

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
ГЛАВА 1	
Общие принципы строения и работы мозга.	
Классификация потребностей	11
ГЛАВА 2	
Мозг и еда. Пищевое поведение.....	53
ГЛАВА 3	
Мозг и любопытство	103
ГЛАВА 4	
Мозг и страх	155
ГЛАВА 5	
Мозг: дети и родители	205
ГЛАВА 6	
Мозг: любовь, секс, привязанность.....	249
ГЛАВА 7	
Мозг: подражание. Быть похожим на других.....	297
ГЛАВА 8	
Мозг и агрессия.....	343
ГЛАВА 9	
Лидеры и подчиненные.....	387

ГЛАВА 10	
Гомеостаз и поддержание здоровья.....	431
ГЛАВА 11	
Терморегуляция, сон, лень, свобода, удовольствие от движений	475
ГЛАВА 12	
Потребности и медиаторы	523
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	569

ПРЕДИСЛОВИЕ

Добрый день, дорогие читатели, спасибо, что открыли эту книгу.

Данный факт сам по себе уже означает, что труд автора не пропал даром и созданный им текст вызвал как минимум любопытство.

Кстати, по ходу повествования тема любопытства станет одной из главных, ей будет посвящен особый раздел. Ведь стремление удивляться, узнавать новое — важнейшая врожденная программа, вложенная эволюцией в наш мозг — наряду с голодом и жаждой, страхом и агрессией, стремлением к размножению, заботе о потомстве, свободе и еще примерно десятком групп «биологических потребностей». Эти группы мы и будем последовательно, глава за главой, рассматривать.

Почему именно потребности? Мое глубокое убеждение состоит в том, что данная сфера работы нервной системы — основа основ психической деятельности. Потребности, постоянно сменяя друг друга, создают тот источник энергии, который подталкивает сначала ребенка, а потом и взрослого совершать что-то, шевелить руками, ногами и «извилинами» для достижения определенной цели. Параллельно возникают эмоции, обусловленные успехом либо неудачей поведения. И на фоне этих эмоций наш мозг учится, запоминая эффективные пути к удовлетворению потребностей.

Биологические потребности — основа как сиюминутных, так и долгосрочных планов каждого из нас, двигатель истории, науки, искусства. Они — фундамент экономики человечества: люди продают и покупают еду, безопасность, новизну, стремление быть лучше других, понравиться партнеру.

Группы безусловных рефлексов, о которых в начале XX века писал Иван Петрович Павлов*, и то, что в психологии относят к области «бессознательного», — все это в значительной степени пересекается со сферой биологических потребностей. Каждому человеку необходимо знать хотя бы их базовый список: это позволит существовать более осознанно, четче видеть те физиологические «ловушки», которые древняя природа *Homo sapiens* разбросала по полю нашей жизни. И еще очень важно почувствовать, какие потребности именно для вас конкретно наиболее значимы — ведь как раз они и будут создавать тот «драйв», который позволяет достичь высот в избранной профессии, проявить и раскрыть личную одаренность.

Автор данной книги — физиолог и нейробиолог; не психолог, не медик. В связи с этим текст, который читатель держит в руках, посвящен изложению, прежде всего, общих принципов работы мозга и организации поведения. Его не следует рассматривать с точки зрения рекомендаций вести себя так или иначе в определенных жизненных ситуациях; не стоит искать описания и диагностики определенных расстройств и заболеваний, и уж

* Иван Петрович Павлов (1849–1936) — русский и советский ученый, физиолог, создатель науки о высшей нервной деятельности, физиологической школы; лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине (1904 г.) «за работу по физиологии пищеварения». — *Здесь и далее прим. ред.*

тем более он не подразумевает доминирующее значение биологического в конкретном поведении конкретного человека. На то нам и даны способности мышления и сознания, чтобы сказать «нет» поведенческим программам, генерируемым чрезмерно активными по той или иной причине центрами биологических потребностей.

Мое первое серьезное знакомство с нейробиологией потребностей, мотиваций, эмоций произошло в начале 1980-х годов, когда нам, студентам кафедры высшей нервной деятельности биологического факультета МГУ, читал курс лекций академик АН СССР Павел Васильевич Симонов*. Выдающийся ученый, мыслитель, создатель собственной научной школы, он предложил классификацию потребностей, которая актуальна и сейчас и на которую во многом опирается данная книга. А еще через десять лет я стал сотрудником кафедры физиологии человека и животных биофака МГУ. Ею на тот момент заведовал академик РАМН Игорь Петрович Ашмарин**. Именно он привлек меня к изучению медиаторных основ потребностей, и ему я обязан интересом к поиску фармакологических «рычагов», способных влиять на соответствующие мозговые центры.

Параллельно с научной работой я как преподаватель МГУ (и не только МГУ) читаю многочисленные лекции, посвященные принципам деятельности мозга. В какой-то момент, а если точнее, осенью 2015 года темы, относящиеся к нейробиологии потребностей, удалось выделить

* Павел Васильевич Симонов (1926–2002) — советский и российский физиолог и психофизиолог, создатель информационной теории эмоций; предложил классификацию биологических потребностей.

** Игорь Петрович Ашмарин (1925–2007) — советский и российский биохимик, физиолог, молекулярный биолог, вирусолог, заслуженный профессор МГУ (1995 г.).

в компактный, состоящий из 12 лекций курс. Именно этот курс и лег в основу предлагаемой вашему вниманию книги. Инициатором процесса выступило издательство «Альпина нон-фикшн» и его генеральный директор Павел Подкосов. Несколько месяцев я регулярно получал от них письма об актуальности и востребованности соответствующего научно-популярного опуса. В итоге мы достигли соглашения, и началась работа над книгой. Ситуацию облегчало то, что курс изначально был задуман как «несложный» — читаемый для студентов любых факультетов МГУ, пожелавших на него записаться. В рамках современных образовательных программ это называется «курс по выбору».

