

НАУЧПОП ДЛЯ ВСЕХ

МОЗГ

ИНСТРУКЦИЯ

ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

«**ОТЛИЧНЫЙ
УЧЕБНИК ПО НЕЙРОПСИХОЛОГИИ
ДЛЯ НЕЖЕЛАЮЩИХ ПОСТУПАТЬ В ВУЗЫ.**»

**ВАСИЛИЙ ЧИБИСОВ,
АВТОР КНИГИ «ВСЯ ФИГНЯ — ОТ МОЗГА?!»**

**МАРКО
МАГРИНИ**
ПОПУЛЯРИЗАТОР НАУКИ

Магрини. Мозг Инструкция



Вы смогли скачать эту книгу бесплатно и легально благодаря проекту **«Дигитека»**. [Дигитека](#) — это цифровая коллекция лучших научно-популярных книг по самым важным темам — о том, как устроены мы сами и окружающий нас мир. Дигитека создается командой научно-просветительской программы [«Всенаука»](#). Чтобы сделать умные книги бесплатными, достойно вознаградив авторов и издателей, Всенаука организовала всенародный сбор средств.

Мы от всего сердца благодарим всех, кто помог освободить лучшие научно-популярные книги из оков рынка! Наша особая благодарность — тем, кто сделал самые значительные пожертвования (имена указаны в порядке поступления вкладов):

Дмитрий Зимин

Екатерина Васильева

Зинаида Стаина

Григорий Сапунов

Иван Пономарев

Анастасия Азбель

Николай Кочкин

Алексей Чмутов

Роман Кишаев

Сергей Вязьмин

Сергей Попов

Алина Федосова

Алексей Озоль

Роберт Имангулов

Алексей Волков

Александр Мусаев

Денис Бесков

Руслан Кундельский

Иван Брушлинский
Роман Гольд
Евгений Шевелев
Руслан Додыханов
Максим Кузьмич

Мы также от имени всех читателей благодарим за финансовую и организационную помощь:

Негосударственный институт развития «Иннопрактика»

Российскую государственную библиотеку

Компанию «Яндекс»

Фонд поддержки культурных и образовательных проектов «Русский глобус».

Этот экземпляр книги предназначен только для личного использования. Его распространение, в том числе для извлечения коммерческой выгоды, не допускается.

Научпоп для всех

Марко Магрини

Мозг. Инструкция пользователя

«Издательство АСТ»

2017

УДК 612.82
ББК 28.707.3

Магрини М.

Мозг. Инструкция пользователя / М. Магрини — «Издательство АСТ», 2017 — (Научпоп для всех)

ISBN 978-5-17-110388-0

Анатомически мозг человека очень хорошо изучен. Исследованиям и экспериментам несть числа: мозг многократно резали на тончайшие слои, просвечивали рентгеновскими лучами до клеток и молекул, рассматривали в магнитно-резонансных и позитронно-эмиссионных томографах, измеряли в электрических и магнитных полях изнутри и снаружи... И вместе с тем на вопросы о многих функциях мозга ученые до сих пор чистосердечно отвечают: не знаю. Что уж говорить об обывателях. Мозг невероятно сложен: а ведь все мы – «пользователи» мозга! Можно ли обычному человеку не только объяснить, как работает мозг, но и толком научить людей им пользоваться? Марко Магрини предпринял достойную попытку справиться с этой задачей.

УДК 612.82
ББК 28.707.3

ISBN 978-5-17-110388-0

© Магрини М., 2017
© Издательство АСТ, 2017

Содержание

О книге Марко Магрини «Мозг. Руководство пользователя»	8
Вместо вступления	10
1. Какими мы видим самих себя	12
1.1. Технические характеристики	15
1.2. Версия операционной системы	17
2. Из чего состоит мозг	18
2.1. Нейроны	20
2.1.1. Дендриты	23
2.1.2. Сомы	23
2.1.3. Аксон	24
2.1.4. Синапсы	25
2.2. Нейротрансмиттеры	28
2.3. Глиальные клетки	38
2.3.1. Микроглия	40
2.3.2. Астроциты	40
2.3.3. Олигодендроциты	41
2.4. Другие структуры	42
2.4.1. Гематоэнцефалический барьер	42
2.4.2. Спинномозговая жидкость	42
3. Топография	43
3.1. «Рептильный мозг»	44
3.1.1. Мозговой ствол	45
3.1.2. Мозжечок	46
3.2. «Мозг млекопитающего»	48
3.2.1. Таламус	50
3.2.2. Миндалевидное тело	50
3.2.3. Гиппокамп	51
3.2.4. Гипоталамус	51
3.2.5. Базальные ганглии	52
3.2.6. Поясная извилина	53
3.3. «Мозг примата»	54
3.3.1. Кора головного мозга	54
4. Основные характеристики	61
4.1. Предвидение	62
4.2. Память	64
4.3. Пластичность	67
4.4. Интеллект	69
5. Установка системы	72
5.1. Начало жизни	73
5.2. Первые шаги	74
5.3. Энергетические потребности	76
5.3.1. Питание	76
5.3.2. Сон	78
5.3.3. Физкультура	80
5.4. Рекомендации	82
6. Работоспособность	85

6.1. Чувства	86
6.1.1. Обоняние	86
6.1.2. Вкусовые ощущения	88
6.1.3. Зрение	89
6.1.4. Слух	91
6.1.5. Осязание	93
6.1.6. Чувство времени	94
6.2. Чувства и эмоции	97
6.2.1. Страх	97
6.2.2. Любовь	99
6.2.3. Счастье	101
6.3. Сознание	104
6.3.1. Самооценка	105
6.3.2. Эмпатия	107
6.3.3. Мироззрение	109
6.4. За пределами сознания	112
6.4.1. Система вознаграждения	112
6.4.2. Свобода воли	114
6.4.3. Личность	116
7. Панель управления	119
7.1. Мотивация	120
7.2. Внимание	123
7.3. Обучение	126
7.4. Воображение	130
7.5. Принятие решений	133
7.6. Когнитивный контроль	135
8. Версии	138
8.1. Версия F® и версия M® в сравнении	139
9. Основные проблемы	145
9.1. Вычислительные ошибки	147
9.1.1. Синестезия	147
9.1.2. Плацебо и ноцебо	148
9.1.3. Когнитивные предубеждения	148
9.1.4. Ложные воспоминания	150
9.1.5. Привычки и зависимости	150
9.1.6. Хронический стресс	152
9.1.7. Фобии и иллюзии	153
9.2. Неполадки	155
9.2.1. Аутизм	155
9.2.2. Хроническая депрессия	155
9.2.3. Обсессивно-компульсивное расстройство	156
9.2.4. Шизофрения	157
9.2.5. Нейродегенеративные поражения	157
9.3. Опровержение распространенных мифов	158
10. К концу жизни	161
10.1. Период подготовки	162
10.2. Учиться, учиться и еще раз учиться	164
10.3. После жизни	166
11. Обновления	167

11.1. Развитие памяти	168
11.2. Развитие способностей мозга	170
11.3. Волшебные молекулы для мозга	173
12. Версия будущего	175
12.1. Нейротехнологии	176
12.2. ГММ (Генетически модифицированный мозг)	179
12.3. Искусственный разум	181
Приложения	184
Гарантийный талон	184
Устранение неполадок	185
Правовая информация	187
Послесловие	188
Библиография	190
Благодарности	191

Марко Магрини

Мозг. Инструкция пользователя

© Соколова М., перевод на русский язык, 2019

© ООО «Издательство АСТ», 2019

О книге Марко Магрини «Мозг. Руководство пользователя»

Мир вокруг нас стремительно меняется во многих отношениях. В этом движении едва ли не опережающими темпами меняются предпочтения читателей: все больше интереса к природе самого человека, к ресурсам его психических функций, к загадкам необычных способностей и всевозможным методам развития этих способностей, к тайнам строения и механизмов мозга, наконец, к возможностям его футуристических апгрейтов. Однако мало кто задумывается, что мозг человека, так же как и сердце, и желудок, требует бережного к нему отношения: необходимо, чтобы под рукой всегда были «инструкции», как им пользоваться и как «починить» в случае чего. Книга замечательного научного журналиста Марко Магрини «Мозг. Руководство пользователя» как раз об этом. Анатомически мозг человека очень хорошо изучен, уже многократно порезан на тончайшие слои и просвечен рентгеновскими лучами, до клеток и молекул, рассмотрен в магнитно-резонансных и позитронно-эмиссионных томографах, измерен в электрических и магнитных полях изнутри и снаружи. И все это богатство новейших профессиональных знаний автор просто и очень доступно изложил в первых главах своей книги. Понятно, что как бы хорошо ни было описано некое электронное устройство, каким бы образным языком автор ни рассказывал о транзисторах, о схемах их объединения в чипы, а потом и в целые функциональные агрегаты, – понять, что это, к примеру, всего лишь блок управления стиральной машиной, было бы невозможно, если не посмотреть его в действии. Мозг в действии – это следующие несколько глав книги. Здесь не только про управление руками и ногами и про органы чувств – здесь вся палитра психической активности мозга: от памяти и мышления до принятия решений и сознания, от элементарных эмоций и аффектов до эстетических чувств. Рассказано даже о свободе воли, о любви и счастье. Может, в этом месте мы не все согласимся с таким авторским пассажем: «Любовь живет вовсе не в сердце. Она обитает в мозгу, в особом нежном участке лимбической системы. Это, конечно, не значит, что нужно всерьез запретить все песни и стихи о сердце, полном любви, однако наше время открыло суровую реальность: любовь – это не что иное, как деятельность нейронов». И далее автор вконец разрушает наши детские представления о спящих красавицах и прекрасных принцах, переводя их романтические отношения в какие-то перетасовки между нейронами, погруженными в коктейли из гормонов и медиаторов. Но в конечном итоге Марко Магрини все-таки проговаривается об истинном положении дел: «Так называемая романтическая любовь – счастливый дар, отклонение, характерное для цивилизации *sapiens*». Это, оказывается, и есть лейтмотив всей книги: мы с вами и наш мозг – счастливый дар. И уже в исследовании мозговых «механизмов» счастья автор приходит к удивительному выводу: «Хоть нам и кажется порой, что все пропало, но поверьте, всегда найдется тот, кому значительно хуже, чем нам; одна эта мысль запросто может запустить выработку дофамина». Оказывается, при всем уважении к нейрофизиологам с их нейронными разработками, все обстоит совсем наоборот: игрой нейронов и медиаторов управляют... мыслительные конструкции, наши психические образы, наши мечты и чувства. Это признак очень хорошей научно-популярной литературы, когда автор не навязывает читателю ученые премудрости, но умело стимулирует читателя к творческим трактовкам академически верифицированных фактов. К тем самым творческим актам, которые, по словам автора, «скоро поменяются ролями с глобальной экономической конкуренции, и станут движителем прогресса, поскольку новизна идей начинает играть более важную роль, чем стоимость товара». Этот дискурс про творческое начало в деятельности мозга человека автор продолжает в заключительных главах про «версии будущего» и искусственный разум. Его совершенно не впечатляют достижения современных версий искусственного интеллекта, запросто

обыгрывающего великих шахматистов и титулованных игроков в го и в *Jeopardy*. «Выход на сцену искусственного интеллекта произойдет неизбежно и принесет новые проблемы и новые успехи, и это событие обещает новую волну технологического прогресса...» – пишет Марко Магрини. Но в отличие от систем искусственного интеллекта «... в любом новом изобретении человека есть частичка божества». Автор оставляет нас с мыслью об этой «частичке божества», которая всегда будет отличать интеллект человека от любых искусственных конструкций, как бы много они ни запоминали и как бы быстро ни считали.

Александр Каплан,

доктор биологических наук, заведующий лабораторией нейрофизиологии и нейроинтерфейсов на биологическом факультете МГУ им. М. В. Ломоносова, автор научно-популярной книги «Тайны мозга»

Вместо вступления

Спасибо большое, дорогой читатель, что вы приобрели эту книгу, написанную специально для вас. Прошу вас прочесть ее внимательно, и по возможности всегда держите ее под рукой, на тот случай, когда вам потребуется найти ответ на ваш вопрос.

Наш мозг служит нам безупречно, и это поразительно. Он обеспечивает одновременную работу органов чувств, через которые в него поступает информация об окружающей среде, нервной системы, отвечающей за двигательные способности, в нем безостановочно кипит работа сознания, от которой зависит понимание ситуации и принятие решений. А еще мы пользуемся всем этим в течение достаточно долгих лет!

Знаменитый изобретатель Томас Эдисон однажды заявил, что «наше тело служит в основном носителем для мозга». Этой странной фразой он хотел сказать, что мы суть наш мозг.

В мире издаются миллионы учебных пособий. На сайте www.manualsonline.com их 700 тысяч, и многие из них посвящены машинам самого разного предназначения – от фритюрницы до газонокосилки, от электрической зубной щетки до автоматической гаражной двери. Однако в этом море разнообразной технической информации не найти материалов о самой совершенной машине в мире, которой к тому же обладает каждый человек. Мозг и в самом деле является машиной, по крайней мере в том смысле, что он непрерывно совершает множество расчетов, расшифровывая одномоментно огромный объем информации, поступающей от параллельно действующих сенсорных устройств, из коих самым сложным, пожалуй, является наше зрение. Работу мозга можно описать с помощью набора алгоритмов – как если бы наш разум пропускал полученную информацию через специальную программу, установленную на оборудовании, спрятанном в нашей голове.

Конечно, мозг не является машиной в буквальном смысле слова. В нем нет ни программного обеспечения, ни оборудования. Некоторые специалисты называют его *wetware* – «влажное оборудование» (по аналогии с английским названием *software*, обозначающим программное обеспечение), подчеркивая тем самым его биологическое, природное происхождение. Мозг является самым восхитительным – и самым загадочным – продуктом эволюции. Восхитительным, поскольку ничто другое во Вселенной не может сравниться с ним по степени сложности. Несмотря на то что он состоит из тех же атомов периодической таблицы Менделеева, что и звезды, он способен на поразительные вещи: мыслить, говорить и действовать. И тем самым участвовать в создании собственного мира.

И он загадочен, поскольку наука – его собственное создание – не может сказать, что знает о нем достаточно. Да какой там достаточно – почти ничего не знает!

Ученые не только не знают толком, как мозг функционирует, но и не могут прийти к согласию, что вообще можно считать реальностью. Вообразите, что определение сознания, самого главного свойства мозга, потребовало столетий жаростных дискуссий, так и не приведших к единому мнению. И спорят о мозге не только философы и теологи.

В качестве примера можно также привести отсутствие единого мнения по проблеме знакомого всем людям временного отключения сознания, именуемого сном: существует не менее двух десятков различных теорий, почему мозгу нужно периодически засыпать (при этом продолжая работу). Если на то пошло, нет и общей теории нарушений сна и вызванных ими недугов типа депрессии. Да и о самой депрессии единой научной теории не существует. И так до бесконечности.

Но тем не менее современная наука знает о мозге уже довольно много. Древние философы спорили, где находится разум – в голове или в сердце, и некоторые авторитеты, например Аристотель, склонялись ко второму вместилищу. Сегодня же мы знаем, что мозг является центром контроля нервной системы всех представителей позвоночных и значительной части

беспозвоночных. Мы знаем, как мозг эволюционировал и из чего состоит, знаем, что в каждой его клетке хранится генетический код, и можем его прочесть. У нас есть специальные технологии типа МРТ (магнитно-резонансная томография) и МЭГ (магнитоэнцефалография), которые позволяют наблюдать когнитивные функции в действии. Можно сказать, что мы на бешеной скорости продвигаемся по пути познания систем функционирования мозга.

Инструкцию по пользованию холодильником составляет специалист по холодильникам. Наш мозг является продуктом эволюции, которой потребовались миллионы лет на его создание, и только он сам может подобрать ключи к самому себе, и на их поиск ушли труды многих поколений ученых, искавших разгадку этой тайны. Эволюция жизни на Земле создала условия для эволюции разума, который неизбежно пытается познать сам себя.

Труд, который содержал бы все, что мы знаем или полагаем, что знаем о мозге, был бы монументальным томом, доступным только специалистам по высшей нервной деятельности. Настоящее сочинение предназначено, наоборот, для самых обычных читателей, у которых, как и у всех, тоже есть мозг. Эта книга представляет собой сборник простых объяснений одной из самых сложных вещей на свете, и они, эти объяснения, смогут, я надеюсь, принести пользу вам в вашей повседневной жизни.

«Если бы человеческий мозг был так прост, что мы могли бы его понять, мы были бы так просты, что не смогли бы его понять». Этот знаменитый афоризм столь знаменит, что его приписывают по крайней мере трем разным авторам¹.

В конце концов человечеству удастся прийти к разгадке тайны мозга, мы в этом уверены. Это вопрос времени. Не завтра, но через двадцать, сто или двести лет представители вида *Homo sapiens* смогут понять, как устроен их собственный мозг. Однако только на формулирование вопросов у нас ушло несколько сотен веков – с момента появления нашего вида в результате эволюции.

Настоящее руководство не заглядывает ни в историю блужданий в потемках невежества, ни в отдаленное, плохо предсказуемое будущее научного знания. Мы рассмотрим, с чем мы имеем дело сегодня в области знаний о человеческом мозге. На самом деле знаний этих намного больше, чем вы можете себе представить.

Возможности современных технологий, а также поразительные открытия в области нейробиологии, сделанные за последние двадцать лет, ежедневно подтверждают гениальное предвидение Сантьяго Рамон-и-Кахаля, одного из отцов-основателей современной нейрофизиологии. Еще в 1897 году он написал: «Каждое человеческое существо, при определенной склонности к познанию, может стать исследователем собственного мозга». Нам повезло, что его мозг, как в общем-то и мозг любого другого человека, умел задаваться вопросами «как?» и «почему?».

¹ Цитату Джордж Эдгин Пью в своей книге «The biological origin of human values» («Биологическое происхождение человеческих ценностей») приписал своему отцу Эммерсону Л. Пью. Некоторые считают ее фразой из книги Ларри Чанга «Wisdom for the soul» («Мудрость для души»). Числится среди потенциальных авторов и математик Иэн Стюарт.

1. Какими мы видим самих себя

Каждую секунду, и в том числе когда вы читаете эти строки, в нервной системе человека происходят миллионы химических реакций, которые мы не ощущаем. Эти процессы служат мозгу языком, на котором он общается с нашим организмом: получает информацию, обрабатывает и передает команды.

Ученые прошлого действительно полагали, что мозг является механизмом. Рене Декарт сравнивал его с гидравлическим насосом, Зигмунд Фрейд – с паровой машиной, а Алан Тьюринг – с компьютером, – каждый мыслитель выдвигал идею в соответствии с техническими достижениями своего времени. Естественно, что Тьюринг подошел ближе всех к современным взглядам на мозг. Конечно, в прямом смысле слова мозг компьютером не является, однако у них довольно много общего. Оба «устройства» передают информацию с помощью электрических импульсов.

