стороны расстраивает слух с обеих сторон, но сильнее — на противоположной месту поранения. Полная глухота есть явление переходящее (как полная потеря зрения при экстирпации зрительной области), а неосмысленное слышание — остающееся. У собаки границы слуховых расстройств заходят за пределы височных долей — кверху — в теменные, кзади — в затылочные (Люччани). Отношения эти воспроизведены на прилагаемой графической схеме.

Пример.<sup>1</sup> Собаке вырезан корковый слой височной доли слева.

На другой день. На звучание камертона около левого уха реагирует левой ушной раковиной, а справа нет.

В последующие три дня. Реакция на камертон та же. Левым ухом слышит при завязанных глазах шум падения корма на пол и поворачивается то вправо, то влево, но чаще влево.

Затем явления начинают мало-помалу ослабевать и через 13 дней после операции исчезают.

После этого такая же операция произведена справа.

В последующие два дня. Глухота на оба уха к звучанию камертона. Если же дрожащей ножкой последнего дотронуться до волос уха с той или другой стороны, то происходит известное последствие шекотания — встряхивание. Сильные внезапные звуки не вызывают реакций даже в то время, как животное спит.

---

<sup>1</sup> Из него я выпущу все, касающееся зрения.

На третий день собака с завязанными глазами уже различает шум падающего корма на пол — справа лучше, чем слева. В первом случае и корм находит легче, чем во втором. После нескольких таких опытов собака уже дожидается повторения их с настороженными ушами.

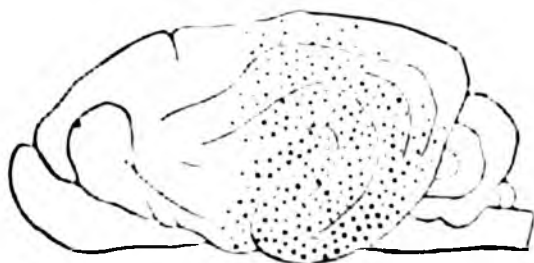


Рис. 10. Область слухового центра у собаки  
(по Лючиани)

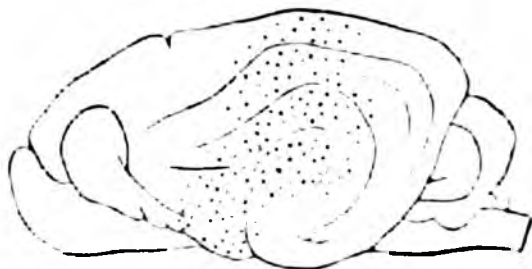


Рис. 11. Область обонятельного центра у собаки  
(по Лючиани)

Через 14 дней после второй операции слух, повидимому, восстановился с обеих сторон, потому что животное слышит обоими ушами шорох падения самых маленьких кусочков корма на пол.

Через несколько месяцев этой же собаке были удалены в два приема с той и другой стороны части (опять корковые слои) затылочных и теменных долей, входящие в состав слуховой области (соответственно приведенной выше схеме); и когда болезненные последствия последней операции

миновали, наблюдения производились в течение 3 месяцев. Общие результаты наблюдений имели такой вид.

Животное, повидимому, не обращает внимания и не принимает ничего, что вокруг него происходит. Остается одинаково равнодушным и к ласковому зову, и к угрожающему крику, и даже к пистолетному выстрелу над ухом; а между тем при покое, в тишине, на легкий шорох поднимает голову. С виду собака слепа на оба глаза, потому что не реагирует даже на внезапное освещение глаза сильным светом; а между тем в саду она очень редко натывается на предметы и сама умеет находить дорогу из сада домой в свой привычный угол. Со скамейки вышиной в 28 см прыгнуть она не решается, но с высоты в 10 см, дающей животному возможность опустить голову вниз и коснуться мордой до пола, она слезает. Обоняние сохранилось настолько, что собака чувствует, когда в комнату вносят чашку с мясным отваром, и начинает делать обыкновенные движения нюханья.

Словом, соответственно разрушению всей зрительной и слуховой сферы у животного в период стационарных изменений остались только: неосмысленное видение и слышание.

Общие выводы из опытов над затылочными и височными долями сделать не трудно — они соответствуют тому, что было сейчас сказано в конце приведенного примера.