Очень важный вклад на начальной стадии процесса внесла сотрудница культурно-образовательной платформы «Архэ» Любовь Паршина, которая превратила аудиозаписи лекций в текст, набранный на компьютере и синхронизированный с иллюстрациями. Люба, огромное спасибо и всяческих удач!

Затем начались мои личные мучения. Я, конечно, прекрасно знал, что разговорный русский отличается от книжного, за последние годы отредактировав немало собственных интервью. Но интервью маленькие, а тут 12 глав суммарным объемом примерно в 500 страниц. И каждая страница — это час-два, а то и больше редактуры, правки, проверки ссылок на научные статьи. Так что в этом месте я выражаю огромную признательность родным и близким, которые терпели мое просиживание за компьютером ночами, в выходные, во время коротких отпусков.

Когда же текст был вчерне готов, в дело вступила Елена Павликова, опытный редактор и нейробиолог по образованию, выпускница СПбГУ, мой давний друг.

Она серьезно поработала не только с языком, но и структурой книги, свежим взглядом обозрев то, что мне порой казалось банальным (а нужно бы пояснить!), доступным для понимания без дополнительных комментариев (а нужно бы расшифровать!), относящимся к тексту той или иной главы («Давай уберем этот абзац, оставим его для следующей книги, здесь данная тема нарушает логику повествования»). Лена, миллион спасибо, прекрасно, что ты согласилась участвовать в этом проекте.

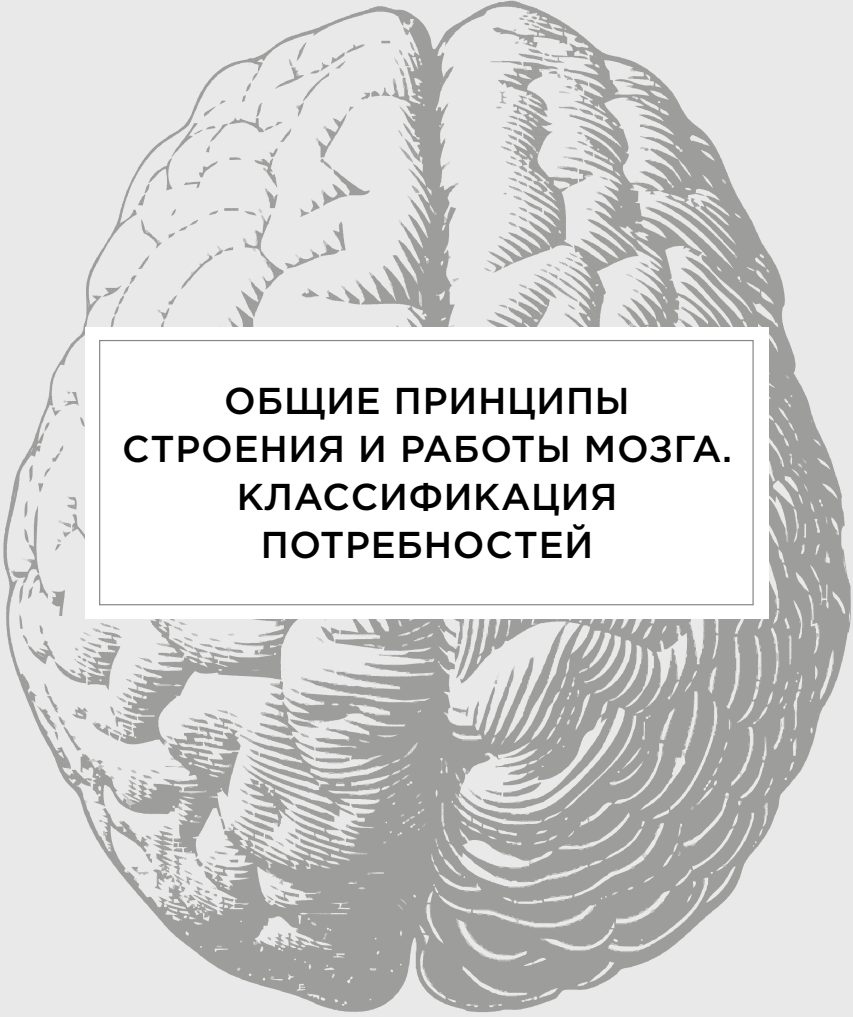
Наконец, бесценен вклад научного редактора книги Ольги Сварник. Сама будучи известным и активно работающим ученым, преподавателем, популяризатором, она нашла время и силы для анализа и критики моего стиля изложения, подбора и интерпретации фактов, а порой — избыточно смелых обобщений. Критики доброжелательной и конструктивной, несмотря на некоторые концептуальные расхождения в понимании принципов функционирования мозга. Ольга, те две сотни замечаний, которые были Вами сделаны, — это важнейший «взгляд со стороны» специалиста и коллеги, и Ваше итоговое одобрение данного научно-популярного творения для меня чрезвычайно значимо. Что же получилось в результате? Двенадцать лекций курса в измененном (порой расширенном, порой сокращенном) виде превратились в 12 глав книги. Первая из них носит вводный характер, и, если вы уже что-то знаете о принципах строения и функционирования мозга, ее можно пролистать «по диагонали». Затем идут 10 глав, посвященных конкретным потребностям. Все начинается с относительно простой, но очень актуальной истории о центрах голода. Затем — любопытство и страх, половое и родительское поведение. Особая глава посвящена подражанию — зеркальному принципу работы нейросетей. Во второй

половине книги рассматриваются агрессия, стремление лидировать, быть свободным, двигаться и др. Довольно подробно разбирается вегетативная сфера — способность нервной системы управлять внутренними органами (часто в обход сознания, но на благо нашему здоровью). Последняя глава носит обобщающий характер. В частности, в ней суммируется и систематизируется рассеянная по всему тексту информация об участии в генерации потребностей и эмоций конкретных молекул-нейромедиаторов — дофамина, опиоидных пептидов, норадреналина и др., а также похожих на них соединений, нередко обладающих наркотикоподобными свойствами.