В компьютере информация зашифрована с помощью двоичного цифрового кода (сочетание единиц и нулей), а способ передачи информации в мозге можно назвать аналоговым (колебания электрического потенциала в диапазоне нескольких милливольт). Это чрезвычайно сложный процесс: когда объем поступающей информации вдруг превышает некий уровень, нейрон в буквальном смысле «выстреливает» электрическим зарядом в соединенный с ним соседний нейрон. Но до тех пор, пока уровень не будет превышен, не произойдет ничего. Во многом это похоже на действие двоичного цифрового кода: да – ток включен, нет – выключен [см. «Синапсы», стр. 33].

Оба процесса в принципе можно выразить с помощью вычислений, однако компьютер действует последовательно, в единицу времени он производит лишь одну из прописанных в программе операций. А вот мозг умудряется выполнять операции параллельно, делая одновременно множество самых разных расчетов и оценок [см. «Чувства», стр. 115]. Но будущее уже на пороге – микропроцессоры, предназначенные для графических приложений (так называемые ГПУ, графическое процессорное устройство, специальный микрочип), используют технологию параллельных вычислений.

Обоим этим устройствам, что мозгу, что компьютеру, требуется питание. Компьютер потребляет пищу в виде электронов, а мозг – в виде молекул кислорода и глюкозы [см. «Питание», стр. 101]. Оба обладают памятью – первый использует кремниевые полупроводниковые пластины, второму же достаточно несколько раз повторить синаптическое соединение. Человеческая память строится на обучении, упражнении и повторении [см. «Память», стр. 83].

Оба устройства менялись с течением времени, но совсем по-разному: развитие вычислительной техники носит экспоненциальный характер – количество операций, производимых в единицу времени, удваивается каждые два года; мозгу же *Homo sapiens* понадобилось не менее 500 миллионов лет, чтобы превратиться из достаточно примитивного органа первых позвоночных в то, что находится сегодня в нашей голове. Скорость, с которой происходят изменения, совершенно иная – за последние 50 тысяч лет человеческий мозг практически не изменился, и сегодня в голове у *Homo sapiens* функционирует та же «модель», что и у предков [см. «Топография», стр. 53].

На протяжении долгих веков ученые считали, что человеческий мозг практически не изменяется, за исключением периода детства, когда люди учатся ходить и говорить. Они полагали, что мозг не поддается лечению и восстановлению после травм и повреждений, а отстающий в учебе ребенок является навеки заложником ограниченных когнитивных способностей. Эти убеждения создавали почву для всевозможных видов социального неравенства, бремя которых считалось долгие годы фатальным – низшие слои общества были обречены на дурные

привычки и зависимости. До последнего времени считалось, что в восемьдесят лет человек не может иметь такую же память, как в пятьдесят.

Только в 70-х годах XX века исследователи смогли убедиться, что на самом деле все обстоит совершенно по-другому: мозг непрерывно меняется. Именно изменения лежат в основе любой мозговой деятельности. Способность мозга к изменениям, которую ученые назвали «пластичностью мозга» [см. «Пластичность», стр. 87], превзошла все ожидания – мозг оказался весьма схожим с компьютером, процессы которого идут в асинхронном и параллельном режиме. К тому же этот компьютер способен по ходу работы менять собственное программное обеспечение. Это чрезвычайно хитроумное программное обеспечение, записанное с помощью атомов и молекул, связывает в единую сеть около 86 миллиардов нейронов, помещающихся примерно в полтора килограмма мозгового вещества. Каждый нейрон способен не менее 200 раз в секунду передавать сигналы тысячам соседних нейронов – в результате мозг способен совершать примерно 38 миллионов миллиардов операций в секунду! Распространенное заблуждение, что человек использует свой мозг всего на 10 %, является не более чем мифом [см. «Опровержение распространенных мифов», стр. 225].

Самое потрясающее, что наш мозг потребляет на эти процессы не более 13 ватт/час. Ни один компьютер в мире пока не может сравниться с вычислительными способностями человеческого мозга («вычисления» в данном контексте обеспечивают функционирование зрения, слуха, воображения), с его потрясающей энергетической эффективностью. И это только начало.

Почти все клетки человеческого организма находятся в процессе непрерывного рождения, развития, умирания. Все, кроме нервных, – они сопровождают человека всю его жизнь, от рождения до смерти [см. «К концу жизни», стр. 230]. Именно они делают человека человеком. Индивидуальность, способности и таланты, знания и словарный запас, наклонности и вкусы, даже воспоминания о прошлом записаны в личной нейронной карте [см. «Личность», стр. 166]. В мире нет двух людей с одинаковым мозгом, даже мозги близнецов не идентичны.

Поразительно, но это устройство способно, в определенных пределах, починить самое себя. Когда какой-либо его участок оказывается поврежденным в результате несчастного случая, мозг способен перепрограммироваться, перенести самостоятельно функции из раненых областей в здоровые [см. «Зрение», стр. 121]. Иногда перераспределение деятельности может затронуть весьма обширные области мозга (например, в случае утраты зрения области, ответственные за визуальные способности, перераспределяются между другими чувствами), но обычно оно затрагивает небольшие участки, поскольку многие нейроны в течение нашей жизни умирают и не восстанавливаются. При этом живые нервные клетки прекрасно знают, как им нужно реорганизоваться, чтобы последствия гибели нервной ткани не сказались на человеческом существовании фатальным образом [см. «Развитие способностей мозга», стр. 243]. В обычном процессоре поломка транзистора на одной из кремниевых плат может привести к прекращению работы компьютера. В мозге же в случае отказа одного из синапсов, ответственного за обеспечение 150 тысяч миллиардов связей между нейронами, сигнал тревоги не успеет включиться – процессы переключаются спонтанно.

Влияние одного-единственного нейрона на сотни связанных с ним клеток нервной ткани может быть и сильным, и очень слабым, в зависимости от прочности и устойчивости синапса. Согласно правилу, сформулированному канадским ученым Дональдом Хеббом в 1949 году, «Neurons that fire together, wire together» («Нейроны, которые вместе возбуждаются, соединяются вместе»). Нейроны, через которые нервный импульс проходит одновременно, соединяются и усиливают друг друга.

Благодаря этой способности мозг может постепенно преобразовывать отдельные участки: создавать новые синапсы, усиливать способности действующих, удалять нефункционирующие [см. «Первые шаги», стр. 97]. Значительное количество мозговых функций – например, спо-

способность к обучению – зависит от постоянного обновления синаптических соединений, от их мощности и устойчивости. В конечном счете, опровергая научные взгляды прошлого, можно утверждать, что к человеческому мозгу неприменимы понятия неизменности и постоянства:

- Мозг постоянно находится в состоянии самосохранения.
- Ребенок, считавшийся «безнадежным двоечником», может внезапно «научиться учиться»; надо просто поощрять его, а не убивать на корню любую инициативу [см. «Обучение», стр. 179].
- С любой вредной привычкой, сколь бы застарелой и милой сердцу она ни была, можно расстаться. Даже сильные зависимости, такие как игромания, могут быть поставлены под контроль и подчинены воле человека [см. «Привычки и зависимости», стр. 212].
- Старушка может сохранить память молодой женщины, если не прекратит учиться и напрягать умственные способности [см. «Учиться, учиться и еще раз учиться», стр. 235].
- А вот длительный стресс, даже если он не приводит к посттравматическому синдрому, вызывает необратимые изменения в мозгу, причем в долгосрочной перспективе [см. «Хронический стресс», стр. 216].

Внимание: эта книга является научно-популярной [см. «Правовая информация», стр. 268]. В случаях мозговых патологий или серьезных нарушений нервной деятельности следует обращаться к специалистам, которые могут оказать необходимую помощь и провести соответствующее лечение [см. «Неполадки», стр. 220].

Если продолжать аналогии с компьютером, люди являются «пользователями» мозга, но «пользователями» привилегированными – с помощью желания, то есть некоего волеизъявления, мы способны изменять, наращивать, настраивать, пусть частично, нашу собственную синаптическую систему [см. «Панель управления», стр. 170]. Нечто, сказанное мимоходом, может изменить жизнь.

Люди ждут контактов с внеземной цивилизацией, воображают инопланетян, превосходящих нас интеллектуально, и при этом имеют под рукой мозг *Homo sapiens*, по-прежнему остающийся самой необыкновенной, поразительной и фантастической вещью на свете. Он настолько сложно и хитроумно устроен, что его нейроны способны производить мысли и хранить воспоминания. И он абсолютно индивидуален – создан для каждого пользователя персонально. Глубокое изумление охватывает исследователя, внезапно понимающего, что нет в мире ничего, что могло бы сравниться с этим биологическим устройством, способным с невероятной эффективностью производить сложнейшие расчеты. Попробуем же заглянуть в этот удивительный орган.

1.1. Технические характеристики

Вес (в среднем)	1500	г
Вес по отношению к общему весу человеческого тела	2	%
Объем (в среднем)	1700	мл
Длина (в среднем)	167	мм
Ширина (в среднем)	140	мм
Высота (в среднем)	93	мм
Среднестатистическое количество нейронов	86	млрд
Диаметр нейронов	4–100	микрон
Электрический потенциал нейронов в состоянии покоя	-70	милливольт
Количество натриевых насосов в одном нейроне	1	млн
Количество синапсов	> 150 000	млрд

Вес (в среднем)	1500	г
Соотношение серое вещество/белое вещество в коре мозга	1:1,3	
Соотношение нейроны/глиальные клетки	1:1	
Количество нейронов на коре головного мозга (женщины)	19,3	млрд
Количество нейронов на коре головного мозга (мужчины)	22,8	млрд
Потеря нейронов корой головного мозга	85 000	в сутки
Общая длина миелинизированных нервных волокон	150 000	км
Площадь коры головного мозга	2500	кв. см
Количество нейронов в коре головного мозга	10	млрд
Количество синапсов на коре головного мозга	60 000	млрд
Количество слоев в коре головного мозга	6	
Толщина коры головного мозга	1,5–4,5	мм
Количество спинномозговой жидкости	120–160	мл
pH спинномозговой жидкости	7,33	
Количество черепно-мозговых нервов	12	
Поток крови	750	мл/сек
Потребление кислорода	3,3	мл/мин
Потребление энергии	>12,6	ватт/час
Максимальная скорость прохождения электрического импульса	720	км/час
Нормальная температура	36–37	град. С°

1.2. Версия операционной системы

Современной версии «операционной системы», которая работает в мозге человека, можно, по аналогии с компьютером, присвоить номер 4.3.7 (G-3125)². Ее можно квалифицировать как нервную систему, последовательно эволюционировавшую в течение миллионов лет посредством генетических мутаций и предназначенную для идеального функционирования человеческой особи на данной планете.

О новых версиях системы (в настоящий момент недоступны) можно получить информацию в разделе «Версия будущего» [см. стр. 252].

² В названии версии 4.3.7 (G-3125):4 = беспозвоночные/позвоночные/млекопитающие/приматы;3 = гоминиды/австралопитеки/род Homo;7 = Homo habilis/Homo ergaster/Homo erectus/Homo antecessor/Homo heidelbergensis/Homo sapiens/ Homo sapiens sapiens;G-3125 = количество поколений (приблизительно), предшествовавших появлению современного человека (Homo sapiens sapiens) и его мозга.

2. Из чего состоит мозг

С точки зрения врача-анатома, мозг представляет собой единое целое. Однако это не так. Строение мозга часто упрощают, представляя его чем-то вроде нейронной сети, но он далеко не однороден. Ближе к истине представление о мозге как о сложной сети, состоящей из нескольких подсетей, каждая из которых включает в себя собственные подсети.

Даже одна-единственная клетка мозговой ткани [см. «Нейроны», стр. 26] представляет собой важное звено цепи, управляемое инструкциями, закодированными в генах. Клетка, в свою очередь, отвечает за действие миллионов ионных каналов, натриево-калиевых насосов и других химико-биологических образований, которые определяют **электрический потенциал клеточной мембраны**, то есть разницу напряжения внутри и снаружи клетки. Однако клетка сама по себе ничего не значит в работе мозга, вычислительный процесс возможен только во время соединения нейрона с другими нейронами. Информация на самом деле хранится не в клетках головного мозга, она остается в соединениях между клетками – в так называемых **синапсах** [см. стр. 33].

Рядовой нейрон имеет несколько тысяч связей с многочисленными постсинаптическими нейронами, расположенными рядом. Соседствующие нейроны организуются в функциональные группы, так называемые **ансамбли**. Например, только в одном лишь гипоталамусе [см. стр. 65], имеющем размер чуть больше миндального ореха, их не менее пятнадцати, и каждый ансамбль выполняет свою функцию. Нейроны могут подключаться также к цепям, формирующим **церебральные каналы**, которые отвечают за особые функции мозга – например, такие, как сон или концентрация внимания. Нейронные цепочки тоже могут объединяться, чтобы усилить разрозненные действия, – и мы получаем на выходе способность к связной речи или чувство эмпатии. Мозг, таким образом, представляет собой монументальную сеть, способную производить такие таинственные вещи, как сознание и мышление [см. стр. 90].

Система связей в мозге не была бы столь потрясающе эффективной, если бы все ее процессы не дублировались параллельной сетью, которая тесно перепутана с нейронной, по сути, обвивая ее, как лоза: эта сеть сформирована **глиальными клетками** [см. стр. 46], они снабжают нейроны питанием, кислородом, выводят отходы жизнедеятельности. Вдобавок глиальные клетки обеспечивают невероятную скорость, с которой действуют **аксоны** – клеточные отростки, служащие путями передачи импульсов на далекие расстояния [см. стр. 32]. Аксоны покрыты слоем беловатой жировой ткани, называемым **миелином**. Несколько упрощая, можно сказать, что она усиливает сигнал [см. стр. 50]. **Кора головного мозга**, которая в отличие от остальной мозговой ткани состоит из шести слоев, подчиняющихся строгой иерархии, обязана эффективностью именно высокой скорости, с которой нервные импульсы проходят большие расстояния.

Поразительно, общая длина волокон миелина человеческого мозга (включая и волокна, что соединяют между собой полушария, формируя так называемое **мозолистое тело**) оценивается в примерно 150 тысяч километров. Это равно четырем окружностям земного экватора!

Следует отметить, что эта чудовищно сложная сеть играет важную роль и в функционировании обоих полушарий головного мозга (**правое и левое полушария** отвечают за противоположные части тела), и в работе различных мозговых долей и областей коры (отвечающих за процесс мышления и исполнительные функции), и в деятельности всех других составных частей церебрального аппарата, каждая из которых обладает строго определенным количеством нейронов определенного назначения. Каждый из нейронов находится на строго определенном месте в иерархии, в соответствии с предписанными ему функциями. Говоря другими словами, мозговая нейронная сеть состоит из многочисленных подсетей. Древние пирамиды

Гизы, «Джоконда», «Реквием» Моцарта, открытие гравитации или эволюции – примеры чудес, которые могут создавать нейроны, составляющие суперсеть в человеческом мозге.

2.1. Нейроны

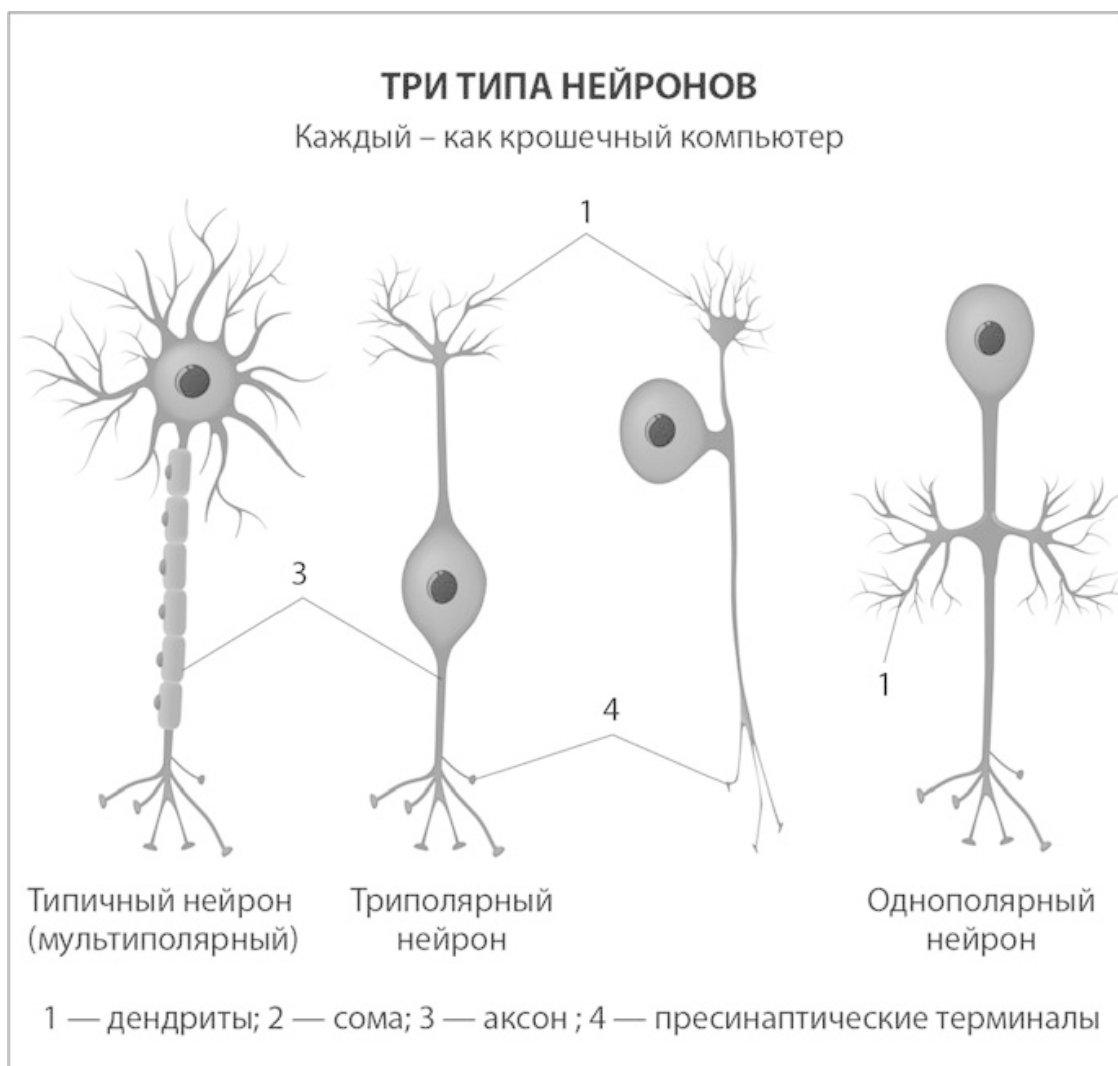
По ряду оценок, тело человека среднего роста и веса состоит из 37 тысяч миллиардов клеток. Независимо от того, хрупкая ли это старушка или крепкий молодой парень, на их создание пошло весьма внушительное количество биологических кирпичиков.