*В мозговой коре затылочных и височных долей должны лежать и высших позвоночных преимущественно, но не исключительно, те центральные образования, с деятельностью которых связано осмысленное видение и слышание, или, как говорят некоторые, — места, где происходит переработка зрительных и слуховых ощущений в зрительные и слуховые представления.*

## ПАТОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ НА ЧЕЛОВЕКЕ

46. В деле изучения функции полушарий физиологический опыт на животном имеет то важное преимущество над патологическим наблюдением на человеке, что все главные условия, от которых зависит и там и здесь наблюдаемый ряд изменяющихся (во

времени) явлений, именно время, место и величина разрушения мозгового вещества, даны в первом случае наперед и всегда настолько определено, что могут быть воспроизводимы, при повторении опытов, приблизительно в одном и том же виде любое число раз, притом с проверкой прижизненных явлений фактами вскрытия. Другими словами, животное, подвергнутое физиологическому опыту, представляет со стороны условий происхождения функциональных аномалий то, что в медицинской практике называют «чистым патологическим случаем». В мозговой же патологии человека подобные случаи составляют не правило, а скорее исключение. Но, с другой стороны, патологические наблюдения на человеке имеют громадное преимущество над опытами на животных во всем, что касается расстройств в чисто субъективной сфере и в области сенсомоторных актов — во всем, что касается сознательного чувствования вообще и связи его с движениями. Поэтому наблюдения обоего рода, в сущности, дополняют друг друга.

В отношении тех функциональных расстройств, которые можно считать аналогичными для человека и высших позвоночных, физиологический опыт на животном дает, так сказать, норму явлений или по крайней мере шаблон для сравнения. Там же, где главным фактором в наблюдаемой функциональной аномалии является изменение сознательного чувствования, наблюдение на человеке дает, наоборот, ключ к явлениям на животном. Но затем мозговая патология человека представляет и такие случаи, которые не встречаются и встречаться не могут на животных, — таковы, например, расстройства в сфере речи. Эти драгоценные наблюдения стоят совсем особняком.

Сначала я приведу факты, считающиеся аналогичными для животных и человека.

### Двигательные участки мозговой коры

47. Из них, по наибольшему согласию показаний различных исследователей, следует поставить на первое место факт существования в мозговой коре человека участков, разрушение которых дает параличи в мышцах костного скелета. Места эти лежат, как у обезьяны, по обе стороны ролландовой или центральной борозды, занимая передние и задние центральные извилины, вместе с так называемым *lobulus paracentralis*. Сюда же некоторые причисляют соседнюю часть 3-й лобной извилины. Разрушение коры в сфере означенного участка с одной стороны дает, обыкновенно двигательные параличи в противоположной половине тела, но не в виде преходящих явлений, останавливающихся на степени слабых парэтических симптомов, а в форме настоящих непреходящих параличей. Феррье первый обратил внимание на такую разницу в силе эффектов у человека и животных, показав, что параличные явления бывают выражены всего слабее на собаке, сильнее на обезьяне и всего сильнее на человеке. Лючиани подтвердил это наблюдение и думал объяснить его тем, что для собаки, вследствие более слабого развития ее гемисфер, существует вообще более шансов, чем для обезьяны (и особенно для человека), на замещение удаленных гемисферных центров центрами передних мозговых узлов. Но опыты Гольца, в которых вместе с передними долями полушарий иногда удалялась значительная часть передних узлов, прямо говорят против такого толкования — факт можно было бы, скорее, объяснить тем, что у человека, в отличие от животных, одна гемисфера не может замещать другую в двигательном отношении<sup>1</sup>, потому что во всех доселе

<sup>1</sup> Как это ни странно, ввиду того, что неперекрещивающаяся часть пирамидального пути соединяет каждую гемисферу с соответствующей половиной тела.

известных случаях (правда, очень редких) при отсутствии одной из гемисфер у человека при жизни были констатированы двигательные параличи в противоположной половине тела.

Что касается до вопроса о смысле параличных явлений гемисферного происхождения, то для человека он стоит в одном отношении выгоднее, чем тот же вопрос для животных. Именно, у человека пирамидальный путь, родящийся в спинном мозгу, прослежен вплоть до центральных извилин полушарий с их ближайшей окружностью; следовательно, здесь можно было бы думать с большею уверенностью, чем на животных, что разрушению центральных извилин соответствует разрушение начала произвольно-двигательного пути с каждой стороны. Но если факт окончания пирамидального пути в центральные извилины способствует, таким образом, разъяснению вопроса о механизме гемисферных двигательных параличей, то он же приводит физиолога к следующей совершенно непостижимой загадке.