Желаю приятного чтения и не могу не отметить, что предлагаемый текст — только приоткрытая дверь в мир нейронаук и нейробиологии, в сферу знакомства, сотрудничества и дружбы с собственным организмом. Он у каждого из нас один-единственный, и сознание, личность человека, по сути, программа-пользователь, установленная на «железо» нервной системы. Давайте же будем квалифицированными пользователями, знающими сильные и слабые свойства собственного уникального мозга, и пусть это сделает нашу жизнь более долгой, эффективной и счастливой.

Искренне ваш,
Вячеслав Дубынин

ГЛАВА 1



**ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ
СТРОЕНИЯ И РАБОТЫ МОЗГА.
КЛАССИФИКАЦИЯ
ПОТРЕБНОСТЕЙ**

На что похож наш мозг?

Мозг — очень сложно устроенный орган, и во все эпохи люди, понимая важность мозга и нервной системы в целом, пытались их с чем-то сравнить. Как правило, сравнение происходило с какими-то сложными, техническими наиболее передовыми объектами, которые человечество придумало на тот момент.

Например, Декарт в XVII веке сравнивал мозг со сложной механической и пневматической системой, где имеются различные рычаги, баллоны с газом и т. д. В XIX веке мозг пытались уподобить телефонной станции, потому что в нем есть структуры, похожие на провода, присутствует связь центра и периферии, а внутри ведутся постоянные «разговоры». Сейчас мы в основном сравниваем мозг с компьютером, это достаточно удобная аналогия, хотя и она не совсем точная и полная.

В первом приближении мозг с компьютером можно сопоставить на уровне глобальных функциональных блоков. Так, у нас в голове есть «центральный процессор» — высшие зоны коры больших полушарий, и в компьютере он тоже имеется. К высшим зонам относятся те области коры больших полушарий, которые занимаются мышлением, принятием решений. Для того чтобы центральный процессор работал, ему нужны дополнительные вычислительные устройства, которые находятся на входе и выходе, и мы обнаруживаем их как в компьютере, так и в мозге. Устройства ввода — клавиатура, микрофон, видеокамера — передают сигналы внутрь компьютера. А у человека это делают разнообразные сенсорные системы.

Или, например, блоки памяти. В компьютере присутствуют устройства, которые удерживают информацию

на короткое либо длительное время, то есть память оперативная и та, что надежно сохраняется на винчестере. У нас тоже имеются кратковременная и долговременная память, хотя за них отвечают не столько разные отделы мозга, сколько различные процессы, происходящие на уровне отдельных нервных клеток.

Компьютерному блоку питания в нашем мозге соответствуют центры сна и бодрствования. И хотя блок питания не очень сложный, но, если он сломается, компьютер работать не будет. Человек же при повреждении этого очень небольшого по объему центра впадает в коматозное состояние.

Огромную роль в работе нашего мозга играют центры потребностей. В функционировании компьютера они не так явно себя обнаруживают. Хотя современные компьютеры все же умеют заявлять о своих «потребностях». Компьютер может сообщить нам тем или иным способом: «Кончается заряд аккумулятора, подключи меня к сети», или «Пришла почта, посмотри», или «Не пора ли обновить антивирусную программу?». Можно легко представить ситуацию, когда, услышав, как хозяин вошел в квартиру, ваш ноутбук включается и говорит: «Не хочешь ли поиграть?», или «Тут интересный фильм появился», или еще что-то. То есть активно себя ведет, навязывая хозяину те или иные реакции.

Кроме того, и в компьютере, и в мозге есть устройства вывода — блоки, направленные вовне. В компьютере это принтер или дисплей, а в нашем организме — мышцы и внутренние органы. Когда мозг что-то делает, в том числе ищет пути удовлетворения той или иной потребности, то, соответственно, мы шевелим руками и ногами. А наше сердце, кишечник, почки, легкие работают для того, чтобы все эти движения были обеспечены

кислородом, глюкозой и прочим... Все это работает, чтобы мы жили долго и по возможности счастливо.

Если копнуть чуть глубже, мы видим, что компьютер состоит из микрочипов, а мозг — из нейронов и расположенных между ними вспомогательных (глиальных) клеток. Нейроны (нервные клетки) и микрочипы — это примерно один уровень организации. Нам важны нейроны, поэтому поговорим о них подробнее.

Нервная клетка (рис. 1.1, слева) — это ветвистое образование, у которого есть центральная часть, ее называют сомой; в соме находится ядро и различные органоиды.

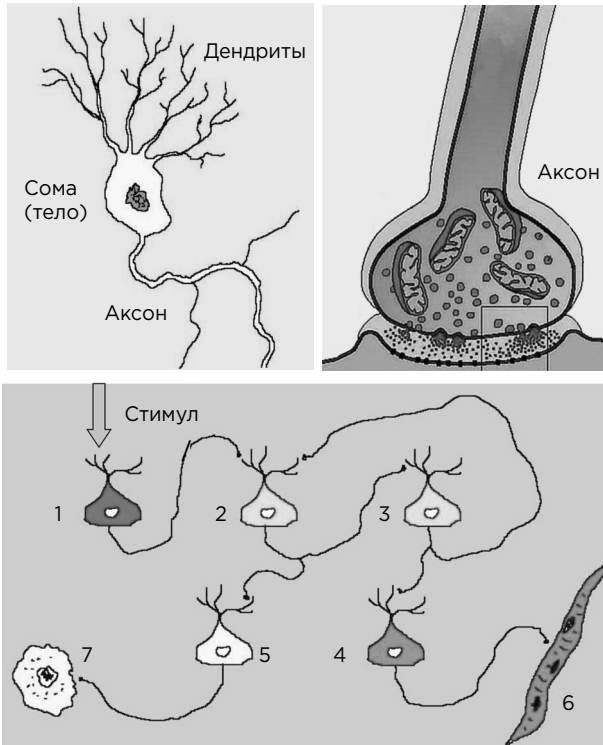


Рис. 1.1. Вверху слева: нейрон; вверху справа: синапс. Внизу: пример нейронной сети

От центральной части отходят два типа отростков: дендриты и аксоны (*дендро* — «ветвь», *аксо* — «ось»). Дендриты — сильно ветвящиеся отростки, которых обычно несколько, они находятся на входе в нейрон и воспринимают информацию. Аксон у нейрона всегда один, он проводит сигналы к следующим клеткам. В итоге нейроны образуют цепи, или сети, по которым передается информация.