Однако во всех частях этой сложной конструкции из клеток костей и крови, печени и кожи наличествуют непременно клетки особой группы, распределенной по всему телу, – нейроны. Кирпичики, составляющие нервную ткань, обладают удивительными свойствами. Они могут испытывать электрическое возбуждение и, включаясь в сеть, состоящую из бесконечного количества миллиардов соединений, передают электрические импульсы и химические реакции на сотни километров в течение миллисекунды.

Считается, что в мозге примерно 86 миллиардов нейронов³, которые сопровождают человека от рождения до смерти, в отличие от других клеток. Большинство нейронов живут долгую жизнь вместе со своим хозяином [см. стр. 230]. Передача информации в виде электрохимических реакций по чрезвычайно запутанной сети клеток мозга позволяет читать и понимать этот текст в данную минуту. Эта же сеть создает в нашей голове память, порождает различные идеи, позволяет выразить эмоции и отвечает за множество разных проявлений человеческой личности.

Центральная часть нейрона, его тело, которое называется **сома**, имеет бесконечно крошечные размеры (самый маленький в диаметре имеет 4 микрона, то есть 4 миллионных части метра), но при этом клетка может растягиваться на несколько сантиметров, ее отростки превышают размер ядра в десятки тысяч раз. Эти отростки, протягивающиеся на огромные, по сравнению с размерами ядра, расстояния, именуются **аксонами**. Каждый нейрон имеет только один аксон, и по аксону, как по проводу, информация передается вовне нейрона, к другим нейронам. От другого нейрона к аксону тянется другой отросток, более короткий, **дендрит**: у каждого нейрона таких дендритов много, они имеют разветвления и, как антенны-приемники, считывают информацию и направляют ее внутрь клетки.

³ Некоторые исследователи приводят количество в 100 млрд нейронов, оцениваемое тоже приблизительно. В одной из работ, опубликованной в 2009 году, авторы утверждают, что их все-таки на 14 % меньше (Frederico Azevedo, Suzanaerculano-Houzel и др., «Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain»).



Нейроны могут принимать самые различные формы, каковых насчитывается более двухсот видов, но основная разница между типами нейронов состоит в роли, которую они играют в церебральной сети. **Сенсорные нейроны** (они называются также афферентными, то есть «передающими в центр») получают сигналы от различных органов, таких как глаза, или поверхностных тканей, например кожи, и передают их в центральную нервную систему.

Двигательные нейроны (еще их называют эфферентными, что означает «те, что проводят сигнал») передают приказы от нервной системы к различным периферийным органам, вплоть до пальцев ног, по позвоночному столбу. **Интернейроны**, то есть все остальные, осуществляют чудо мышления посредством невероятно сложной системы сети внутренних связей. В мозге *Homo sapiens* количество синапсов, ответственных за прохождение сигналов, превышает любое воображение. Синапс представляет собой терминаль-трансмисмиттер (передатчик), соединенный с терминалем-реципиентом (приемником) через бесконечно крошечное внеклеточное пространство, именуемое синаптической щелью.

Нейроны общаются между собой посредством молекулярных цепочек, нейротрансмиттеров [см. стр. 36], которые приходят в движение по команде клетки. Команда на **потенциальные действия** приходит в виде изменений электрического напряжения, за тысячные доли секунды высвобождающих молекулы веществ-нейротрансмиттеров (например, дофамина, серотонина или норадреналина) и направляющих их к клетке-приемнику. Таким образом, когда нейрон меняет свой электрический потенциал, он посылает сообщение соседнему

нейрону. Это сообщение либо приводит последний в возбуждение, в свою очередь, либо, наоборот, успокаивает и создает «режим тишины».

На эту систему передачи информации, уже достаточно сложную, накладываются нейронные колебания, или нейронные осцилляции, более известные как **мозговые ритмы**.

Эти колебания имеют регулярный характер и разную частоту (измеряемую в герцах, то есть в количестве колебаний в секунду) и возникают в разных областях мозга, в зависимости от его активности, то есть в границах от глубокого сна до крайнего возбуждения. Эти осцилляции были открыты в 90-х годах прошлого века благодаря появлению такого прибора, как энцефалограф.

Тип волн	Частота (герц)	Типичны для	Пример
Дельта	1–4	Сон без сновидений	Сознание в отключке, тело не совершает движений
Тэта	4–7	Медитация, сновидения	Спать и видеть сон о прекрасном отпуске
Альфа	7–12	Спокойствие, расслабление	Думать о чем-нибудь приятном, например о прекрасном отпуске
Бета	12–30	Сосредоточенность, напряженное обдумывание	Планирование двух недель отпуска: как приобрести билеты, какую заказать гостиницу, стоит ли брать напрокат машину
Гамма	30–100	Напряженное внимание, беспокойство	Осознание того факта, что после отпуска денег не останется ни на что

Передача информации по нейронной сети дублируется параллельной системой контроля прохождения сигнала. Параллельная система работает как цифровая (сигнал может быть только двух видов – «вкл» или «выкл», то есть «да» или «нет»), не использует аксоны для передачи сигнала на далекое расстояние и действует в основном между соседними нейронами, эти самые да/нет передаются от сомы к соме. В этой системе задействованы только **нервные узлы** или группы специализированных нейронов. Таким образом, получается, что на **пути прохождения нервного сигнала** нейроны соединяются через синапсы не только посредством химических реакций, но и через электрические импульсы.

Мозг похож на парк, в котором играют многочисленные оркестры, но вот беда – каждый свою мелодию, и поэтому эти оркестры надо как-то синхронизировать. Параллельная электрическая система и служит как раз синхронизатором для многочисленных оркестров, состоящих из музыкантов-нейронов. Эти синхронизирующие импульсы и образуют мозговые ритмы.

Вначале, после открытия этого феномена, ритмы исследовали как одно из свойств механизма сна [см. стр. 105]. Сегодня ученые уже знают, что мозговые ритмы, или, как их еще называют, церебральные волны, играют ключевую роль в процессе передачи нервных импуль-

сов, при реализации человеком когнитивных функций, формировании поведенческих моделей. Волны не только позволяют синхронизировать или развести во времени концерты, исполняемые разными группами нейронов: они чрезвычайно важны и для других процессов в мозге. Церебральные волны, скорее всего, могли бы многое поведать о загадках сознания [см. стр. 144], но пока ученые еще не собрали достаточного количества фактов об этом явлении.

2.1.1. Дендриты

Дендриты (название происходит от греческого слова *dendron* – «дерево») формируют что-то вроде чудовищно тесного, забитого перекрещивающимися ветками леса. Лес состоит из миллиардов деревьев с сотнями миллиардов веток и тысячами миллиардов листьев. Все ветки и листья перекрещиваются между собой, соединяясь таким образом, чтобы сигнал, бегущий по ним, мог в мгновение ока попасть из одного края леса в другой. Это настоящий зачарованный лес – он поразительно красив и умеет делать разные невероятные колдовские штуки.

Дендриты – это разветвленные отростки нейронов, нервных клеток. Они протягивают свои ветки-щупальца в самых разных направлениях, в зависимости от функции клетки, и на самом деле напоминают деревья, от которых получили свое название – выглядят то как сосна или дуб, а то как могучий баобаб или секвойя.

У нервных отростков, как у деревьев, есть и «листья», названные учеными **шипиками**⁴. Точно так же, как листья на дереве работают приемниками солнечного света для фотосинтеза, дендриты и их шипики впитывают информацию, приходящую от терминалей-передатчиков других нейронов (следует отметить, что, однако, не все типы нейронов обладают отростками-дендритами с шипиками).

Как и в лесу, нейронные ветки и листья дендритов не остаются в покое ни на мгновение. Только в последнее десятилетие была доказана ключевая роль дендритов в феномене «пластичности мозга», то есть способности адаптировать нейронные связи к сигналам, получаемым из внешнего мира [см. стр. 87].

Способность к обучению и память зависят не только от мощности (или слабости) синаптических контактов, но и от способности мозга выращивать новые дендриты и новые шипики и их готовности к адаптации [см. стр. 179, 83].

Пластичность мозга не является абстрактной функцией: мозг меняется физически, в нем отрастают новые ветки и листья дендритов и отсыхают старые, происходят постоянно процессы, не останавливающиеся никогда ни в одном из лесов мира, где бы они ни располагались – в наружном мире или в нашем мозге.

2.1.2. Сома

Сома по сути является центром управления нейроном и представляет собой основное тело нервной клетки, из которого вырастают дендриты и аксоны. Тело производит энергию, необходимую для работы нейрона, следит за ростом отдельных своих частей и их соединяет в общее целое. Сома состоит из внешней мембраны, состоящей из молекул жира и аминокислот, которые защищают нейрон от воздействия внешней среды.

Внутри клетки таятся сложнейшие специализированные механизмы, такие как ядро клетки, служащее и архивом информации, и фабрикой по производству РНК. В ядре сохраняется молекула ДНК, на которой записана вся информация, необходимая для создания важных

⁴ Под электронным микроскопом шипики и на самом деле напоминают листья. Пионеры науки о мозге не могли их увидеть в обычный оптический микроскоп, поэтому и назвали их «шипиками», «шипиками».

для выживания организма белков, и там же развернуто производство РНК, из которой они и производятся.

Как и в любой другой клетке тела, в соме нейрона действуют митохондрии, которые превращают кислород и глюкозу в топливо, АТФ (аденозинтрифосфат). В нейронах митохондрии особенно мощные и многочисленные: никакая другая клетка не обладает таким завидным аппетитом, как нейрон [см. стр. 101].

2.1.3. Аксон

Дендритов, служащих приемниками информации, у нейрона много, а аксон – один. Всякая нервная клетка обладает только одним-единственным выходом, путем передачи информации соседям.

Дендриты ветвятся в окрестностях сомы, в радиусе нескольких микрон, аксон же может протянуться на десятки сантиметров; в масштабах клетки это невообразимое, космическое расстояние. Дендриты по мере удаления от сомы делаются все тоньше, в точности как ветки настоящих деревьев; но аксон сохраняет свой диаметр неизменным, чтобы только на самом конце распасться на множество крошечных передатчиков для осуществления синаптической связи со множеством иных нейронов. Эти передатчики называются терминалями **аксона**.

Между терминалями-приемниками и терминалями-передатчиками нейрона есть еще одна существенная разница: химический сигнал, поступающий через дендриты, может быть сильным или слабым или любым промежуточным между этими пределами – электрический же импульс, проходящий через аксон, может только быть или не быть, «вкл» или «выкл». Проводя аналогию с миром компьютеров, можно сказать, что дендриты являются типичным примером аналогового устройства, в то время как аксоны – цифрового.

Аксоны должны не просто пересылать информацию на огромные по клеточным меркам расстояния, но и делать это максимально быстро. В экстремальных случаях скорость достигает 720 км в час, то есть 200 метров в секунду. Скорость передачи информации зависит не только от диаметра аксона, но и от толщины миелиновой оболочки, защищающей сигнал от внешних помех. Интенсивность использования конкретного аксона мозгом напрямую зависит от количества **миелина** на нем [см. стр. 179]. Если сравнивать аксон с автострадой, по которой мчат автомобили, то получается как бы обратная картина: чем больше машин проедет по дороге, тем скорее она придет в негодность; аксон же от многократного использования, наоборот, обрастает жирком.

Формирование аксона начинается с небольшого сжатия клеточной сомы – образуется **конус роста аксона**. В нем находится нечто вроде микроскопического вычислительного центра, совершающего сложение и вычитание: как только результат вычислений переходит некий порог [см. стр. 36], нейрон выстреливает, посылая сигнал к действию. Электрический потенциал клеточной мембраны за тысячные доли секунды резко возрастает: это похоже на стрельбу из пулемета. В секунду подобных событий происходит десятки и даже сотни.

В миелиновой оболочке есть крошечные разрывы, расположенные на равном расстоянии друг от друга (эти разрывы называются **перехватами Ранвье**). В разрывах находится целая система каналцев, через которые в клетку входят и выходят ионы натрия, отвечающие за электрический потенциал аксона. Ионы буквально проскакивают из одной миелиновой оболочки в другую со скоростью, которая без миелина была бы недостижима.

Миелин играет очень важную роль в работе человеческого интеллекта [см. стр. 179]. Многие мозговые патологии связаны с потерей миелина, например рассеянный склероз. Уменьшение миелинового слоя приводит к сбоям в передаче сигналов по аксонам и, в свою очередь, к нарушению работы мозга в целом.

Серое вещество, расположенное под корой головного мозга, своим цветом обязано высокой концентрации нейронов. А **белое вещество** – это миелин. Аксоны, пронизывающие белое мозолистое тело [см. стр. 68], соединяющее полушария мозга, занимают гораздо больший объем, чем все вместе взятые клеточные сомы, дендриты и их шипики.

2.1.4. Синапсы

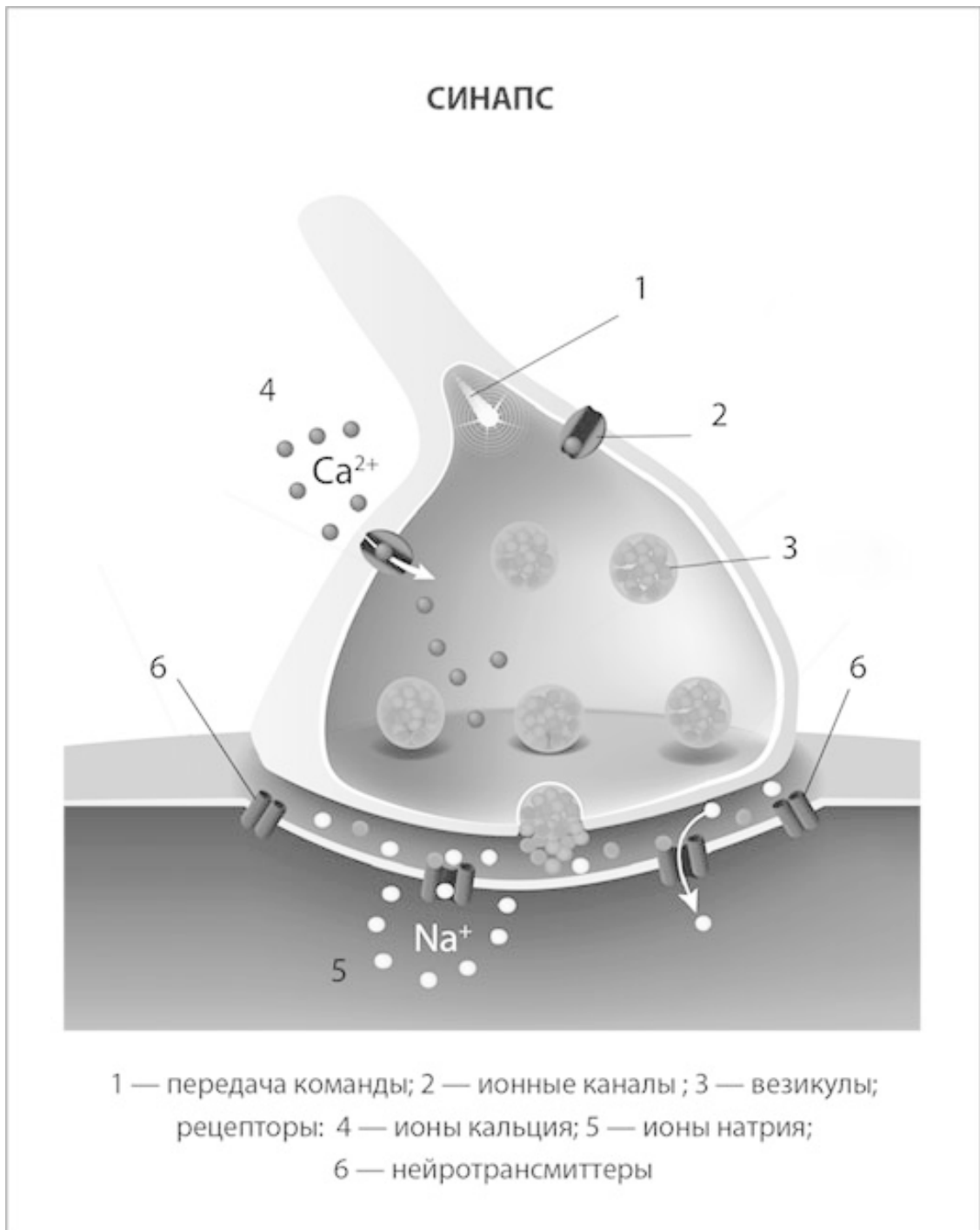
Помимо дендритов, сомы и аксонов в передаче информации от клетки к клетке задействованы очень важные образования – синапсы. Они осуществляют соединение между терминалями аксона одного **нейрона (пресинаптического)** и нервными окончаниями (ветками, листочками) дендрита другого **нейрона (постсинаптического)**. Самое потрясающее в этом механизме то, что нейроны не вступают в непосредственный контакт. В самой сердцевине синапса расположено бесконечно малое пространство (размер его колеблется между 20 и 40 миллиардными метра), именуемое **синаптической щелью**. И именно в этом крошечном участке мозга, собственно, и вершится таинство волшебного нейронного леса: клетки, отвечающие за мышление, разговаривают между собой на химическом языке.

На концах у аксонов в крошечных пузырьках – **везикулах** – находятся нейротрансмиттеры. По команде, переданной электрическим импульсом, везикулы выпускают нейротрансмиттеры в синаптическую щель, и они попадают на рецепторы другого нейрона, заставляя его создать собственный сигнал. Таким образом передается и возбуждение, и торможение. И это только одно из звеньев бесконечной цепи сигналов, миллионы которых зажигаются в мозгу каждую секунду. Благодаря им человек может идти, активно двигая ногами, и одновременно вспоминать приятные сцены из прошлого или планировать сложные задачи на будущее.

Примерно оценить среднее количество нейронов в мозге человека можно, причем даже несколькими способами [см. стр. 26], а вот сосчитать синапсы пока нереально. Не потому, что они значительно меньше по размерам, чем клетка, и не потому, что они сплетаются в бесконечно запутанную сеть, а в основном из-за уменьшения их количества на протяжении человеческой жизни.