Из того, что разрушение двигательных участков не только ведет к уничтожению произвольных движений в руке и ноге, но также делает невозможным участие парализованных членов в акте ходьбы, следует заключить, что пирамидальный путь у человека представляет *единственный путь для двигательных импульсов к мышцам, все равно идет ли дело о произвольном движении того или другого члена в отдельности или о сочетании их движений в акте ходьбы*. Если же принять последнее, то выходит, что у человека, в противность тому, что известно для лягушки, птиц и кролика и что в высшей степени вероятно также для собаки, ни в продолговатом мозгу, ни в средних частях головного мозга нет ничего подобного центральным образованиям нервного локомоторного снаряда; потому что, по Флексигу, пирамидальный путь у человека, выйдя из моз-

говой коры, минует все центральные образования среднего и заднего мозга и тянется в виде непрерывных волокнистых пучков вплоть до окончания в спинном мозгу. Другими словами, физиологу пришлось бы принять, что у человека механизм координации нервных импульсов в акт ходьбы лежит целиком в гемисферах<sup>1</sup>. До тех пор, пока эта загадка не разрешена, вопрос о значении гемисферных параличей остается темным.

### Зрительный центр мозговой коры

48. Другой факт, не столь твердо установленный, как предыдущий, но во всяком случае аналогичный с тем, что встречается на животных, касается положения и свойств зрительного центра мозговой коры. Уже 5 лет тому назад Лючиани и Серпилли удалось выбрать из клинического материала 12 случаев чистой *hemianopiae bilateralis dextrae seu sinistrae*, при нормальности глазного дна, из которых в 5 анатомические изменения ограничивались исключительно затылочной областью той или другой стороны, а в остальных 7 область эта была поражена вместе с другими, где притом вскрытие не показало никаких данных для предположения, что при жизни существовало давление на *tractus optici*. Известны, правда, на человеке и случаи таких зрительных расстройств, которые, будучи сходны с потерей осмысленного видения на животных, сопровождались изменениями не в затылочной области, а в лобных и теменных долях; но не нужно забывать, что и на животных зрительные расстройства связаны с заты-

---

<sup>1</sup> Локализовать этот механизм в спинной мозг значило бы впасть в другую трудность. Явился бы вопрос, почему у людей с гемисферными параличами невозможна рефлекторная локомоция при посредстве нетронутого спинного мозга.



лочными долями главным, а не исключительным образом.

Еще менее твердо установлено для человека распределение на поверхности мозга центров кожной и мышечной чувствительности. Одни исследователи (например, Трипье, Лючиани, Серпилли и Лисса) локализируют первые из них (центры кожного чувствования) в двигательные участки (центры мышечного чувства Лючиани помещает особо в переднюю и заднюю теменные извилины); а другие отрицают постоянство совпадения расстройств движения и кожного чувствования, и между такими исследователями стоит авторитетное в подобных вопросах имя Шарко.

49. Из расстройств, наблюдаемых специально на человеке, особенного внимания заслуживают четыре формы, известные под именем *афазии и аграфии, глухоты к словам и слепоты к письменным словесным знакам*. В первом случае теряется или расстраивается способность облекать мысли в слова, т. е. артикулированные звуки, во втором случае — способность выражать их письменными знаками. В последних же двух формах утрачивается способность понимать слышимое и написанное. Страдания эти характеризуются далее тем, что первые две формы, имея место, повидимому, в двигательной сфере, могут однако, существовать при полном отсутствии параличей в нервно-мышечных снарядах, действующих во время произнесения и писания слов; а другие два вида страдания — при полном отсутствии признаков общей глухоты и слепоты. Последние две особенности уже ясно указывают, что причина расстройств лежит за пределами тех центральных образований, которые дают ощущения звука и света и служат началами для нервов, действующих во время произнесения и писания слов. Поэтому глухоту и слепоту к словам можно рассматривать как частые

случаи неосмысленного видения и слышания, а для первых двух форм искать объяснения в расстройстве деятельности тех центров, которые координируют движения разнообразных мышц в акты речи и писания. Если, однако, вдуматься в то, каким образом приобретает искусство говорить и писать, и что, собственно, следует разуметь под «пониманием видимого и слышимого», то легко заметить, что причина страданий может лежать также в психической сфере. В самом деле, понимание видимого и слышимого предполагает существование ассоциаций между известными представлениями и соответствующими им звуковыми или графическими знаками; а искусство говорить и писать предполагает существование ассоциаций между следами этих самых звуковых или графических знаков в памяти и производящими те и другие сложными рядами движений. Стоит только выпасть одному из условий, поддерживающих существование таких ассоциаций, и страдание должно тотчас же выразиться невозможностью их воспроизведения. Наблюдения и оправдывают такое предположение. Глухота к словам почти всегда идет рядом со слепотой к словам (Экснер); кроме того, известны случаи афазии и аграфии, в которых причина расстройства лежит, повидимому, в полной утрате памяти к звуковым и графическим образам: сказанное слово больной может тотчас же повторить или написать, но тотчас же потом забывает его.