Наша память, эмоции, то, что мы воспринимаем во внешней среде, то, что направляется к мышцам и внутренним органам, — все это имеет форму распространения электрических импульсов по нервным сетям.

Когда мы смотрим на первый уровень работы мозга, то видим, что мозг — это электрическая машина, и здесь сходство с компьютером совершенно потрясающее.

Всем известно, что в компьютере существует двоичная система, когда с помощью ступенек тока кодируется все, что компьютер делает. Оказывается, и в нашем мозге используется очень похожий принцип, только ступеньки не прямоугольные, как в компьютере, а скорее треугольные (еще точнее, схожие с половинкой синусоиды), они называются *потенциалы действия* и бегут по аксонам и дендритам. Эти импульсы кодируют чувства, сенсорные переживания, мысли, будущие движения. Ступеньки тока примерно одинаковы во всех отделах мозга, и важно только место, где они возникают. Если подключиться к правильному месту мозга и подавать подобные импульсы, можно вызывать у человека, например, эйфорию или зрительную иллюзию, или запустить определенное движение. Этим, собственно, и занимаются

специалисты, которые протезируют пациентам конечности или органы чувств.

Если мы начнем сравнивать мозг с компьютером в деталях, то обнаружится весьма обидная ситуация: в вычислительной машине упомянутые ступеньки тока генерируются по несколько миллиардов за секунду (гигагерцы), а рабочая частота большинства нейронов нашего мозга составляет примерно 50–100 Гц. Получается, что в нервной системе по каждому аксону за единицу времени передается очень мало информации. Вдобавок происходит это чрезвычайно медленно. В компьютерах сигналы распространяются, как говорят нам физики, со скоростью, составляющей примерно половину от скорости света, а у нас максимальная скорость 100–120 м/с, это очень мало.

У такого большого существа, как человек, пока импульс от кожи пальца добежит до спинного мозга, переработается там и вернется обратно, появляется явная задержка во времени, и палец при этом может, например, вполне чувствительно пострадать. Если бы у нас по нервам информация шла со скоростью света, мы бы вообще не обжигались. Мы бы настолько быстро реагировали, что в тот момент, когда палец прикасался к горячей сковородке, рука бы сразу же отдергивалась. Но скорость 100 м/с дает задержку при проведении импульсов по руке порядка 20 м/с, и за это время палец повреждается — спасибо, что не сгорает дотла.

Эволюция честно пыталась создать максимально «быстрые» аксоны, но смогла только такие. И это тоже победа, так как скорость проведения импульсов по нервам у примитивных беспозвоночных не превышает 1 м/с.

Мозг как химическая конструкция

Если копнуть еще глубже, то мы увидим, что мозг — не только электрическая машина, но и химическая конструкция. В ней огромную роль играют так называемые *синапсы* — контакты между нервными клетками. Как правило, аксоны нейрона дотягиваются до следующей клетки.

Пока информация находится внутри нейрона, она передается в электрической форме в виде импульсов. Но когда приходит время переходить к следующей клетке, информация передается в химической форме в виде особых веществ — медиаторов, и это очень интересно.

Получается чередование: в нейроне — электричество, между нейронами — химия. Потом опять электричество и опять химия. Это чередование химической и электрической передачи — важный базовый принцип работы мозга.

Именно на химическом уровне нам гораздо легче влиять на работу и состояние нервной системы. Если мы знаем, какие вещества выделяются в синапсах (а наука это уже неплохо знает), мы можем вводить молекулы, похожие на них, или, например, мешающие им работать. Этим мы серьезно воздействуем на функции мозга: изменяем баланс между возбуждением и торможением, влияем на память, эмоции. Подавляющее большинство веществ, которые воздействуют на мозг: лекарства, яды или наркотические препараты, — похожи на химические соединения, выделяющиеся в синапсах. Соединения

эти называются медиаторами, и они являются посредниками между клетками. Синапсы очень важны для работы мозга!

На рис. 1.1 справа крупно изображен синапс. Внутри окончания аксона находятся синаптические пузырьки — мембранные пузырьки, которые содержат медиатор. Логика работы синапса следующая: сначала по мембране нервной клетки пробегает электрический импульс, он называется *потенциал действия*; этот импульс запускает движение пузырьков с медиатором в сторону следующей клетки. Дальше пузырьки доходят до окончания аксонов, лопаются, медиатор попадает в узкую щель между аксоном и ближайшей клеткой (она называется *синаптическая щель*) и влияет на следующую клетку. Это влияние означает, что на мембране следующей клетки сидят особые белки, они выполняют функцию кнопок, а медиатор — это палец, который нажимает на эти кнопки. После того как медиатор нажал на эти белковые кнопки, следующая клетка может возбуждаться, и тогда на ней возникнет импульс и побежит дальше. Это означает, что некий кусочек информации будет передаваться дальше.

Бывают и обратные ситуации, когда нажатие на «кнопку» тормозит следующую клетку, и такая клетка на некоторое время перестает передавать сигналы. Это тоже важно.

В нервной системе человека все время сосуществуют и конкурируют два принципа, все время решаются две задачи. Одна задача — это передавать информацию, а вторая — не передавать лишнюю информацию.

То и другое очень важно, поэтому соответственно есть механизмы передачи импульса на следующие клетки и есть механизмы блокады такой передачи. Медиаторы, выделяющиеся в конкретных синапсах, по своим эффектам делятся на две большие группы: возбуждающие и тормозные.