Нейрон может быть соединен одновременно с десятками тысяч других нейронов независимо от их расположения в мозге. Самые распространенные клетки одной из самых удивительных частей мозга, его коры, так называемые пирамидальные нейроны, могут принимать информацию одновременно от 5 до 50 тысяч других клеток, то есть совершать великое множество постсинаптических контактов. Другой вид нейрона, клетка Пуркинье, может иметь одновременно до 100 тысяч соединений. По некоторым оценкам, в мозге молодого взрослого одновременно действует до 150 миллиардов синапсов.

Однако преимущество процессов в мозге не в этом: оно во взрывном характере распространения информации, описываемой в терминах математической прогрессии.



Можно провести мысленный эксперимент: взять стандартный нейрон, предположив, что он «говорит языком синапсов» всего с какой-нибудь тысячкой других нейронов. Каждый из «собеседников» потенциально «общается» еще с тысячей товарищей, а те, в свою очередь, подключают к процессу каждый по тысяче своих «агентов». Таким образом, в течение каких-нибудь миллисекунд информация достигает миллионов клеток (1000 x 1000), а потом и миллиардов (1000 x 1000 x 1000). Однако этот расчет на самом деле слишком упрощает природный процесс, хотя и дает представление о том, насколько удивительна деятельность мозга — клетки различаются между собой, у них разная структура ядра и нейронных ветвей, и процесс в реальности намного сложнее.

Легендарный венгерский анатом Янош Сентаготаи подсчитал, что каждый нейрон имеет только «шесть степеней отчуждения» (относительная функциональная обособленность ней-

рокомпьютеров: каждый компонент системы имеет четкий набор функций), в точности как в одноименном фильме о тесных связях внутри человечества. Шесть степеней отчуждения – предел, на самом деле обособленность нейронов еще меньше, и информация распространяется из одного отдела мозга в другой с бешеной скоростью. Клетка может возбуждаться как каждые несколько секунд, так и по двести раз в секунду.

Синапсы участвуют и в формировании такого явления, как пластичность мозга. Сегодня мы уже знаем, что, считавшиеся когда-то фиксированными и стабильными, синаптические соединения могут быть более или менее сильными, и это определяет их способности влиять на нейроны – приемники сигнала. Все зависит от того, как часто задействован тот или иной синапс: чем большее количество раз он вступает в реакцию, тем более мощной и стабильной будет связь между двумя клетками мозга [см. стр. 16]. Это явление, названное биологами **потенциалом длительного действия**, или LTP (long-term potentiation), играет весьма значимую роль в процессе обучения [см. стр. 179] и в функционировании памяти [см. стр. 83], но также и в формировании привычек и зависимостей [см. стр. 212].

























2.2. Нейротрансмиттеры

Мозг говорит языком нейротрансмиттеров. Всякий раз, как человек читает книгу или любуется прекрасным видом, в его мозгу разыгрывается химическая буря. Миллионы микроскопических молекул покидают везикулы нейрона, пересекают синаптическую щель и прилипают к рецепторам другого нейрона: и каждая молекула несет некое химическое послание. Мозг использует нейротрансмиттеры для передачи приказов сердцу – биться, легким – дышать, желудку – переваривать. Особые молекулы передают приказы спать или, наоборот, обратить на что-то внимание, узнать новое или забыть старое, прийти в возбуждение или успокоиться.

И да, все самые тонкие нюансы человеческого поведения, как самого рационального, так и абсолютно бессознательного, управляются целой армией нейротрансмиттеров и являются результатом их запутанного взаимодействия. Таких взаимодействий может происходить одновременно более сотни, и не исключено, что их гораздо больше – просто они еще не все учтены.

Синаптические послания могут быть как возбуждающими, так и тормозящими, в зависимости от того, какие нейротрансмиттеры были отправлены нейроном-передатчиком, и от того, на какие рецепторы они попадают в нейроне-приемнике. Он, в свою очередь, может быть связан со многими тысячами других нейронов через столь же многочисленные синапсы; они тоже получают импульсы одновременно от сотен или тысяч передатчиков. «Раздражающие» и «успокаивающие» послания поступают в клетку вместе, клетка же, благодаря хитроумной системе мембранных насосов, регулирует приток и отток ионов калия и натрия и поддерживает постоянный электрический потенциал на поверхности мембраны, равный -70 милливольт. Возбуждающие нейротрансмиттеры приносят на мембрану позитивный заряд, успокаивающие, наоборот, отрицательный. Если в результате взаимодействия потенциалов электрическое напряжение переходит определенное значение (как правило, около -30 милливольт), нервная клетка приходит в состояние возбуждения и посылает электрический импульс по аксону. Импульс провоцирует выброс нейротрансмиттеров, везикула стреляет молекулами, как крошечный пулемет.

Если же возбуждающие сигналы с положительным зарядом слишком слабы, клетка сохраняет состояние покоя. Однако физика нервных импульсов выходит далеко за пределы простого сложения напряжений, поскольку молекулы, несущие информацию, проявляют свои главные свойства, вступая в различные комбинации или вытесняя друг друга. Спектр возможностей благодаря такому механизму становится настолько широким, что включает и рассуждения, и воспоминания, и эмоции. Шведский исследователь Хуго Лёвхейм предложил классификацию последствий, вызываемых совместным воздействием серотонина, дофамина и норадреналина. Согласно его модели, уровень содержания именно этих трех молекул определяет эмоции и их интенсивность. К примеру, ярость вызывается высокими уровнями содержания дофамина и норадреналина в крови в сочетании с низким уровнем серотонина.

	Серотонин	Дофамин	Норадреналин
Стыд			
Страдание			
Страх			
Ярость			
Отвращение, ненависть			
Удивление			
Благополучие, удовольствие			
Интерес, возбуждение			



Конечно, реальность значительно сложнее, чем любые модели: количество взаимодействующих молекул, несущих различную информацию, существенно больше. Есть одна особенность, которой никак нельзя пренебречь: никогда не известно, достаточно ли в пулеметах синапсов патронов, то есть нужных химических молекул в синаптических пузырьках-везикулах.

Запасы нейротрансмиттеров в организме не бесконечны. После взаимодействия с постсинаптическими рецепторами они сразу же дезактивируются и затем перерабатываются: либо возвращаются в везикулы, где как бы подзаряжаются (так называемый **обратный захват**, reuptake по-английски), либо выводятся, порой даже уничтожаются.

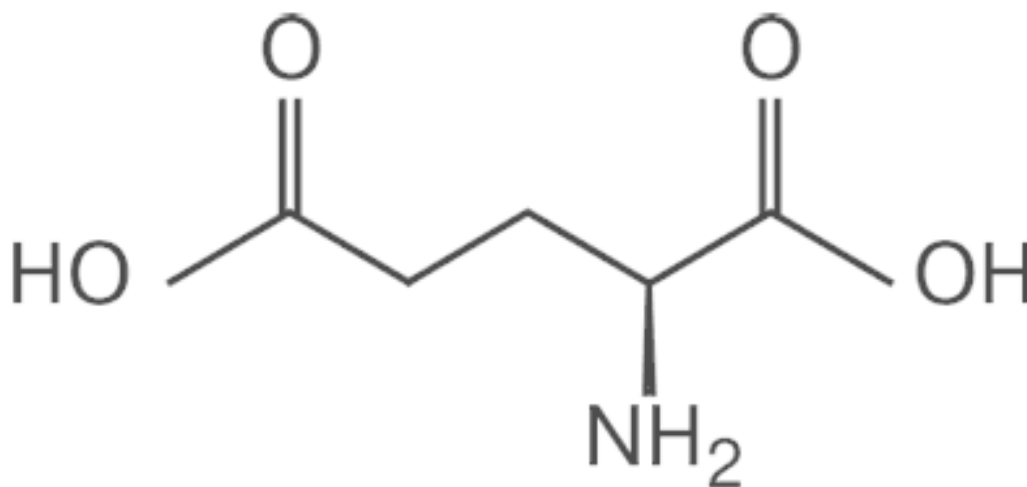
Мозг может пострадать в случае нарушения цикла восстановления нейротрансмиттеров – молекул, передающих сигналы. Причиной могут стать плохое, нездоровое питание [см. стр. 101], сильный стресс [см. стр. 216], некоторые лекарства, наркотики, алкоголь и даже генетическая предрасположенность [см. стр. 221]. Негативные факторы влияют на запасы нейротрансмиттеров в организме и нарушают оптимальный режим работы мозга.

Ряд нейротрансмиттеров, таких как дофамин, серотонин, ацетилхолин и норадреналин, играют также роль **нейромодуляторов**. Процесс нейротрансмиссии можно сравнить с лазером, точной наводкой поражающим постсинаптические нейроны, в то время как явлению нейромодуляции больше подойдет сравнение с распыляемым спреем.

Нейроны выделяют нейромодуляторы для воздействия сразу на все сообщество соседей в зоне своего влияния, чтобы спровоцировать их активизацию. Кроме того, дополнительно

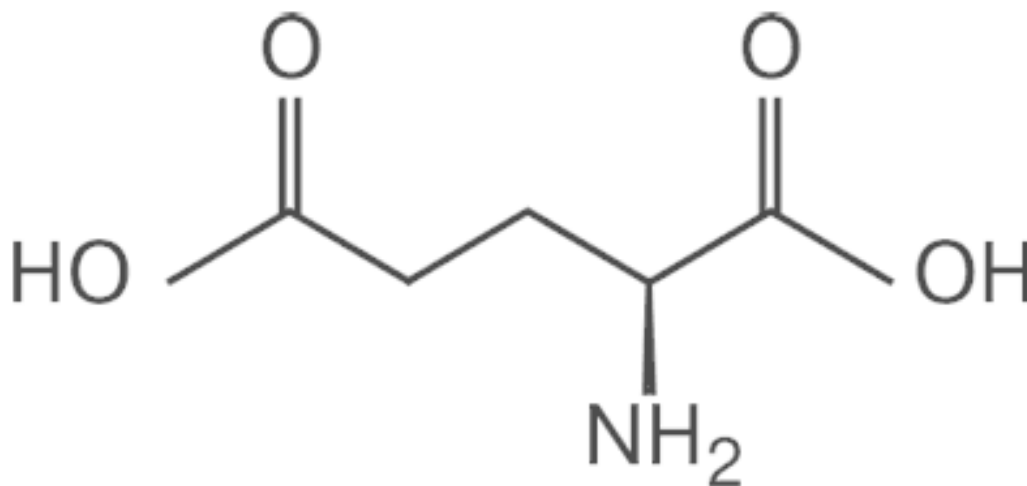
влиять на процесс передачи сигнала, участвуя в уже запущенной цепочке синаптической деятельности, могут и **гормоны**, такие как тестостерон или кортизол.

Гамма-аминомасляная кислота (сокр. ГАМК)



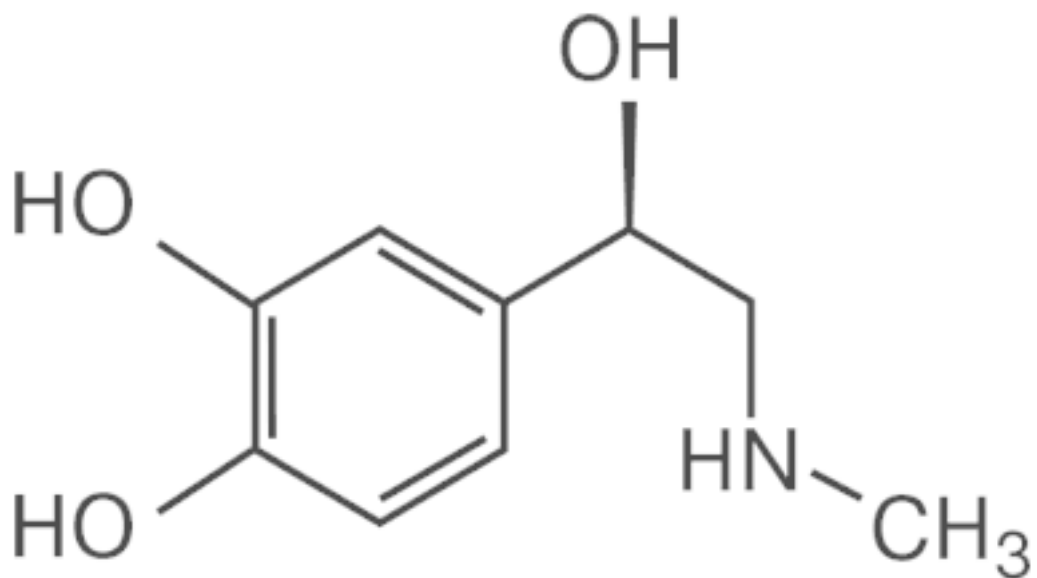
Главная задача этой молекулы – торможение. Гамма-аминомасляная кислота, сокращенно ГАМК, служит главным тормозящим средством в мире синапсов. В достаточно больших дозах вызывает расслабление и способствует концентрации внимания. В скромных дозах вызывает беспокойство. Естественно, лекарства, способствующие выделению ГАМК, имеют расслабляющее, противосудорожное и подавляющее тревогу действие.

Глутамат



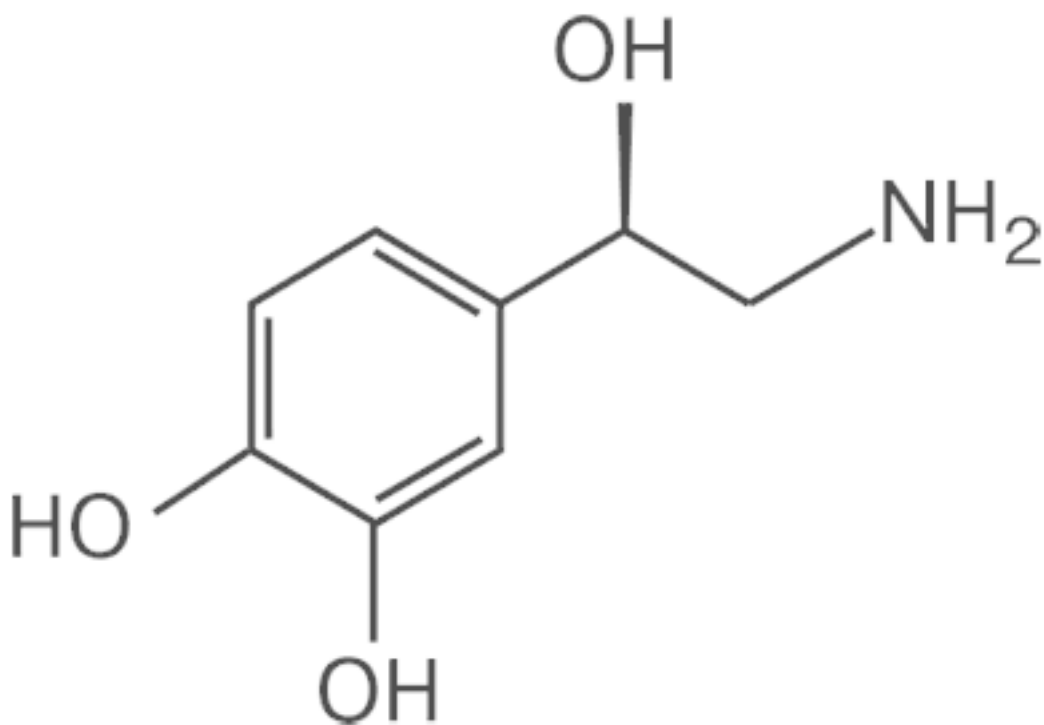
Основной нейротрансмиттер возбуждающего действия в больших количествах может стать губительным для нейронов. Эта молекула лежит в основе когнитивных способностей, таких как память и способность к обучению, участвует также в процессе развития мозга.

Адреналин



Нейрогормон, известный также под названием эпинефрин, по праву носит девиз «дерись или беги»: он вырабатывается в ситуации стресса, ассоциируется со страхом или чувством угрозы, вызывает приток крови к мускулам, насыщение легких кислородом, тем самым помогая организму вступить в сражение или бежать от опасности. Этот гормон вырабатывается надпочечниками и служит нейромедиатором.

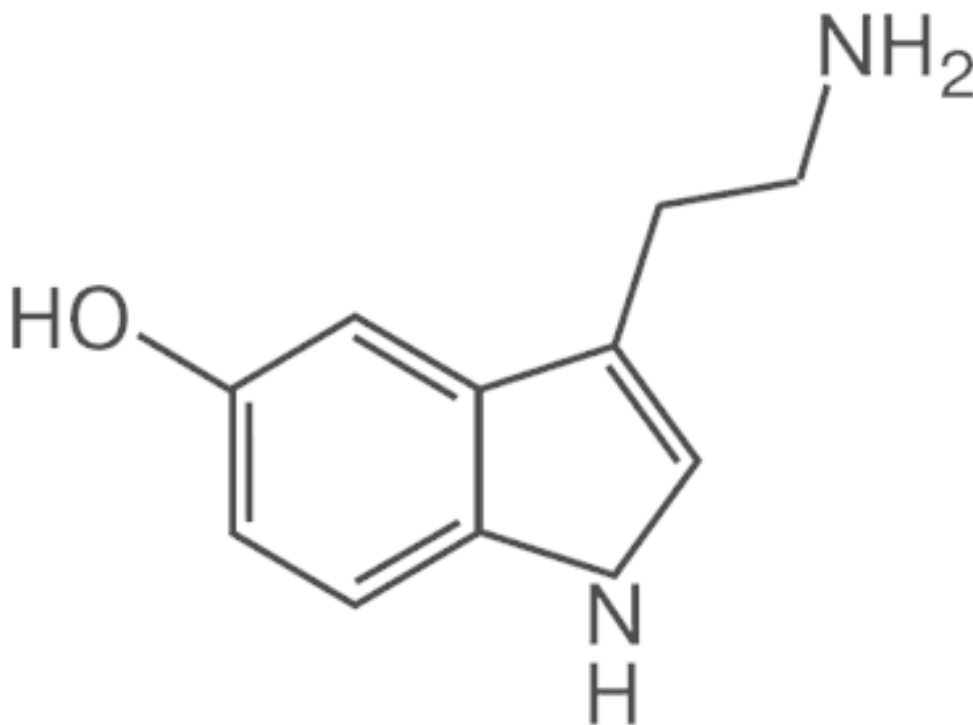
Норадреналин



Нейротрансмиттер, известный также под названием норэпинефрин, действует возбуждающе. Отвечает за внимание и принятие решений в ситуации «дерись или беги». Это вещество

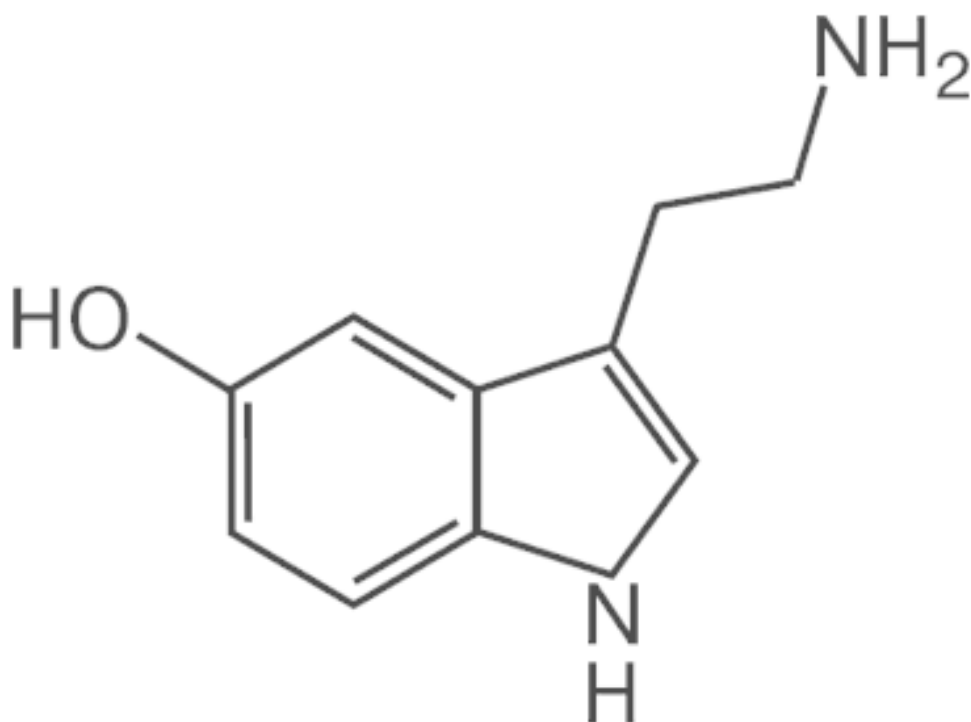
вызывает ускорение сердечного ритма и, соответственно прилив крови к мускулам. Большие дозы норадреналина провоцируют сильное беспокойство, небольшие – снижение способности к концентрации и нарушения сна.