Итак, в афазии и аграфии, в глухоте и слепоте к словам мы имеем, несомненно, случаи расстройств: или в сфере координирующих центров, или в так называемой психомоторной области, или, наконец, в чисто психической сфере. А между тем в настоящее время можно считать твердо установленным, что анатомическая причина расстройств лежит, обыкновенно, в левой гемисфере (средним числом почти в 15 раз чаще слева, чем справа), занимая

преимущественно заднюю часть нижней лобной извилины, соседнюю с сильвиевой бороздой, две первых височных извилины и заходя отсюда иногда в теменную область. Локализацию страдания в одной гемисфере, несмотря на то, что мышцы, участвующие в акте речи, расположены симметрично с обеих сторон, объясняют тем, что у человека правая половина тела работает обыкновенно больше левой; поэтому левая половина полушарий должна быть вообще больше напрактикована в деятельности, чем правая. Как доказательство приводят факты совпадения на левшах афазии с анатомическими изменениями в правой гемисфере, а также случаи на детях-афазиках, которые, потеряв способность говорить, принуждены были учиться этому искусству вновь и мало-помалу приобретали его.

Другая крайне любопытная сторона этих явлений заключается в следующем.

По способу развития сложные движения, лежащие в основе умения говорить и писать, ничем не отличаются от более простых произвольных движений руки, ноги, рта и пр. Те и другие суть движения заученные, привычные и являются, обыкновенно, вслед за каким-нибудь психическим побуждением или поводом, представляя и там и здесь случаи так называемых психомоторных актов. Ввиду этого обстоятельства и по аналогии с тем, что наблюдается в случаях афазии и аграфии, следовало бы ожидать приблизительно того же самого относительно движений рук и ног при разрушениях центральных извилин и *lobuli paracentr*; а между тем в одном случае получается уничтожение только психо-моторного акта без паралича, а в другом — настоящие параличи, не щадящие даже таких элементарных форм, как сгибание и разгибание члена.

У животных неосмысленность видения связана главным образом с разрушением в затылочной об-

ласти и не имеет никакого отношения к височной. У человека затылочная область тоже считается преимущественным местом страдания при расстройствах зрения; а между тем здесь неосмысленность видения и слепота к словам связаны с анатомическими изменениями в лобных долях, теменных извилинах и в височной области.





## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр
Книга И. М. Сеченова, «Физиология нервных центров» (вступительная статья) . . . . .	7
<b>Физиология нервных центров</b>	
Предисловие . . . . .	21
Начало согласования движений с чувствованием . . . . .	23
Составные части регуляторов и их свойства . . . . .	49
Физиология нервных снарядов, связывающих кожу с мышцами костного скелета . . . . .	61
Учение о рефлексах . . . . .	83
Нервные снаряды ходьбы . . . . .	119
Участие спинного мозга в локомоции . . . . .	153
Участие продолговатого мозга в локомоции . . . . .	128
Функции мозжечка . . . . .	151
Функции средних частей головного мозга . . . . .	161
Явления угнетения рефлексов . . . . .	171
Функции больших полушарий . . . . .	184
Полное удаление полушарий . . . . .	186
Удаление полушарий крупными частями или долями . . . . .	192
Опыты над корковым слоем полушарий . . . . .	207
Патологические наблюдения на человеке . . . . .	226

Печатается по постановлению  
Редакционно-издательского совета  
Академии медицинских наук СССР

---

Редактор *Г. В. Архангельский*  
Технический редактор *Н. А. Кирсанова*

---

Т 06168 Подп. к печати 2.X. 1952.  
Изд. № 50. Зак. 63.  
Форм. бумаги 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бум. л. 3<sup>6</sup>/<sub>8</sub>.  
Печ. л: 12,09+1 вклейка. Уч.-изд. л. 9,1  
Цена по прейскуранту 1952 г. 6 р. 40 к.  
переплет 1 р. 50 к.  
Тираж 10000

---

Типография Изд-ва АМН СССР  
Москва, Солянка, 14