Возбуждающие — те, которые заставляют следующую клетку работать, генерировать импульсы, а тормозные — те, которые мешают следующей клетке проводить, как правило, ненужную информацию.

Важнейшие медиаторы — глутаминовая кислота и гамма-аминомасляная кислота (ГАМК).

Глутаминовая кислота, или *глутамат*, одновременно известна как вкусовая добавка. Тот самый глутамат, который улучшает вкус, в мозге работает как важнейший медиатор. Глутаминовую кислоту в качестве медиатора используют не менее 40–50% нервных клеток. За счет выделения этого вещества передаются сенсорные сигналы, работает память, центры мышления и принятия решений. Двигательные программы, пока они не дошли до мышц, также зависят от выделения глутамата.

ГАМК — *гамма-аминомасляную кислоту* — в качестве медиаторов, судя по всему, использует не менее трети нейронов. Это вещество мешает проводить лишние сигналы и сдерживает шум в нервной системе, блокируя ненужные информационные потоки, мешающие обработке информации. Эта задача не менее важная, чем проведение сигналов. Наш мозг хорошо работает не тогда, когда много нейронов возбуждено, а когда возбуждены правильные нейроны и их — в идеале — небольшое количество.

Есть популярный вопрос, его очень любят задавать: «В мозге в каждый момент времени активно

функционирует всего 10% нейронов. Как сделать так, чтобы больше работало?» Многие считают, что чем больше, тем лучше. Они ошибаются. На самом деле если импульсы начнут генерировать слишком много нервных клеток, то возникнет перевозбуждение или даже во-все — эпилептический припадок.

Хорошо работающий мозг — это не мозг, который активировал все клетки, а мозг, который активировал правильные клетки. Тормозить шумящие нейроны — очень важная задача, и ГАМК эту задачу решает.

Мы сейчас кратко познакомились с двумя главными игроками: с возбуждением и торможением. В дальнейшем о них не будет часто упоминаться, нас больше будут интересовать медиаторы второго уровня — медиаторы, которые отвечают за эмоции, мотивации и потребности. Эти медиаторы прежде всего генерируют позитивные эмоциональные переживания в те моменты, когда человеку удастся — с точки зрения нашей биологии — совершить что-то хорошее.

Например, вы поели, или узнали что-то новое, или благополучно убежали от опасности — вот в эти моменты при возникновении эмоциональных переживаний в нашем мозге выделяются другие, не менее важные медиаторы. Главные из них — *дофамин, норадреналин и эндорфины*. На самом деле список этих медиаторов гораздо больше. Медиаторов, связанных с удовлетворением потребностей и положительными эмоциями, около десятка, и мы постепенно будем с ними знакомиться.

Иногда нейрон сравнивают с чипом компьютера, причем весьма сложным, потому что на нервной клетке

в среднем сходится около 3000–5000 синапсов. Каждый нейрон одновременно получает информацию по нескольким тысячам каналов. Причем часть этих каналов — возбуждающие, часть — тормозные, и нейрон принимает решение о том, проводить сигнал дальше или не проводить. Все это складывается в весьма сложную картину. Отдельные чипы-нейроны собираются в вычислительные центры, занимающиеся дыханием, реакцией на звук, кратковременной памятью.

В таком случае мозг можно сравнить с огромным компьютерным центром, в котором тысячи отдельных вычислительных устройств сложным образом взаимодействуют друг с другом.

Сколько вообще в нашем мозге нейронов? Обычно дают цифру: 90–100 млрд. Цифра впечатляющая — попробуйте этот самый миллиард представить. Это гораздо больше, чем жителей на планете Земля. Каждый нейрон связан в среднем с 3000–5000 других нейронов. Представьте себе 100 млрд абонентов сети, каждый из которых одновременно общается с 5000 других абонентов.

Получается, что сложность информационных потоков в нашей голове сравнима, наверное, со всем интернетом. Эти процессы еще предстоит серьезно изучать. Наука, вся наша современная техника только начали разбираться в мозге, в нейросетях. Какие-то глобальные изменения в мозге мы видим хорошо, а над пониманием тонкостей передачи информации в нейросетях еще предстоит усердно поработать.

При этом клетки мозга очень маленькие, наиболее частый размер тела нейрона 0,03–0,05 мм. Общеизвестно,

что средний вес мозга человека — 1300 граммов. У мужчин, примерно на 100 граммов тяжелее, у женщин легче. Когда это впервые выяснили, мужская часть населения ужасно загордилась. Но потом в процессе изучения обнаружилось, что не все так просто. Дело в том, что помимо нейронов в нервной ткани содержатся еще и так называемые глиальные клетки. Это особые вспомогательные клетки, которые расположены вокруг нейронов. Они защищают нейроны от ударов, следят за химическим составом межклеточной среды, обеспечивают электрическую изоляцию и еще много чего. Оказалось, в том, что мужской мозг больше весит, «виноваты» в основном глиальные клетки. Нейронов у мужчин и женщин примерно одинаково — 85–90 млрд (хотя существует еще и связь между массой мозга и общей массой тела), и эта цифра гораздо стабильнее, чем общий вес нервной системы. Однако мужской мозг лучше «упакован», лучше защищен от ударов по голове. Это логично, мужчины, очевидно, вели более суровый образ жизни, когда охотились за мамонтами или доказывали один другому, что именно он — вождь племени... Женский мозг в этом смысле более «нежный, трепетный», он не рассчитан на грубое обращение.

Львиная доля тел наших нейронов находится в головном и спинном мозге, но, кроме того, у нас по организму раскидано более сотни маленьких мозгов, которые называются ганглии. Там тоже есть нейроны, часть из которых отвечает за разнообразную чувствительность (за сенсорные сигналы), а часть работает с внутренними органами. Ганглии, конечно, подчиняются головному и спинному мозгу. Из ганглиев, из головного и спинного мозга выходят нервные отростки — аксоны и дендриты, они собираются в нервы, которые

работают с нашими мышцами и органами. В нервах часто сосуществуют встречные информационные потоки, часть из которых от органов чувств идет в мозг, а часть направляется к эффекторным системам — к мышцам и внутренним органам.