Серотонин



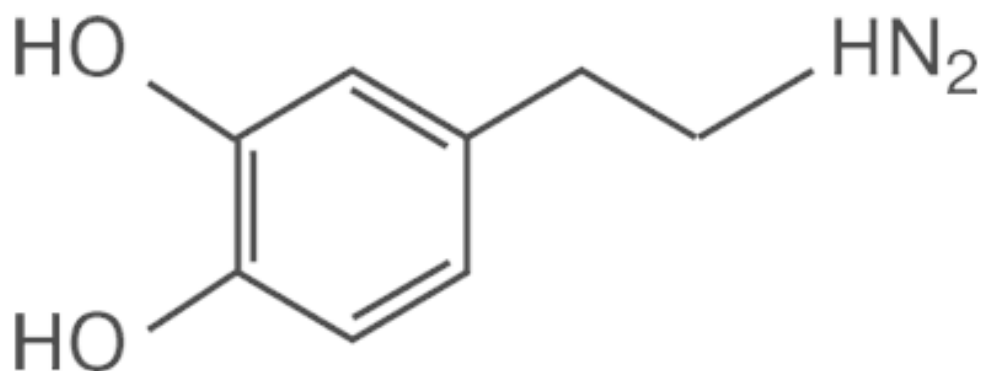
Этот гормон приносит ощущение благополучия, действуя в качестве тормозящего нейротрансмиттера в случае чрезмерной активности нейронов, ведущей к перевозбуждению. Регулирует болевые ощущения, процесс пищеварения и, в паре с мелатонином, процесс сна. Низкий уровень серотонина связан с депрессией и тревожностью, поэтому действие многих антидепрессантов способствует его повышению [см. стр. 221]. Естественным образом серотонин вырабатывается при занятиях физическими упражнениями и пребывании на солнце.

Дофамин



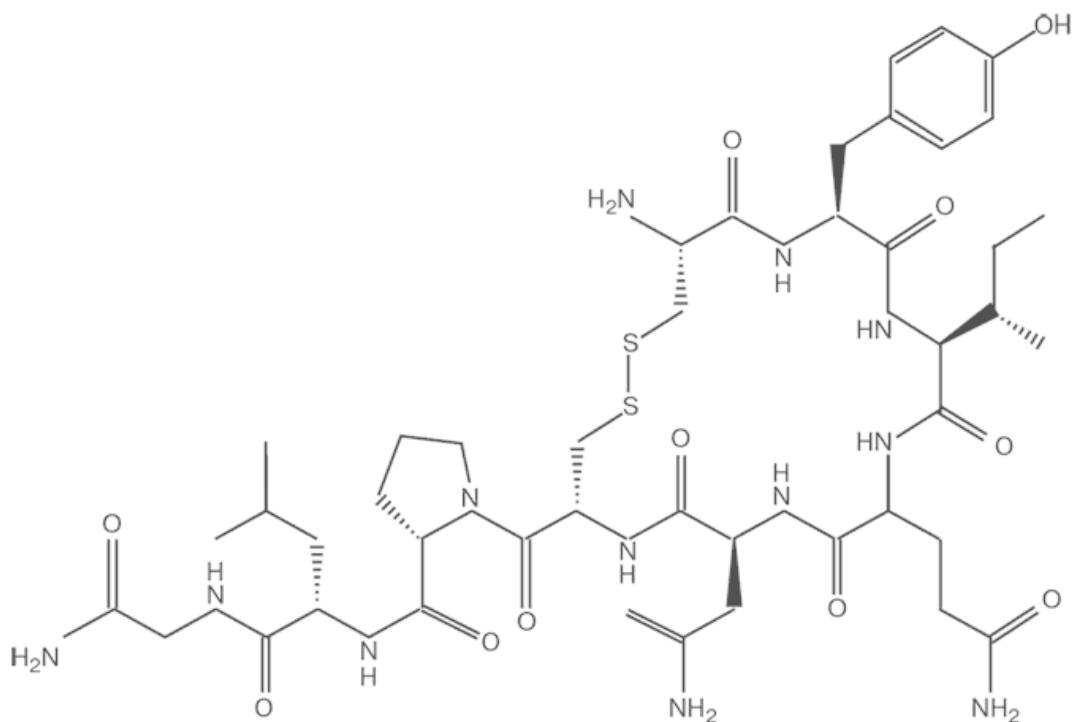
Это настоящая суперзвезда в сообществе нейротрансмиттеров: молекула отвечает за ощущения удовольствия [см. стр. 159]. Это вещество возбуждает и тормозит одновременно и является двигателем механизмов возникновения привычек и зависимостей [см. стр. 212], но, однако, неправильно было бы называть дофамин «молекулой удовольствия». Последние открытия показали, что дофамин является нейротрансмиттером желаний, а также совершенно необходим для стратегических способностей, таких как внимание и контроль движений. Исследование распределения нейронов, обладающих рецепторами дофамина, и путей распространения сигналов в мозге привело к обнаружению отдельной **дофаминэргической** системы, обладающей нейромодуляторными свойствами и состоящей из восьми «путей», по которым курсирует молекула. Самые важные пути – мезолимбический, мезокортикальный и нигростриарный – берут начало в вентральной области среднего мозга [см. стр. 58] и ведут на его верхние этажи.

Ацетилхолин



Самый распространенный в человеческом организме нейротрансмиттер: действуя через периферическую нервную систему, он стимулирует мускульные движения, а в центральной нервной системе отвечает за возбуждение и удовлетворение, играя важную роль в процессе обучения [см. стр. 179] и феномене пластичности нейронов. Ацетилхолин содержится в спинномозговой жидкости [см. стр. 51], действуя в роли нейромодулятора на разрозненные участки нейронов.

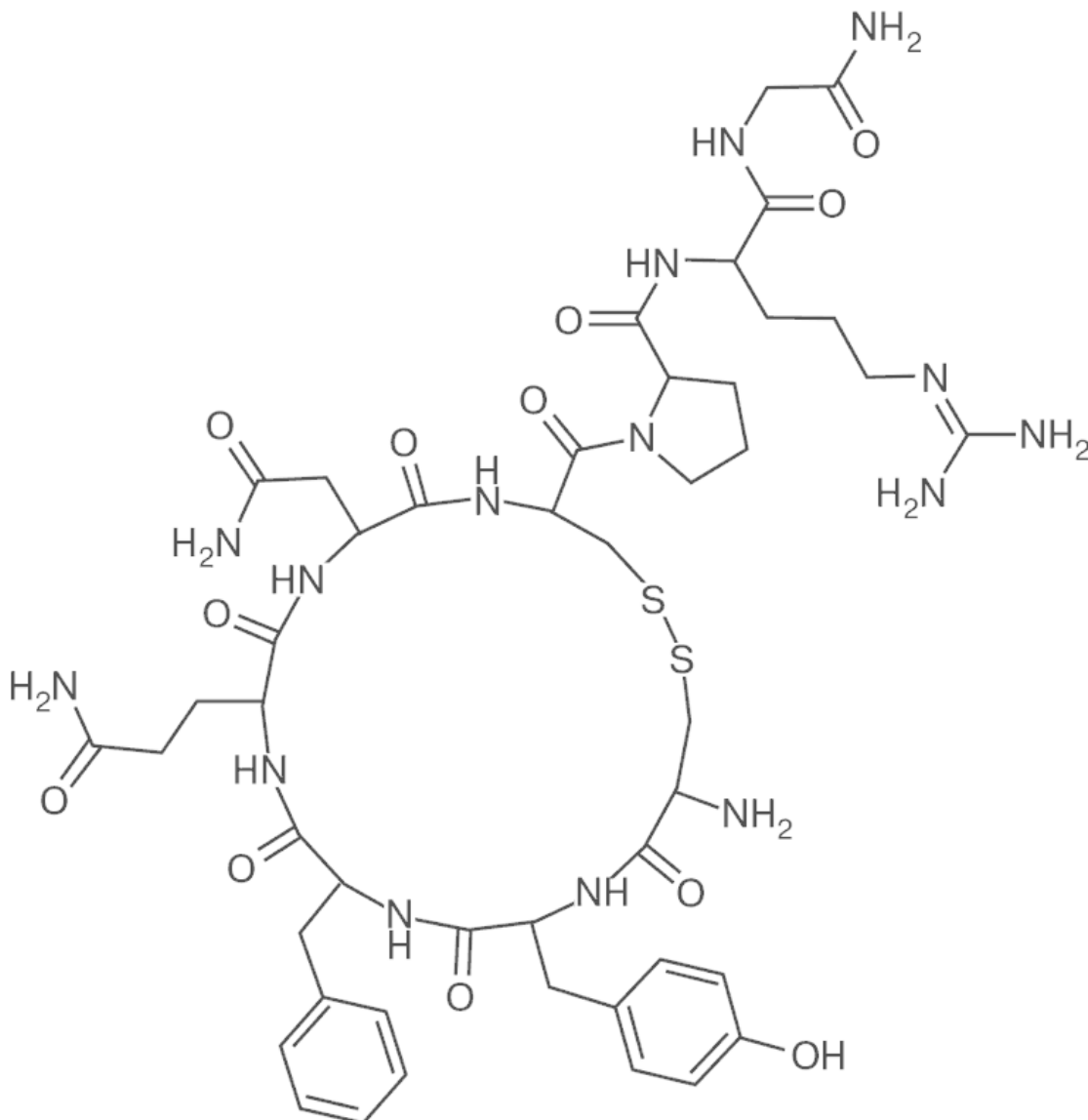
Окситоцин



Содержание окситоцина в мозге повышается при объятиях, поцелуях и занятиях сексом. Кроме того, количество этого гормона резко возрастает при кормлении младенца грудью – как в мозгу мамы, так и в мозгу малыша. Другими словами, повышать уровень окситоцина можно лишь вдвоем! Этот гормон называют молекулой привязанности, поскольку он дает ощущение благополучия и способствует построению крепких отношений в паре и между детьми и роди-

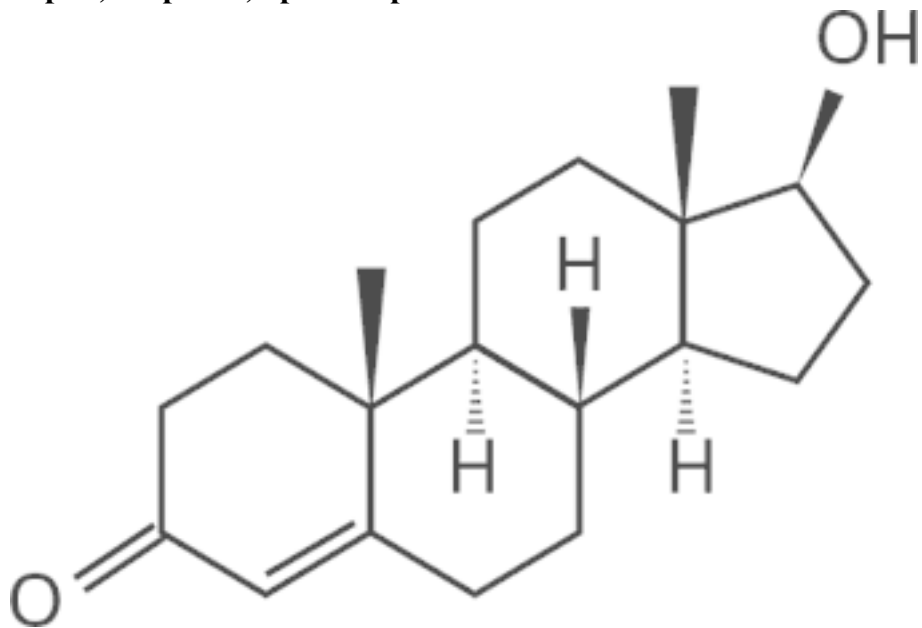
телями, обеспечивает выполнение целого ряда важных физиологических функций: от эрекции до вынашивания беременности, от сокращений матки при родах до выработки грудного молока и от формирования социальных связей до реакции на стресс. Обилие или недостаток окситоцина влияют на доброжелательное отношение к другим людям и психологическую стабильность. В некоторых странах синтетический окситоцин продается в виде ингаляторов и используется как расслабляющее средство.

Вазопрессин



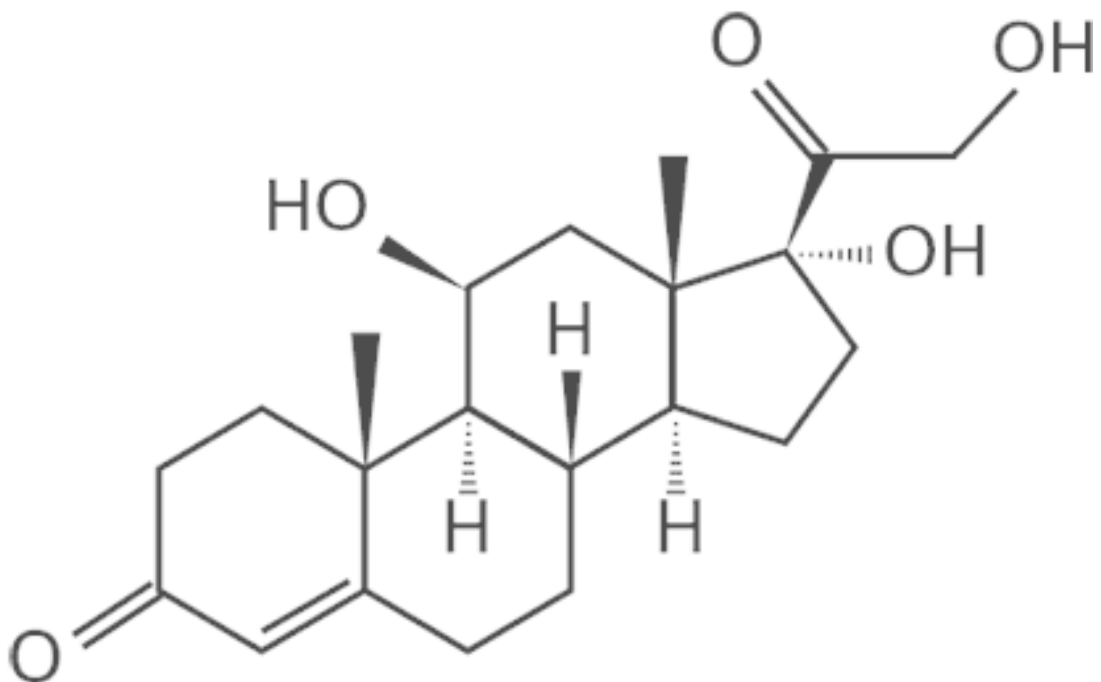
Гормон вазопрессин играет роль нейротрансмиттера и нейромодулятора и состоит из девяти аминокислот. Помимо чисто физиологических функций – диуретика и сосудосуживающего средства – эта молекула имеет стратегическое значение для человеческого мозга: она отвечает за продолжение рода. Вазопрессин влияет на социальное поведение, сексуальное влечение и привязанность в паре. В биологии в качестве классического примера приводится жизнь удивительного грызуна *Microtus ochrogaster*, обитающего на американском Среднем Западе: этот хомячок никогда не изменяет своей подруге и славится редкой моногамией (не очень распространенное в среде млекопитающих явление). Если этот образец верности лишить вазопрессина – он тут же пускается во все тяжкие.

Тестостерон, эстроген, прогестерон



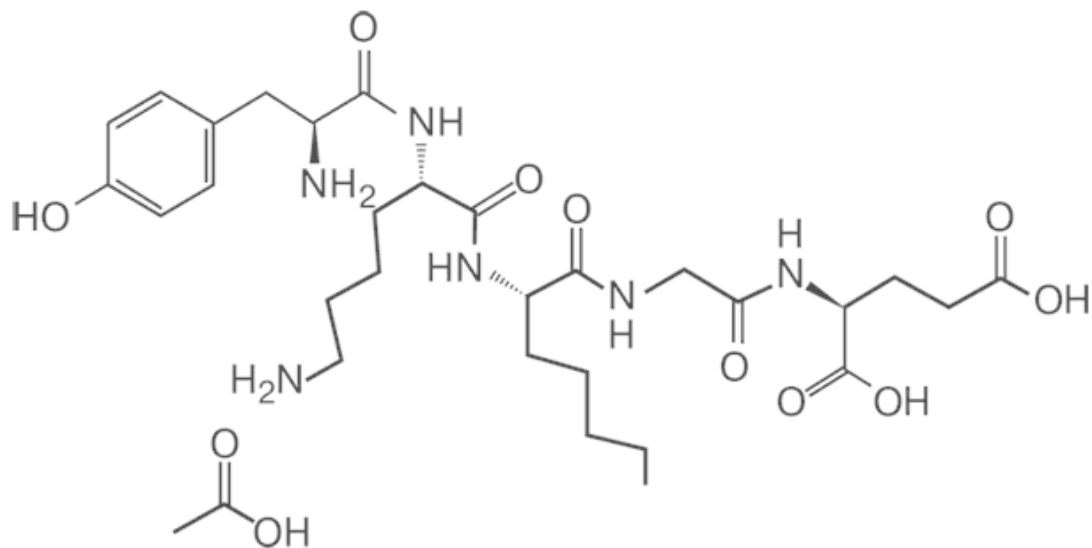
Центральная нервная система использует для отправки сообщений нейротрансмиттеры, а эндокринная система – гормоны. Так называемые половые гормоны, такие как тестостерон (мужской, см. на рисунке выше), эстроген и прогестерон (женские), имеют решающее значение для развития мозга эмбриона, который под их влиянием выбирает одну из двух возможных моделей будущего [см. стр. 196]. Организмы мужчин и женщин производят оба гормона – и прогестерон, и тестостерон, но совершенно в разных пропорциях.

Кортизол



Кортизол не является нейротрансмиттером в строгом смысле этого слова, но эта молекула способна весьма чувствительным образом повлиять на мозговую деятельность. Его вырабатывают надпочечники (под контролем гипоталамуса [см. стр. 65]), и кортизол представляет собой часть сложного механизма реакции на длительное пребывание в состоянии опасности [см. стр. 134]. Его называют иногда «гормоном стресса» [см. стр. 216]: если уровень содержания кортизола остается высоким на протяжении длительного времени, страдает гиппокамп [см. стр. 64], что приводит к ускоренному старению мозга. Кортизол воздействует также на процесс обучения [см. стр. 179].

Эндорфины



Об эндорфинах говорят во множественном числе – это особая группа опиатов («эндогенный морфин», то есть производимый внутри человеческого тела). Эти вещества блокируют сигналы боли, снижают чувствительность к ним, создают ощущение благополучия, порой даже эйфории. Они вырабатываются во время физических упражнений [см. стр. 109] или занятий сексом, а также при сильной боли. Выработке эндорфинов способствуют некоторые виды пищи, например шоколад.

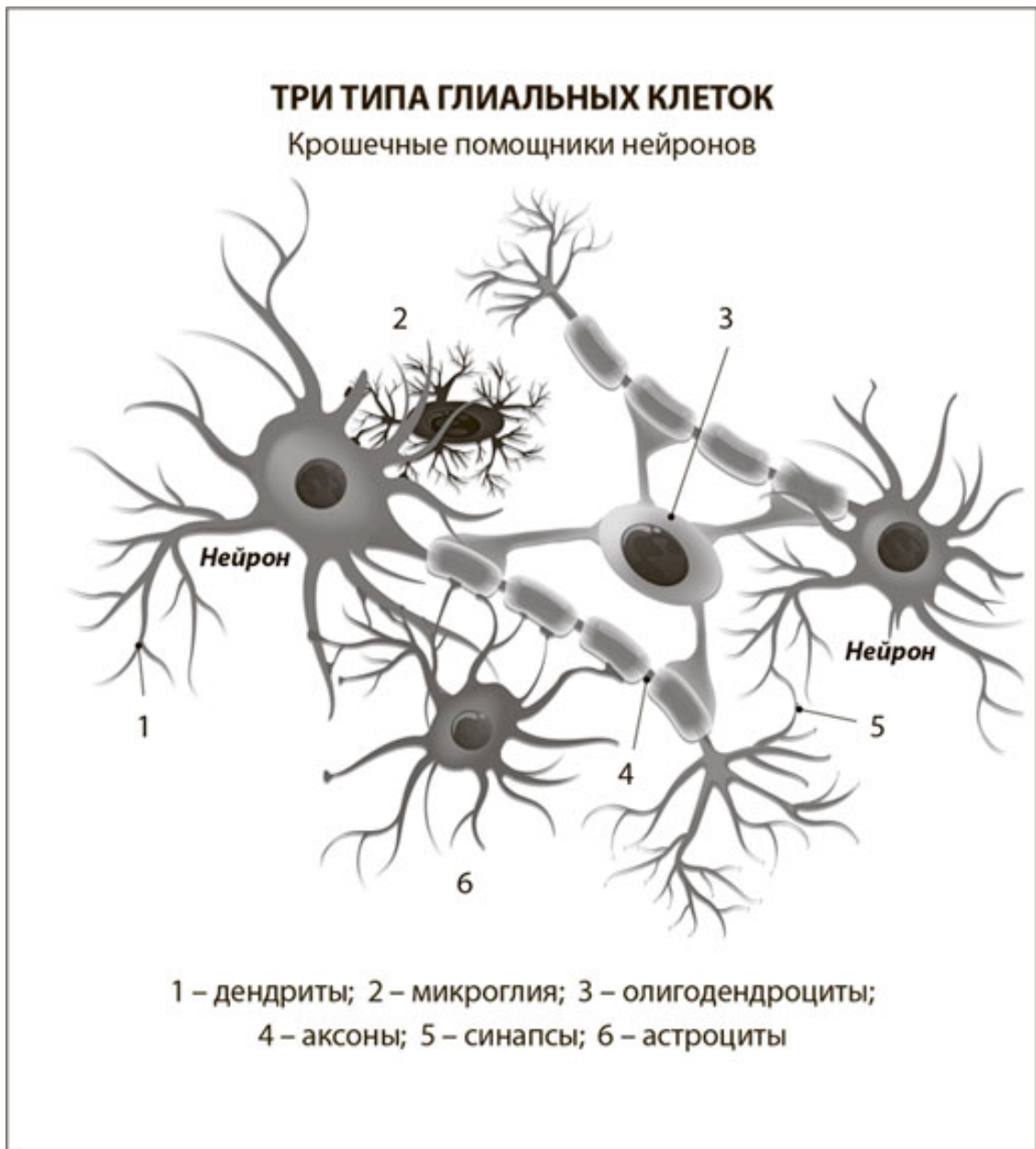
2.3. Глиальные клетки

Нейроны – клетки, отвечающие за интеллект, – составляют только часть мозга, а остальная часть его объема заполнена клеточной тканью, именуемой «глия», или «нейроглия» (от греческого $\gamma\lambda\iota\alpha$ – «клей»). Понятно, что сегодня наука может гарантировать человеку, что в голове у него вовсе не клей, что доказано уже более века назад – впервые эти клетки были описаны в конце XIX века и долгое время считались вспомогательной тканью для нейронов. Однако эти представления были отброшены, и не без участия гения XX века Альберта Эйнштейна.

Величайший физик, конечно, не занимался исследованиями в области нейрофизиологии, однако невольно поспособствовал важному открытию после смерти. В 1955 году патологоанатом Принстонского госпиталя Томас Штольц Харви, делая посмертное вскрытие тела Эйнштейна, решил исследовать мозг гения. Этот поступок, совершенный во имя науки, стоил ему множества проблем – разрешения на изъятие мозга он не имел.

Тем не менее в мозге Эйнштейна не оказалось ничего особенного. Только тридцать лет спустя профессор Мариан Даймонд из университета Беркли смогла обнаружить нечто особенное в одном из четырех образцов: в области теменной доли, отвечающей за математические способности, ориентацию в пространстве и внимание, у Эйнштейна обнаружилось значительно больше нейроглиальных клеток, чем у среднего человека. Открытие, как нередко случается, было оспорено и частично опровергнуто, но послужило поводом для новых исследований, которые активно продолжаются по сей день. Сегодня известно, что глиальные клетки играют несколько важных ролей.

Глиальные клетки действительно, как думали ученые раньше, играют роль клея – они окружают нейроны и удерживают их в определенном месте. Кроме того, они поставляют нейронам топливо – питательные вещества и кислород – и работают электриками, выстраивая миелиновые оболочки, регулирующие передачу потенциала вдоль аксонов. Освоили глиальные клетки и профессию дворников – они задерживают патогены и устраняют нейроны, прекратившие всякую активность. Без этих важных функций глиальных клеток человеческий мозг не мог бы функционировать столь эффективно, как сейчас. Уже во время эмбрионального развития, когда мозг только формируется внутри плаценты, глиальные клетки регулируют перемещение нейронов и производят молекулы веществ, которые вызывают ветвление дендритов и аксонов. Недавние исследования подтвердили, что нейроглия может коммуницировать внутри себя посредством химических посланий. В противовес нейронам глиальные клетки обладают способностью к митозу, то есть к делению и воспроизведению.



Многие источники утверждают, что глиальных клеток в пять – десять раз больше, чем нейронов. Однако недавнее исследование разведало этот миф, доказав, что соотношение имеет красивый вид 1:1. Сложный метод подсчета клеток (тоже оспариваемый, естественно, некоторыми учеными) показал, что в мозге, вероятнее всего, 86 миллиардов нейронов и 84,6 миллиарда нейроглиальных клеток. При этом в разных отделах мозга это соотношение заметно варьируется: в коре головного мозга, выделяющей вид *Homo sapiens* среди других млекопитающих, глиальных клеток почти в четыре раза больше, чем нейронов. В белой материи коры, пронизанной рекордным количеством покрытых миелином аксонов, нейроглиальных клеток почти в десять раз больше, чем нейронов. И без несчастного мозга Альберта Эйнштейна ясно, что нейроглия играет весьма важную роль для формирования интеллекта.

	Нейроглиальные клетки (млрд)	Нейроны (млрд)	Соотношение нейроглия/нейроны
Кора	60,8	16,3	3,75
Мозжечок	16,0	69,0	0,23
Остальные части мозга	7,8	0,8	11,00
Итого	84,6	86,1	0,98

Нейроглиальные клетки могут играть заметную и не всегда положительную роль в ситуации нарушения нормального функционирования мозга: к примеру, в случае заболевания синдромом Альцгеймера нейроглия может ухудшить состояние, вырабатывая чрезмерное количество цитокина, повреждающего нейроны. Нарушение функционирования нейроглиальных клеток играет важную роль в формировании болезни Паркинсона и рассеянного склероза, некоторые исследователи отмечают связь между их размерами и плотностью и депрессией. Таким образом, можно сделать вывод, что важнейшей задачей нейроглиальных клеток является поддержание гомеостаза, то есть физико-химического равновесия организма. Другими словами – сохранение статус-кво.

2.3.1. Микроглия

Эти клетки очень маленькие, несмотря на свою прожорливость. Из-за этой особенности их относят к категории макрофагов. Мозг тщательно изолирован от окружающего мира гематоэнцефалическим барьером [см. стр. 51], защищающим его от проникания крупных возбудителей инфекций. А когда что-то подозрительное все-таки проникает внутрь, микроглия, разбросанная по всему головному и спинному мозгу, немедленно бросается в атаку. Она уничтожает захватчиков и снимает воспаление, вызванное вторжением. Микроглия, как можно догадаться по названию, – самые крошечные из глиальных клеток, и их главной задачей является неусыпный контроль за окружающей средой и благополучием нейронов, глиальных клеток и кровеносных сосудов.

2.3.2. Астроциты

Звезды в далеком космосе представляют собой гигантские комки раскаленного газа, однако в большинстве человеческих культур их рисуют с лучами, пятью, шестью или семью, из-за эффекта оптической дифракции света в атмосфере, а порой и из-за астигматизма наблюдателя. Астроциты, наиболее распространенные глиальные клетки, названы так из-за их отдаленного сходства с изображением звезды.

В микрокосмосе мозга, где количество нейронов вполне сравнимо с количеством звезд в галактике, астроциты формируют параллельную вселенную. Еще 25 лет назад их считали всего лишь вспомогательной структурой, поддерживающей всю клеточную конструкцию, однако сегодня ученые придают им весьма важное, особое значение. Клетки звездчатой формы действительно удерживают сложную архитектуру мозга, но не только. Они поддерживают состоя-

ние гомеостаза, запасают и перераспределяют энергию, защищают мозг от атак посторонних молекул, обеспечивают рециркуляцию нейротрансмиттеров, обеспечивают нормальное функционирование синапсов и контролируют работу всей системы передачи сигналов; и этот список можно продолжить.

2.3.3. Олигодендроциты

Все поклонники Hi-Fi, так называемой высокой точности воспроизведения звука, знают, что достичь ее можно только тщательно изолировав провода, соединяющие вертушку с усилителем и усилитель с колонками: только так можно избежать интерференции и достичь точной передачи частот. Это прекрасно знают олигодендроциты (в переводе с греческого «клетки с веточками»), чья задача, собственно, и состоит в тщательной изоляции аксонов, чтобы вся система передачи электрических импульсов работала правильно.

У этих клеток полно работы: каждый олигодендроцит может одновременно контактировать с пятью десятками нейронов, обернув аксоны оболочкой из многих слоев миелина, смеси жира и белка, сформировавшейся в процессе эволюции. Жир и белок покрывают аксоны слой за слоем, позволяя электрическому импульсу проноситься со скоростью до 200 м/сек. Миелиновые оболочки, созданные олигодендроцитами, позволяют аксонам действовать как провода Hi-Fi.

2.4. Другие структуры

Помимо нейронов, глиальных клеток и сложнейшего микрокосмоса молекул, обеспечивающих работу мозга, еще два хитроумных механизма работают на его выживание. Это настоящая гидравлическая система, в которой циркулируют кровь и вода.

2.4.1. Гематоэнцефалический барьер

Задолго до того, как люди изобрели фильтры для воды, фильтры для воздуха в кондиционерах и пылесосах и даже сигареты с фильтром, эволюция снабдила их мозги замечательной системой фильтрации, получившей позднее название гематоэнцефалического барьера.

Эндотелиальные клетки центральной нервной системы прилегают друг к другу столь плотно, что позволяют только некоторым молекулам, переносимым кровотоком, попадать внутрь мозговой ткани. В мозг попадают молекулы воды – во избежание обезвоживания, глюкоза для питания, аминокислоты, служащие строительным материалом, и немногие другие. Путь перекрыт для всех нежелательных молекул, особенно таких, как токсины и бактерии.

Именно благодаря процессу фильтрации мозговые инфекции являются довольно редким заболеванием. Беда, однако, в том, что гематоэнцефалический барьер не пропускает в мозг и лекарства, состоящие как из крупных молекул, так даже и из крошечных. Наука движется в направлении создания наномолекулярных средств (размером порядка нанометра, то есть миллиардной доли метра), способных просочиться сквозь церебральный фильтр.

2.4.2. Спинномозговая жидкость

Мозг на самом деле не лежит в черепной коробке, а плавает в прозрачной бесцветной жидкости, состоящей в основном из воды. Спинномозговая жидкость служит мозгу подушкой, на которой он возлежит, не рискуя быть раздавленным собственным весом.

Исследователи установили, что мозг массой около 1350 граммов, плавая в спинномозговой жидкости, давит на нее весом примерно 25 граммов. Кроме того, жидкость решает и другие, не менее важные задачи.

Она защищает мозг по мере возможностей от удара (ни один футболист не решился бы пинать головой старый тяжелый кожаный мяч, зная в деталях, какая сложная штука у него в голове); выполняет уборку и промывку, будучи одним из важнейших звеньев лимфатической системы (названной по аналогии с лимфатической, управляется глиальными клетками [см. стр. 46]). Другими словами, спинномозговая жидкость выводит из мозга разный мусор, промывая его преимущественно во время сна, через каналы, сжимаемые и разжимаемые глиальными клетками.

Вдобавок благодаря этим удивительным механизмам регуляции мозг в сутки производит около полулитра спинномозговой жидкости (спинно- поскольку она заполняет также позвоночный канал). Это количество неизменно изо дня в день, в организме человека должно постоянно присутствовать 120–160 мл жидкости, циркулирующей безостановочно между головным мозгом и спинным мозгом. Без этой постоянной циркуляции внутричерепное давление стало бы непреодолимым для кровообращения, что привело бы к ишемии.

Спинномозговая жидкость удерживается посредством **мембранных оболочек**, окружающих мозг, и вырабатывается в мозговых желудочках, четырех взаимосвязанных полостях, и абсорбируется в кровь. Этот круговорот обмена жидкостями поддерживает также химическую стабильность в мозге.

3. Топография

Примерно 525 миллионов лет тому назад на нашей планете появились первые позвоночные животные. Это были существа, вдоль всей спины которых протягивалась специальная структура – позвоночник. Именно с них начался процесс так называемой энцефализации, отделения мозга, который после многих миллионов лет развития привел к образованию особой части тела – головы.

На протяжении долгих лет доисторического развития мозг становился постепенно все больше и больше, все сложнее и эффективнее и в конце концов разделился на два практически симметричных полушария. В центре полушария соединены мозолистым телом, пучком нервных волокон. Но функционируют они на самом деле в асимметричном режиме: участок мозга, отвечающий за речевые способности, находится почти всегда в левом полушарии у правшей (95 %) и чуть реже (70 %) у левшей. Топография мозга воспроизводит во многих своих чертах ход эволюции: человеческий мозг унаследовал в ходе длинной и удивительной истории развития структуру предшественников.

Американский невролог Пол Маклин в 60-х годах прошлого столетия разработал теорию, получившую название *triune brain* («триединый мозг»). Согласно его выводам, в мозге сохранились архаичные участки, принадлежавшие когда-то предшественникам человека, и эти участки помогают понять историю возникновения и развития самой сложной машины на Земле. По мнению ученого, эволюция сочла более рациональным и удобным добавлять улучшения и дополнительные устройства в уже существовавшие модели мозга, чем для каждого существа переписывать программу заново. Конечно, и на это потребовались миллионы лет.

Итак, в самой глубине мозга спрятана самая его древняя и маленькая часть – **рептильный мозг**. Этот мозг контролирует самые примитивные жизненные функции, от дыхания до сердцебиения, от температуры тела до тех действий, которые называются инстинктивными, в том числе древний инстинкт защиты территории. Эти задачи выполняются без всякого вмешательства мысли или воли.