Уточним, что когда аксон направляется к следующей клетке, то этой клеткой может быть нейрон, а может быть мышечная клетка, может быть клетка сердца или кишечника. То есть синапсы бывают не только внутри мозга, но и, например, между нейроном и мышцей, между нейроном и внутренним органом.

С точки зрения цитологов — ученых, которые занимаются внутренним строением клетки, нейрон, в общем, вполне стандартная клетка. Внешне он, конечно, необычно выглядит из-за многочисленных отростков, а внутри такие же, как и в других клетках, структуры: ядро, митохондрии, рибосомы. И обмен веществ в нейронах вполне стандартный. Но важно знать, что нейроны потребляют много энергии. По количеству потребляемой энергии мозг, его нейроны занимают первое место, ему нужно больше всего глюкозы и кислорода на 1 грамм веса. Поэтому, если что-то случается с глюкозой или кислородом, именно мозг первым повреждается. Второе место по потреблению энергии занимают почки, третье — сердце, но мозг все равно лидер по интенсивности обмена веществ.

Нервные клетки поодиночке, конечно, не работают. Для того чтобы даже самые простые функции организовать, они должны собираться в цепи и сети (взаимно пересекающиеся и порой «зацикленные» совокупности нейронных цепей).

Нейронные сети

Изображенная в нижней части рис. 1.1 нейронная сеть состоит всего из пяти нервных клеток, и если вспомнить, что дендриты принимают информацию, а аксоны передают, то становится ясно, в какую сторону по этой сети идут сигналы. Они идут от нейрона 1, он на входе, дальше к нейронам 2 и 3, а от них уже к нейронам 4 и 5, которые в итоге передают возбуждение на мышцы (6) и на внутренние органы (7).

Нейроны, которые изображены на схеме, относятся к четырем функциональным группам. Те, которые находятся на входе в нейросеть, как правило, связаны с органами чувств, их называют *сенсорные*. Они ощущают прикосновения или, например, улавливают запах.

Нейроны, которые расположены на выходе, — это *мотонейроны* (двигательные нейроны) и *вегетативные нейроны*. Первые из них запускают сокращение мышц, и любое наше мышечное сокращение начинается с импульса, возникшего в мотонейронах. *Вегетативные нейроны* работают с внутренними органами, такими как сердце, сосуды, кишечник, бронхи. Важная разница между мотонейронами и вегетативными нейронами состоит в том, что мотонейронами мы умеем управлять произвольно, а вегетативными, как правило, нет. Эволюция не дала сознанию вход в эту часть нейросети.

Если вспомнить аналогию мозга и компьютерного центра, то получается, что наше сознание — это пользователь, который постоянно имеет дело с тысячами компьютеров. Некоторыми из них он может управлять; другие просто видит и может понять, что они работают, а пароля у него нет. Например, сердце может биться чаще или реже. Волевым усилием, без

долголетней йоговской тренировки, человек не может этим управлять. Каждый, наверное, знает, что почувствовать сердцебиение можно, а изменить крайне непросто. Наконец, в нашем «компьютерном центре» есть такие вычислительные устройства, которые явно что-то делают, но сознание вообще не в курсе специфики их активности. Это относится, например, к выделению гормонов. Данной функцией занимается та часть головного мозга, которая называется *гипоталамус*. Но наше сознание (центры коры больших полушарий) совершенно не отслеживает этот процесс. Возьмем гормон роста. Он выделяется под контролем гипоталамуса, но волевым усилием еще ни одному йогу не удалось вырасти хотя бы на 10 сантиметров. Существование закрытых от сознания «компьютеров» связано с тем, что соответствующие блоки мозга отвечают за нечто столь важное, что сознанию туда нельзя влезать, иначе можно наломать дров. Наш сознательный контроль умеет отслеживать только часть нервных процессов. Мы можем контролировать прежде всего движения, мысли, отчасти — эмоции, но в вегетативную сферу сознанию вход затруднен.

Вернемся к схеме нейросети. Нейроны 2 и 3 — промежуточные нервные клетки (интернейроны), и они в этом ансамбле главные. От них зависит, пойдет ли сигнал «на выход» и вызовет ли, скажем, прикосновение, какую-нибудь реакцию. Именно интернейроны принимают решение о запуске реакций, они же отвечают за такое свойство, как память. В мозге больше всего именно этих клеток, которые связывают вход и выход. В сложном мозге типа человеческого 95% промежуточных клеток, а на входе и выходе, соответственно, не более 5% нейронов.

Промежуточные клетки способны обмениваться между собой информацией: на нашей схеме отросток аксона, принадлежащий клетке 2, идет к клетке 3. Следовательно, даже сеть, состоящая всего из пяти нейронов, способна к весьма разнообразным операциям. А если это не 5 нейронов, а 500 или 5 млн? Здесь информационные потоки могут возникать самые разные, очень сложные и интересные, непредсказуемые. Поэтому наш мозг сравнивают не просто с компьютером, а с шумящим компьютером. Это в компьютере всегда $5 \times 5 = 25$, а у нашего мозга иногда 24, а иногда 27, и это правильно.

Мозг должен «шуметь». Он должен генерировать в определенной степени стохастическое, случайное поведение. Это эволюционно выгодно.

Если бы заяц всегда убегал от лисы предсказуемо, то такого зайца быстро бы поймали и съели. Важна именно непредсказуемость, нужно, чтобы заяц бежал иногда вправо, иногда влево. Это биологически верно, и в итоге наш мозг сделан не для того, чтобы работать с точными цифрами, как компьютер, а для того, чтобы пытаться заглянуть в будущее и так разнообразить поведение, чтобы удовлетворить свои потребности и выжить.

Знания о медиаторах — о тех веществах, которые выделяются в синапсах, — лежат в основе современной психофармакологии. В следующих главах книги будут рассмотрены функции различных медиаторов. Их изучением и занимается наука *психофармакология*.