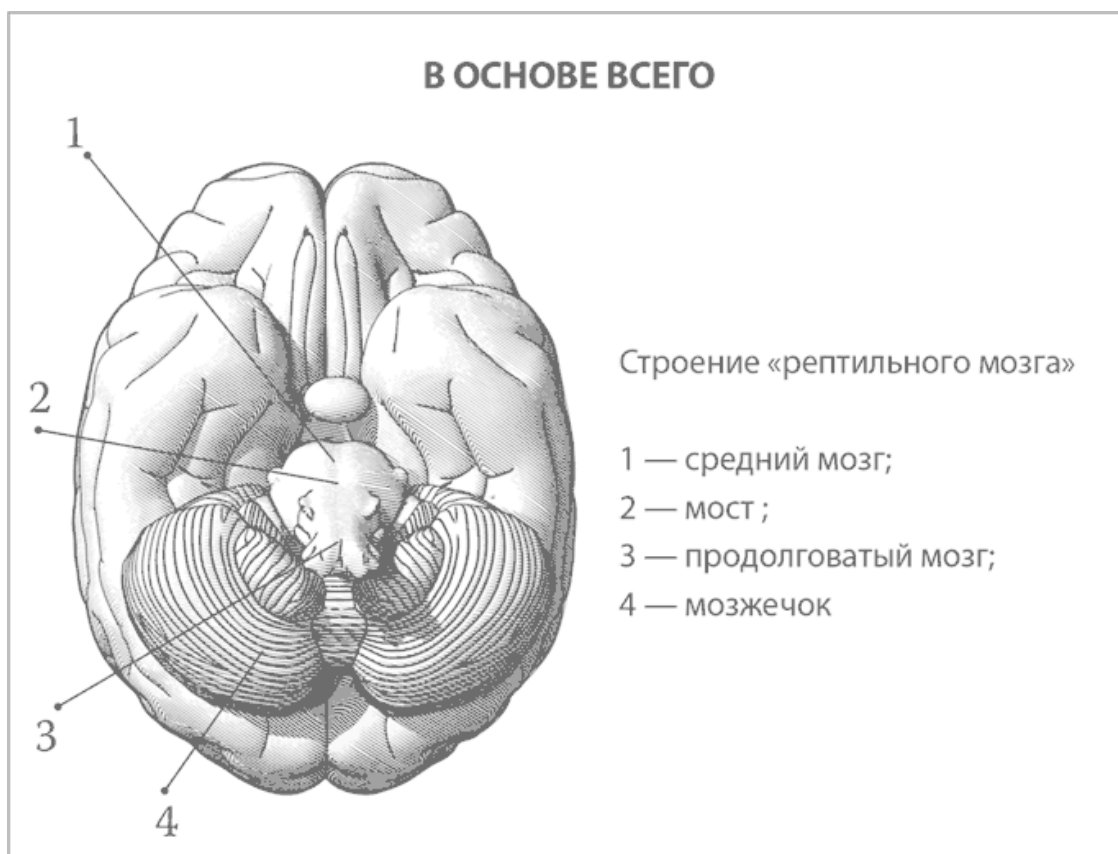
На следующем уровне расположен отдел, связанный прежде всего с появлением млекопитающих, – **лимбическая система**. В нем запрятан ключ к эмоциям, побуждениям, поведенческой мотивации и долгосрочной памяти, к бессознательному. Этот отдел мозга необходим для социального поведения млекопитающих, он отвечает за привязанность и способность ее выразить.

И на высшем уровне расположена **кора мозга**, укутывающая мозг серым веществом: она появилась у приматов, развилась у гоминидов и приобрела важнейшее значение у человека. В коре формируются сознание, мышление, находится центр речи и все иные способности, отличающие человека, такие, например, как способность прогнозировать последствия поступков и будущие события [см. стр. 79].

Разумеется, все три отдела мозга эволюционировали в течение многих миллионов лет, в течение всей истории животного мира. Части мозга неотделимы друг от друга, это не разборная матрешка, наоборот, они плотно соединены запутанной сетью нейронов. И нельзя сказать, что в голове у человека мозг рептилии, – нет, это некие структуры, унаследованные от наших общих с рептилиями предков. Разделить мозг на части невозможно – в конечном итоге он един.

3.1. «Рептильный мозг»

Предок, первый обладатель «рептильного мозга», бороздил воды океана около 500 миллионов лет назад. Его примитивный мозг состоял всего из нескольких сотен нейронов. Но прошли миллионы лет, и мозг усложнился, вместе со своими носителями – морскими животными. Когда некоторые виды вышли на сушу, чтобы колонизировать новую среду обитания, им пришлось научиться выживать в совершенно иных условиях и приспособиться к новым опасностям. Примерно 250 миллионов лет назад как раз и сформировался орган, который сегодня называется «рептильным мозгом». Возникнув у относительно более сложных существ – амфибий, этот мозг стал прообразом всех будущих мозгов на Земле. Базовые свойства этого мозга можно обнаружить как у современных рептилий, так и у современных млекопитающих, в том числе и у человека, хотя, конечно, за долгие миллионы лет эволюции накопились и огромные различия.



Самая древняя часть человеческого мозга состоит из **мозжечка** и **мозгового ствола** и контролирует такие жизненные функции, как сердцебиение, равновесие, дыхание и поддержание температуры тела.

Это одна из самых безотказных деталей церебрального аппарата, он работает 24 часа в сутки в полностью автоматическом режиме, не требуя никакого участия пользователя. «Рептильный мозг», к примеру, никогда и ни при каких обстоятельствах не сможет позабыть дышать. Его древнее происхождение определяет его простой, однако самостоятельный и своеобразный вклад в работу мозга. «Рептильный мозг» участвует практически во всех жизненных процессах, при этом мудрая эволюция компенсировала его недостатки тем, что отвела ему особую роль в процессе мышления.

3.1.1. Мозговой ствол

Если смотреть на мозг со стороны основания, то можно увидеть нечто, похожее на кабель или трубку (следовало бы назвать ее «нервотрубкой»), соединяющую его с телом. Мозговой ствол, по-английски изящно именуемый brainstem (стебель головного мозга), в буквально смысле стоит у истоков мозговой деятельности и вместе с другими важными задачами регулирует такие базовые потребности, как дыхание, сердцебиение, сон и голод.

Любая информация, поступающая от тела к мозгу и обратно, проходит через ствол. В мозг информация идет по сенсорным путям, по ним поступают сигналы боли, сигналы о повышении температуры, осязательные ощущения, мышечное восприятие тела в пространстве и частей тела относительно друг друга [см. стр. 115]. В обратную сторону, по пучкам аксонов [см. стр. 32], начинающимся в двигательных нейронах мозгового ствола и оканчивающимся в спинном мозге, спускаются сигналы, управляющие движением. Но это еще не все – из трех частей мозгового ствола (продолговатый мозг, мост и мозжечок) выходят десять из двенадцати пар **черепно-мозговых нервов** – нервов, берущих начало непосредственно в мозговых полушариях и управляющих моторикой и сенсорикой лица, глаз и внутренних органов.

Ствол сплошь пронизан **нейронными сетями**, сотни подобных образований контролируют состояние бодрствования, посылая через регулярные промежутки времени последовательность сигналов в кору. Стоит последовательности сигналов замедлиться, человек ощущает сонливость. Нейронные сети играют ключевую роль и в механизме концентрации внимания [см. стр. 175]. Таким образом, ответственность ствола за работу сердечно-сосудистой и дыхательной систем тесно переплетается с его участием в обретении знаний и умений, то есть в формировании сознания. В итоге можно сказать, что мозговой ствол находится в основе всего, во всех смыслах.

• Продолговатый мозг

Без него жизнь невозможна. Продолговатый мозг самостоятельно, без всякого участия носителя управляет базовыми функциями организма – дыханием, сердцебиением и кровяным давлением. Он служит для непосредственного соединения спинного мозга и головного и как часть мозгового ствола осуществляет коммуникацию между центральной и периферической нервными системами и играет ключевую роль в работе вегетативной нервной системы: через нее он регулирует респираторные, кардиологические и вазомоторные функции, многочисленные безусловные рефлексы, бессознательные реакции на различные раздражители (таковых насчитывается около 45). Это продолговатый мозг стоит за кашлем, чиханием, рвотой, зевотой.

• Мост

Если смотреть вдоль мозгового столба, между спинным мозгом и средним мозгом можно заметить мост. По-латыни он называется pons, также его именуют Варолиевым мостом, в честь итальянского анатома XVI века Костанцо Варолия, впервые его описавшего. Мост имеет слегка выпуклую форму.

Мост соединяет разные области мозга и обеспечивает жизненно важный обмен информацией между корой и мозжечком. Его пересекают четыре пары черепно-мозговых нервов, и он участвует в работе слуха, вкуса, осязания и в поддержании равновесия; также в его ведении находятся моторные функции, такие, как жевание и движение глаз. Варолиев мост заведует, как предполагается, быстрой фазой сна и насыляет сны.

• Средний мозг

Средний мозг имеет в длину всего около 2 сантиметров и находится на самом конце мозгового столба. Это самая крошечная часть столба, однако заслуживающая всяческого уважения, поскольку играет решающую роль в эмбриональном развитии будущего человека.

Примерно на двадцать восьмой день внутриутробного развития эмбриона нервная трубка разделяется на три первичных пузыря, которые впоследствии станут мозгом. Это **ромбовидный мозг, средний мозг** и **передний мозг**. Через несколько недель от среднего мозга отделяется **вторичный мозговой пузырь**, или **задний мозг**, впоследствии развивающийся в мост и мозжечок, и **продолговатый мозг**. А из переднего мозга формируются полушария мозга, покрытые корой, и **промежуточный мозг** (гипоталамус, таламус и др.). А средний мозг оказывается действительно в середине и остается средним мозгом. Стратегическим положением среднего мозга объясняется присутствие в нем слоев белого вещества, соединяющих мост с таламусом, то есть «рептильный мозг» с лимбической системой, и обмен информацией идет в обоих направлениях. Кроме того, в среднем мозге есть несколько крупных вкраплений серого вещества, в которых осуществляется контроль за такими функциями организма, как смена сна и бодрствования, ощущение боли, слух, движения головы и глаз.

Средний мозг принято делить на три части – крышу, среднемозговую покрывку и ножки. Первые две части разделены центральным протоком (по которому поступает спинномозговая жидкость [см. стр. 51]), а ножки отделены друг от друга черной субстанцией, служащей одним из основных источников дофамина.

• **Черная субстанция**

Она также называется «черное вещество» и плотно насыщена нейронами, потемневшими от большого количества меланина – пигмента, которому мы обязаны загаром. И черная субстанция не является однородной, а поделена на две разные части с разными функциями, *pars compacta* и *pars reticulata*, компактный слой и сетчатый слой. Компактный слой содержит дофаминергические нейроны, которые связываются с другими структурами мозга – полосатым телом – и высвобождают дофамин в его структурах. Сетчатый слой состоит в основном из ГАМК-ергических нейронов [см. стр. 39], связывающихся с разными отделами мозга.

• **Вентральная область покрывки**

Эта крошечная структура прилегает к области черной субстанции, на краю покрывки среднего мозга, и играет весьма важную роль, будучи связанной с самыми отдаленными уголками мозга, от мозгового ствола до префронтальной коры. Это самый важный узел путей выработки и распространения дофамина и системы вознаграждений [см. стр. 159]. Вентральная часть покрывки (известна также под аббревиатурой VTA) вовлечена в формирование мотивации [см. стр. 171], закрепление результатов обучения [см. стр. 179] и, по разряду совсем иных удовольствий, оргазма [см. стр. 137]. Однако эта область связана также с формированием наркозависимости, токсикоманией и тяжелыми мозговыми патологиями.

3.1.2. Мозжечок

На латыни эта часть мозга называется *cerebellum*, то есть «маленький мозг». Так он был назван из-за своих размеров и вида. Он действительно похож на мозг в миниатюре, чуть больше размером, чем мячик для пинг-понга. У мозжечка тоже есть два полушария, правда не покрытых извилинами коры. Он находится в глубине задней части мозга, под височными долями, и тесно связан со спинным мозгом. По спинному мозгу он отправляет приказы мозга (порой без всякого участия сознания) всем остальным частям тела.

Мозжечок – неизменная и обязательная часть мозга всех позвоночных: рептилий, рыб, птиц и млекопитающих. Уже давно, несколько столетий назад, ученые установили, что моз-

жечок ответственен за движения тела, равновесие и координацию в пространстве, – исследователям удалось увидеть своими глазами последствия его повреждения. Однако мозжечок вида *Homo sapiens* эволюция загрузила дополнительными обязанностями, весьма важными. Согласно последним исследованиям, эту часть мозга «маленькой» называть просто несправедливо.

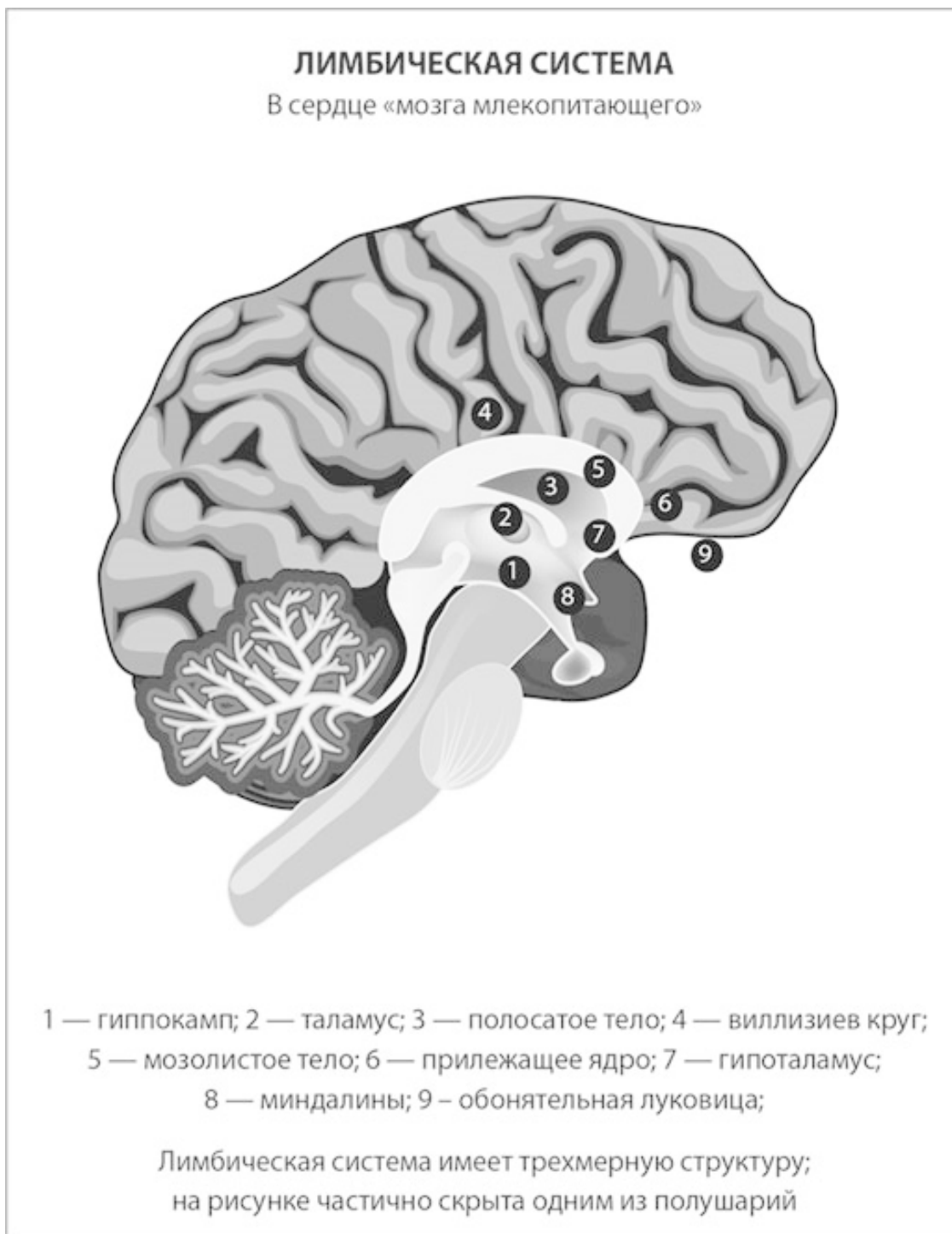
Мозжечок прежде всего обеспечивает обучение разнообразным движениям, в особенности тем, что имеют сложный рисунок. Без участия мозжечка невозможно выучить хитро подкрученную подачу в теннисе или же исполнить фугу Баха. Мозжечок – драгоценное наследство, полученное человеком от предков. Конечно, по сравнению с корой головного мозга, внешней, почти демонстративно гипертрофированной частью головного мозга человека, он кажется приветом из далекого эволюционного прошлого. Однако, занимая всего 10 % объема мозга, он включает в себя 69 миллиардов нейронов, в то время как кора их насчитывает только 20 миллиардов. Секрет столь высокой плотности в том, что около 46 миллиардов клеток в мозжечке – гранулярные, самые крошечные нейроны из существующих.

Роль мозжечка поистине невозможно переоценить. Он работает в постоянном контакте с корой головного мозга, они трудятся практически в паре: мозжечок участвует не только в управлении двигательными функциями, ради которых он был создан природой, но и в регулировании новых когнитивных функций, появившихся у человека.

3.2. «Мозг млекопитающего»

Над мозговым стволом и под корой расположена **лимбическая система**, состоящая из большого количества маленьких или имеющих сложную извилистую форму структур, связанных друг с другом. В зачаточном виде система существует и у беспозвоночных, особое развитие получила в связи с возникновением и развитием млекопитающих – в их мозге она начала играть важную роль.

У млекопитающих мозг удвоился – все структуры были повторены в правом и левом полушариях, однако получили в результате разные функции. Таламус, миндалевидное тело и гиппокамп получили зеркального двойника. Исключением стал гипоталамус.



Сегодня известно, что лимбическая система, долгое время считавшаяся чем-то вроде «эмоционального центра», на самом деле значительно сложнее по своим функциям. Конечно, она участвует в таких человеческих переживаниях, как страх или любовь, однако ее задачи существенно сложнее: она участвует и в процессе обучения, формировании мотиваций и побудительных мотивов и руководит памятью.

И именно благодаря лимбической системе человек чувствует удовольствие от еды или секса, лимбическая система виновна в депрессии и разочаровании, это из-за ее козней хронический стресс приводит к повышению артериального давления. И это именно она побуждает нас послать кого-либо – справедливо или нет – к черту: это не руководство к действию и тем более не оправдание.

3.2.1. Таламус

Мозг постоянно накрывает настоящее цунами информации, и ему просто необходима эффективная система сортировки, которая могла бы мгновенно разделять и направлять потоки данных в соответствующие участки коры. Такой сортировочный центр существует и называется таламусом. Он состоит из двух симметричных частей размером с орех и слегка вытянутых, соединенных микроскопическим мостиком из серого вещества. Таламус расположен практически в центре мозга. Он выполняет столь жизненно важные задачи, что любые повреждения его структуры ведут к необратимой коме.

Через таламус проходят все сигналы от органов чувств [см. стр. 116] за исключением разве что обоняния [см. стр. 115], им обрабатывается и проприоцепция (ощущение собственного тела, его положения в пространстве и положения разных частей тела относительно друг друга), и данные наиболее важного органа чувств человека – кожного покрова.

Представить себе сложность процесса можно на конкретном примере: картинка, видимая правым глазом, передается на левую половину таламуса, а она, в свою очередь, посылает ее на левую затылочную долю [см. стр. 77], то есть в ту часть коры, которая отвечает за зрение. Таламус не ограничивается ролью почтальона – он получает и обратный сигнал из затылочной доли. Подобный механизм воспроизводится во всех других отделах коры головного мозга, занятых обработкой сенсорной и двигательной информации.