Для понимания основной темы книги — мозг и потребности — необходимо перейти на следующий уровень — макроанатомию мозга. Материал о центральной

нервной системе, которая состоит из головного мозга и спинного мозга, обычно проходят в школьной программе. Но, так как не каждый взрослый человек помнит о том, что он слышал в школе, кратко повторим строение центральной нервной системы (ЦНС).

Для понимания работы мозга и его центров нам потребуется в первую очередь знание о гипоталамусе, базальных ганглиях, среднем мозге, коре больших полушарий.

Строение мозга. Макроанатомия мозга

Центральная нервная система (ЦНС) — это головной мозг плюс спинной мозг. Головной находится внутри черепа, а спинной идет внутри позвоночника. Устройство спинного мозга в сравнении с головным существенно проще.

Спинной мозг

Наше тело от шеи до копчика делится на 31 этаж, и спинной мозг делится на 31 сегмент. Каждому сегменту примерно соответствует один позвонок, то есть и на уровне скелета все сегментировано. За сегментацию отвечают особые гены, включающиеся на очень ранней стадии развития эмбриона.

Каждый сегмент спинного мозга работает со своим этажом тела. Это значит: получает кожно-болевою чувствительность, управляет мышцами и внутренними органами. На этом уровне мы весьма похожи на дождевого червяка или гусеницу бабочки. Только у гусеницы сегменты видны очень четко, а у нас хоть и не видны, но действительно существуют.

Выделяют восемь шейных сегментов (шея, руки, дыхание), двенадцать грудных («этажи» грудной и брюшной полостей, мышцы туловища), пять поясничных сегментов (ноги) и шесть крестцово-копчиковых (область таза). Если, например, сместился шестой грудной позвонок относительно седьмого, он передавит те нервы, которые выходят из шестого грудного сегмента спинного мозга. Что может произойти дальше? Человек ощутит боль где-нибудь в районе ребер, и эта боль будет связана не с реальным повреждением, а с тем, что спинной мозг плохо передает сигналы. А еще может ухудшиться работа сердца или кишечника...

Когда врачи говорят, что половина болезней от позвоночника, они оказываются правы, потому что передача информации в спинной мозг и из спинного мозга, к сожалению, довольно легко нарушается при деформациях позвоночника. Если позвонки, например из-за сколиоза, сдвинулись в сторону, что часто случается, то существует шанс, что они нажмут на веточку какого-нибудь нерва. Это происходит из-за того, что мы — прямоходящие существа, и за те несколько миллионов лет эволюции, что прошли с момента, когда наши предки встали на задние лапы, позвоночник так и не приспособился окончательно к прямохождению. Поэтому к 40 годам у большинства людей спина уже болит.

Каждый сегмент спинного мозга работает со своим этажом тела, а еще общается с головным мозгом, как с «большим начальником». Существуют, например, информационные потоки, связывающие ладонь со спинным мозгом, с его шейными сегментами, а потом эта информация уходит в головной мозг. Если мы ощущаем прикосновение, например, к большому пальцу руки, это означает, что импульс сначала добежал до спинного

мозга, а потом поднялся в кору больших полушарий, где находятся высшие психические центры, которые, собственно, и отвечают за возникновение ощущения. А если человек шевелит большим пальцем, это означает, что импульс сначала возник в коре больших полушарий, потом опустился в соответствующий сегмент спинного мозга, а потом уже ушел на эту мышцу. И нервно-мышечный синапс заставил мышцу сокращаться.

У взрослого человека все это происходит достаточно быстро и автоматически, потому что мы этому учимся в первые годы нашей жизни. Ребенок же появляется на свет почти без двигательных навыков (хотя некоторые из них начинают закладываться еще в утробе матери). Младенец в первые месяцы жизни тратит массу усилий на то, чтобы овладеть своей мышечной системой на уровне отдельных движений, с полугода приступает к «шлифовке» локомоторной активности (ползания, ходьбы).

Головной мозг

Можно выделить три основные зоны головного мозга: это ствол, мозжечок и большие полушария. *Ствол* — центральная древняя область головного мозга, древняя структура, которая имеется уже у рыб. От ствола мозга, как от ствола дерева, отрастают две «кроны»: одна крупнее — большие полушария, а другая поменьше — мозжечок, то есть малый мозг. У всех позвоночных головной мозг устроен по одному и тому же плану. Все мы родственники, а интенсивная эволюция млекопитающих происходила последние 60–70 млн лет.

У человека, как известно, не самый большой мозг, у слона или у кашалота мозг в несколько раз больше нашего. Если существо крупное и у него крупное тело, то и мозг для управления этим телом тоже нужен

большой, но он в основном занимается внутренними органами, движениями, кожной чувствительностью. А вот высшие ассоциативные зоны уникальны для человеческого мозга, только у нас они такие большие.

Ствол головного мозга включает четыре отдела: (1–2) продолговатый мозг и мост — это две самые нижние стволовые структуры, и они находятся под мозжечком; (3) средний мозг; (4) промежуточный мозг, находится «промеж» полушарий — от него во время развития эмбриона как бы отрастают два больших полушария.

Большие полушария называют также конечным мозгом. Итого получается шесть основных отделов головного мозга, которые показаны на рис. 1.2.

На рис. 1.2. изображены шесть отделов головного мозга, две крупные полости внутри него — третий и четвертый желудочки, а также соединяющий эти полости канал (мозговой водопровод)

Продолговатый мозг и мост мы будем все время объединять, потому что с точки зрения функций это единая зона. Они вместе занимаются важнейшими для организма функциями: дыханием, работой сердца. Мозжечок — важнейший двигательный центр. Средний мозг находится между мостом и промежуточным мозгом.

Верхняя часть промежуточного мозга называется *таламус*, нижняя — *гипоталамус*, а под гипоталамусом находится *гипофиз* — эндокринная железа. Здесь же в промежуточном мозге имеется и вторая эндокринная железа — *эпифиз*.

Наиболее крупная область ЦНС человека — большие полушария. Правое и левое полушария соединяет крупнейшее скопление аксонов — *мозолистое тело*. Мозолистое тело «собирает» полушария в цельный вычислительный комплекс. Если у человека повреждается мозолистое тело,

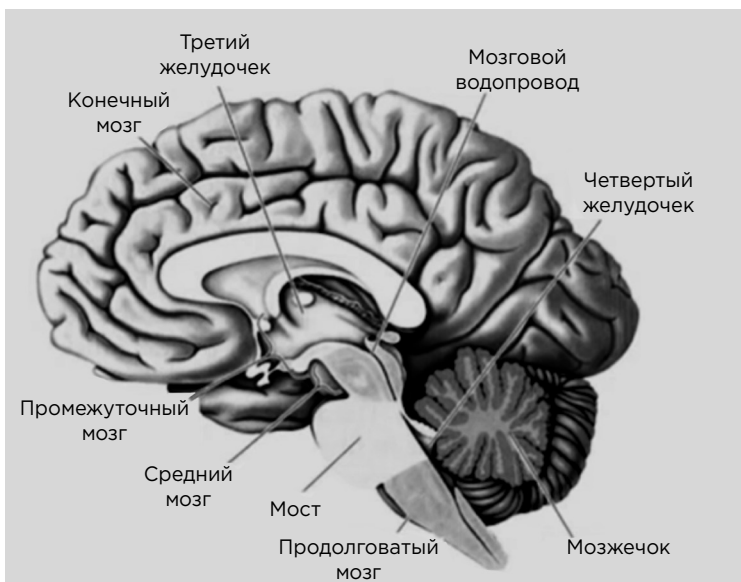


Рис. 1.2. Схема продольного среза через головной мозг человека. Показаны шесть отделов головного мозга, две крупные полости внутри него – третий и четвертый желудочки, а также соединяющий эти полости канал (мозговой водопровод)

у него могут возникать симптомы, сходные с «раздвоением личности», когда правое и левое полушарие начинают работать отдельно. Одно свое думает, другое — свое, правое полушарие одни движения запускает, левое — другие...

Что же конкретно делают *продолговатый мозг и мост*? Обобщая, можно сказать, что они занимаются жизненно важными функциями, без которых невозможно существовать. Понятно, что эти функции эволюционно самые древние, с них все начиналось. Уже у рыб эти отделы устроены примерно так же, как у нас. Что это за жизненно важные функции?

Во-первых, здесь находится дыхательный центр. Каждый наш вдох, каждый наш выдох запускается из продолговатого мозга и моста.

Во-вторых, здесь находится центр, который нейрофизиологи называют сосудодвигательным. Состоит он из нейронов, управляющих работой сердца, тонусом сосудов, сердечно-сосудистой системой. Это огромное хозяйство, с помощью которого, например, регулируется кровоток в разных частях нашего тела, кровяное давление. Руководство этими процессами является жизненно важной задачей.

В-третьих, здесь находится все, что связано с врожденным пищевым поведением. Центры вкуса, центры, запускающие глотание, слюноотделение, сосательный рефлекс, выплевывание, рвоту — то, что у младенца должно работать сразу, иначе он не сможет питаться.

В-четвертых, продолговатый мозг и мост содержат главный центр бодрствования. Этот центр собирает сигналы от всех сенсорных систем и будит человека, если, например, зазвонил будильник или кто-то потряс нас за плечо. Любой сильный входящий сенсорный сигнал способен разбудить мозг, а потом из продолговатого мозга и моста волны активации расходятся по всей ЦНС, от спинного мозга до коры больших полушарий. И мы меняем состояние с сонного на бодрствующее. Если эту зону повредить, возникнет коматозное состояние. Любое повреждение продолговатого мозга и моста, даже самое маленькое, смертельно опасно, потому что может выключиться дыхание или нарушиться глотание.

Мозжечок — это прежде всего двигательный центр. Движения нашего тела очень разнообразны. Бывают произвольные движения, бывают движения, связанные с перемещением в пространстве, бег и шаг (локомоция). Особо выделяют рефлекторные движения. Мозжечок отвечает не за все группы движений, а за автоматизированные движения. За движения, которые мы вначале

не умели четко и эффективно реализовать, они были для нас новыми, но потом мы их повторяли, повторяли — и выучили. Именно на уровне мозжечка происходит запоминание двигательных программ, их автоматизация. При повторах движений нейроны мозжечка запоминают, как эти движения качественно, быстро выполнять. А пока мозжечок не запомнил, движениями в основном управляет кора больших полушарий.

Кора больших полушарий осуществляет произвольный контроль. Вы должны смотреть, как берете предмет, какие манипуляции совершаете. Но если вы повторите эти движения сто или тысячу раз, то возникнет двигательный автоматизм. Если в пять-шесть лет ребенок старательно писал в тетрадке первые палочки и кружочки, то в десятом классе он пишет автоматически. Это значит, что уже не кора больших полушарий управляет движениями руки, а мозжечок. Мозжечок водит пальцами, а кора больших полушарий в это время, например, слушает учителя, старается понять, что он рассказывает. Смысл автоматизации состоит в том, чтобы разгрузить большие полушария и передать рутинные, повторяющиеся часто и помногу движения под управление мозжечка.

Если посмотреть на мозжечок, то можно увидеть, что в нем находится несколько зон, которые занимаются разными типами движений. Есть центральная часть, она называется *червь* и отвечает за поддержание равновесия («автоматизация вестибулярных рефлексов»). Ее обучение стартует с того момента, когда ребенок начинает держать голову, учится сидеть. *Средняя зона мозжечка, внутренняя часть полушарий* отвечает за автоматизацию локомоции и учится, когда мы начинаем ползать, ходить, бегать, плавать, то есть перемещаться в пространстве, ритмически сгибая руки и ноги. Самая наружная часть