Из этих связей формируется плотный круговорот информации таламус-кора-таламус, регулирующий чередование состояний сна и бодрствования и переключение внимания, один из важнейших компонентов «волшебства», порождающего сознание [см. стр. 144].

3.2.2. Миндалевидное тело

Задачей миндалин, которых две, по одной в каждом полушарии, является мгновенная реакция на возникшую эмоцию и сохранение этой реакции в памяти. Среди всего богатства эмоций самой важной является страх, чрезвычайно важное для выживания переживание. Миндалевидные тела и были созданы эволюцией для управления реакцией на страх [см. стр. 134]. Своим названием они обязаны отдаленному сходству по форме с миндальным орехом.

Оба миндалевидных тела прилегают сбоку, справа и слева, к височным долям и функционируют вместе. Однако в их действиях исследователи отмечают некоторые различия – правое миндалевидное тело принимает на себя негативные эмоции и страх (это проверено в ходе эксперимента с электростимуляцией органа), в то время как левое больше расположено к позитиву и вовлечено, вероятно, в систему удовольствий. Обе миндалины получают информацию от нейронов, ответственных за зрение, обоняние, слух и чувство боли, и посылают приказы двигательному аппарату и сердечно-сосудистой системе.

В случае опасности миндалевидное тело приказывает телу замереть, сердцу биться ускоренно и гормонам стресса начать вершить свою работу [см. стр. 216]. Миндалины регулируют не только непосредственную реакцию на угрозу, но и выработку условных рефлексов, связанных со страхом [см. стр. 79]. Если крысе удалить миндалины из мозга, она не делает даже попытки сбежать при виде кота. Кроме того, миндалевидные тела участвуют в механизме долгосрочной памяти [см. стр. 83].

Современная технология «фотографирования» мозга [см. стр. 253] показала, что нарушения в работе миндалевидных тел, генетического происхождения, или спровоцированные недостаточностью нервных импульсов, могут лежать в основе тревожных состояний, аутизма, депрессии, фобий и посттравматического стресса [см. стр. 203]. Психическая травма, полученная на войне или при переживании сексуального насилия, может физически повредить мин-

дальное тело в течение достаточного короткого периода времени. Возможно, это наиболее подверженная половому диморфизму структура головного мозга, и именно миндалины хранят в себе отличия мужского и женского мозга [см. стр. 196].

3.2.3. Гиппокамп

Гиппокамп, наверное, одна из наименее изученных частей мозга, после лобной коры, и вызывает самые ожесточенные споры в научной среде. Он постоянно порождает загадки и гипотезы, ученые пишут о нем невероятно толстые книги. Последний рекорд – изданная Оксфордским научным издательством книга толщиной в 840 страниц.

Гиппокамп формой отдаленно напоминает морского конька, он был открыт в XVI веке болонским анатомом Джулио Чезаре Аранци. Гиппокамп имеет парную структуру, его симметричные части расположены в обоих полушариях мозга, между таламусом и височными отделами. Кратко его задачу можно описать двумя словами – память и пространство.

Гиппокамп отвечает за краткосрочную память, то есть фиксацию собственного опыта [см. стр. 83], играет роль и в семантической памяти, запоминании как элементарных жизненных правил, так и сложных социальных ритуалов и понятий. И самое главное – участвует в процессе консолидации памяти, перехода данных из кратковременной в долгосрочную память. Экспериментально доказано, что повреждение гиппокампа делает невозможным только создание новых воспоминаний, притом что воспоминания, сформированные до травмы, остаются неизменными (хранятся в другом отделе мозга). Вдобавок человек сохраняет также способность обретения новых навыков ручного труда (за них тоже отвечает другой отдел мозга).

Обе части гиппокампа реагируют на трансмиссию серотонина, дофамина и норадреналина [см. стр. 36]. Исследователи обнаружили также загадочные электромагнитные волны, так называемые тета-колебания частотой от 6 до 10 Гц, которые проходят через гиппокамп каждые 6–10 секунд [см. стр. 29]. Недавние эксперименты в университете Беркли показали, что тета-колебания разной частоты тоже служат для передачи информации: вживленные в мозг мыши электроды помогли ей ориентироваться в лабиринте. Навигация в пространстве оказалась еще одной важной функцией гиппокампа – изучение мозга лондонских таксистов, обязанных выучить наизусть карту огромного города, чтобы получить лицензию, показало у них заметное увеличение задней части гиппокампа.

Будучи одной из важнейших составляющих лимбической системы, гиппокамп насыщен рецепторами кортизола [см. стр. 45], что делает его уязвимым перед воздействием длительного стресса. Экспериментально доказано, что у людей, страдающих от посттравматического синдрома, доли гиппокампа частично атрофируются [см. стр. 216]. Ученые полагают, что нарушение работы гиппокампа может быть связано и с тяжелой депрессией, и с шизофренией [см. стр. 220].

3.2.4. Гипоталамус

Маленький размер гипоталамуса совершенно не соответствует огромности задачи, которая перед ним стоит: он обеспечивает выживание в буквальном смысле. Гипоталамус весит всего 4 г и имеет в длину 4 мм, расположен в самой середине мозга и собирает самые разнообразные сведения, приходящие от тела. В тревожной ситуации гипоталамус использует химические и нейронные рычаги для поддержания гомеостаза, то есть оптимального баланса жизненно важных ресурсов организма.

Гипоталамус живет точно в центре мозга, в месте, где соприкасаются полушария, чуть-чуть ниже половинок таламуса. У него тоже есть левая и правая части, но в отличие от таламуса он имеет вид единого органа, что позволяет так его и рассматривать.

Гипоталамус состоит из выделенных анатомически групп нейронов, именуемых ядрами, которые с помощью разнообразных инструментов контролируют температуру тела, регулируют потребление воды и пищи через чувства жажды и голода, управляют физиологическим откликом на смену дня и ночи, так называемым циркадным ритмом [см. стр. 129] и определяют сексуальное поведение.

Крошечный гипоталамус обладает такой мощью, поскольку помимо арсенала нейронов держит под контролем расположенный совсем близко **гипофиз** – властителя эндокринной системы. Гипофиз производит восемь гормонов, играющих фундаментальную роль в сохранении гомеостаза, и два из них синтезируются непосредственно в гипоталамусе.

Это и стратегический **гормон роста** (стимулирующий воспроизводство и регенерацию клеток), и кортикотропин-релизинг-гормон (кортикотропин помогает противостоять стрессу), и окситоцин с вазопрессинном (нейротрансмиттеры, необходимые для возникновения влюбленности), и пролактин (регулирует выработку грудного молока), и гонадотропин (управляет половым развитием). Таким образом, гипоталамус отвечает не просто за выживание особи, но и за благополучие вида в целом.

3.2.5. Базальные ганглии

В самой сердцевине полушарий расположена группа ядер серого вещества, каждое со своей анатомической и нейрохимической конфигурацией, но объединенных связью с верхними слоями коры мозга и нижней частью мозгового ствола. Они управляют автоматическими и произвольными движениями, движениями глаз, а также эмоциями и процессом познания⁵.

• Путамен (Скорлупа)

Эта структура значительных размеров расположена под таламусом и вовлечена в сложный механизм управления движением. Не случайно путамен связан с таким дегенеративным заболеванием, как болезнь Паркинсона, то есть расстройством двигательной системы.

• Хвостатое ядро

Парная структура, расположенная в обоих полушариях, выходящая из путамена и обвивающая его наподобие утончающейся, сходящейся на конус спирали. Хвостатые ядра тоже отвечают за моторику и болезнь Паркинсона, но не только, – они участвуют в реализации когнитивных способностей (обучение, память, речь), а также определяют некоторые психологические переживания человека. Магнитно-резонансное сканирование показывает, что хвостатое ядро активизировано как у влюбленных, так и у восхищающихся чьей-либо красотой. Путамен и хвостатое ядро вместе образуют **стриатум**.

• Прилежащее ядро

Парная структура, которую тоже было бы правильнее назвать прилежащие ядра, поскольку в каждом полушарии находится по ядру. Она участвует в системе вознаграждения [см. стр. 159], составляя важную часть так называемого мезолимбического пути, по которому из вентральной зоны [см. стр. 42] поступает дофамин [см. стр. 59]. Зависимость – тоже дело прилежащего ядра. А совсем недавно были обнаружены доказательства того, что ядро активизируется не только при переживании удовольствия, но и, напротив, отвращения. Играет роль в импульсивных проявлениях, а также создает эффект плацебо [см. стр. 207] и вместе с обонятельным бугорком составляет так называемый **вентральный стриатум**.

⁵ Базальные ганглии включают в себя те части мозга, которые развились из конечного мозга, промежуточного мозга и среднего мозга, то есть трех из пяти первичных делений мозгового пузыря, происходящих во время эмбрионального развития [см. стр. 58].

- **Стриатум**

Дорсальный и вентральный стриатумы (описанные выше структуры) образуют вместе полосатое тело, чьи функции состоят в поддержании сложной системы обучения и других когнитивных функций, обеспечения системы вознаграждений, в том числе и их возможного перехода в зависимости. В целом полосатое тело делает приятными действия или переживания [см. стр. 79].

- **Бледный шар**

Бледный шар получает информацию от полосатого тела и отправляет ее в черную субстанцию. Играет ключевую роль в осознанном движении.

- **Субталамус**

Принимает сигналы полосатого тела и помогает регулировать движения тела.

3.2.6. Поясная извилина

Эта удлинённая парная структура является одновременно частью как коры головного мозга, так и лимбической системы, осуществляя переход от «мозга млекопитающего» к «мозгу примата»; в обоих полушариях она обволакивает мозолистое тело.

Если говорить о мозге языком архитектуры, можно сказать, что поясная кора находится на верхнем этаже лимбической системы. Она принимает информацию как с крыши (кора головного мозга), так и с нижних этажей (таламус) [см. стр. 62]. Поясная извилина участвует в переживании эмоций [см. стр. 133], обучении [см. стр. 179], запоминании [см. стр. 83]. И этим ее функции не ограничиваются – список ее ролей в жизненных процессах весьма обширен.

Передняя часть поясной извилины отвечает и за базовые процессы, такие как кровяное давление и сердцебиение, и за высшую нервную деятельность – управление эмоциями [см. стр. 192], планирование [см. стр. 79] и принятие решений [см. стр. 188]. Задняя часть осуществляет автоматические реакции [см. стр. 184], участвует в процессе вспоминания забытого и в работе сознания [см. стр. 144].

3.3. «Мозг примата»

У млекопитающих по сравнению с их предшественниками мозг стал более многослойным – в его верхней части добавились оболочки. Это произошло миллионы лет назад. Конечный мозг, который формируется и у человека в процессе эмбрионального развития [см. стр. 58], постепенно эволюционировал и прирос корой, самым могущественным и таинственным органом у современных мышей, котов, обезьян и человека. У рептилий и птиц в мозге есть похожая структура, так называемый паллий, или плащ головного мозга, но он не аналогичен коре «мозга млекопитающих».

Кора головного мозга активно развивалась в течение нескольких геологических эпох приматов, так называемых гоминидов. Род *Homo* возник около двух миллионов лет назад, а кора головного мозга вида *Homo sapiens* – примерно 200 тысяч лет назад. После исчезновения неандертальцев конкуренцию *Homo sapiens* больше никто составить не смог, и кора приобрела огромный по сравнению с мозгом других млекопитающих, даже гипертрофированный вид и размер. Некоторые исследователи полагают, что этому способствовали особая ловкость рук и расположенный отдельно большой палец, свойственное хищнику стереоскопическое фронтальное зрение и социальные преимущества, определяемые способностью к примитивной речи. Кора головного мозга получила резкий толчок к развитию, что привело около 50 тысяч лет назад к возникновению зачатков культуры и изменению поведения *Homo sapiens*, превращению его в «современного» человека, *Homo sapiens sapiens*. К этому моменту его кора головного мозга составляла уже 90 % веса всего мозга.

Все основные события происходят именно здесь, в коре. В ней каталогизируется и обрабатывается хаотичный информационный поток данных, поступающих от различных периферических органов, таких, к примеру, как кожа или глаза. Именно в коре зарождаются и сохраняются новые навыки, которые позднее классифицируются в соответствии с уже имеющимися знаниями. Благодаря выдающимся способностям коры к вычислениям человек способен задуматься, включить воображение, сравнить вероятности, принять решение и изменить свое мнение.

Кора головного мозга – торжество **серого вещества**, плотной упаковки нейронов, глиальных клеток и капилляров. Серым его назвали самые первые анатомы, еще в Средневековье, – при вскрытии черепа они видели серовато-розоватую массу. Серый цвет отлично выделяется на фоне белого вещества, которое разбросано в мозгу отдельными пятнами, в основном под корой, там, где встречаются **мозолистое тело** и сотни миллионов аксонов, соединяющих полушария между собой белой полосой миелина [см. стр. 32, 50].

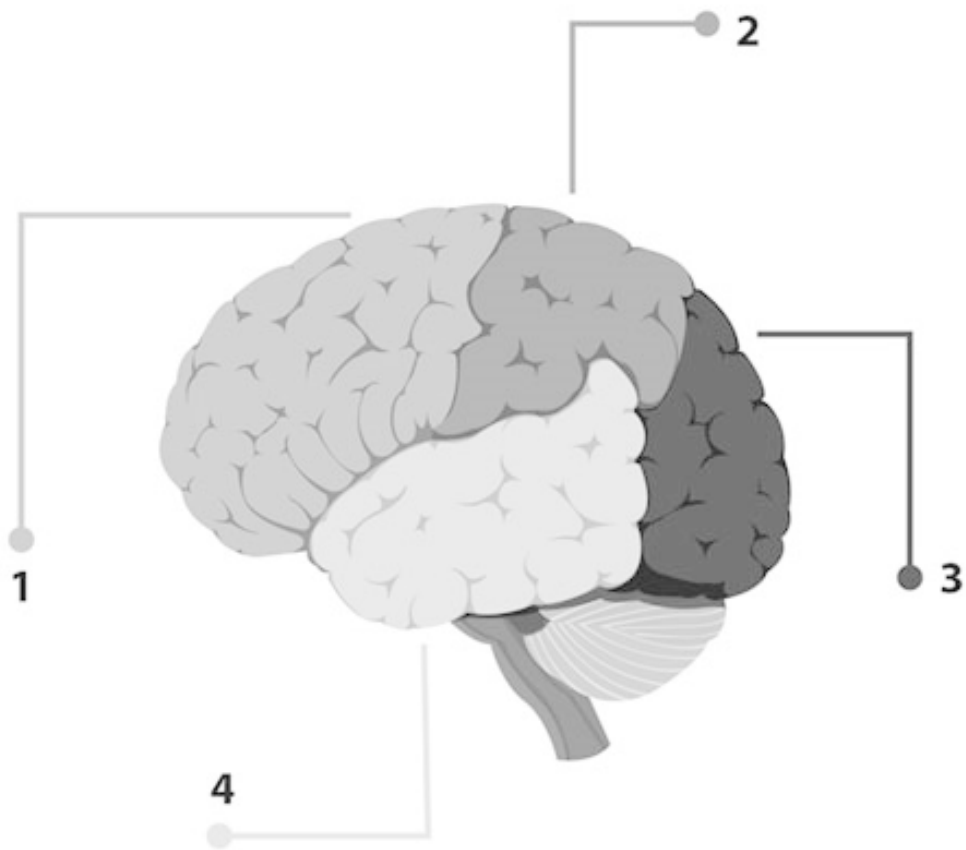
Мозолистое тело есть в мозге только у плацентарных млекопитающих: оно является неотъемлемым и одним из важнейших инструментов таких сложных мозговых процессов, как интеллект и сознание, и координирует деятельность коры полушарий мозга.

3.3.1. Кора головного мозга

Если взять квадратную мягкую скатерть со стороной 2 метра, расстелить ее на столе, а потом начать сминать к центру, пытаясь записать ее в банку или коробку, получится морщинистый и извилистый комок, сильно напоминающий внешним видом кору головного мозга. Именно такой ее и создала эволюция – для того, чтобы увеличить максимально площадь поверхности серого вещества и постараться сохранить череп более-менее пропорциональных размеров, хотя голова человека все равно непропорционально велика. Серое вещество коры – самая эволюционно молодая и самая объемная часть мозга, пожалуй, даже устрашающе объемная, с точки зрения других видов, и без извилин она бы просто не влезла в череп.

ВМЕСТИЛИЩЕ ИНТЕЛЛЕКТА

Чудеса «мозга примата»



1. Передняя доля

- планирование
- рассудок
- решение задач
- моральные установки
- личность
- социализация
- эмпатия
- область Брока (речь)

2. Теменная доля

- ощущение времени и пространства
- чувства
- положение тела
- чтение и понимание

3. Затылочная доля

- зрение
- восприятие цвета, формы и расстояния

4. Височная доля

- понимание
- слух
- смысл слов
- память
- обучение
- область Вернике (речь)

Вогнутые части этой «скатерти» из серого вещества, похожие на долины в горах, называются **бороздами**, а выступающие – **извилинами**. Среди борозд выделяются четыре особенно глубокие, они отделяют четыре доли коры головного мозга. Доли привязаны к костям черепа: **передняя лобная доля** (центр управления абстрактным мышлением, рассудком, а также социальными навыками и личностными качествами); **височная доля** (слух, восприятие, речь, обучение); **теменная доля**, расположенная в верхней части затылка (осознание, вкусовые ощущения, температура) и **затылочная доля**, расположенная ближе к шее (зрение).

В самой середине коры мозга расположена **центральная борозда**, разделяющая кору на две половины. Таким образом получается, что и доли имеют парный характер.

Некоторое время назад биологи считали, что полушария выполняют совершенно разные задачи и что в мозге одно из полушарий доминирует и играет руководящую роль. Именно эта гипотеза легла в основу мифа о том, что есть «левополушарные» люди, способные к математике и логике, и «правополушарные», созданные для творчества и искусства. Это полная чушь [см. стр. 225].

На самом деле операция гемисферэктомии (хирургическое удаление или выключение одного из полушарий, производимое при некоторых случаях тяжелой эпилепсии) не нарушает полностью работу мозга – после периода послеоперационного восстановления зачастую и мозговая деятельность, и когнитивные функции возвращаются в полном объеме, особенно у детей, обладающих по определению большей мозговой пластичностью, чем взрослые [см. стр. 87]. Некоторое количество людей в мире живет более или менее нормально с одним полушарием в голове. Конечно, это не означает, что у разных полушарий головного мозга нет своих особенностей, этот процесс неврологи называют «латерализация». В качестве наиболее яркого примера можно привести **области Брока** (генерация речи) и **Вернике** (понимание речи), расположенные в левом полушарии у большинства и в правом у некоторых левшей. Не следует забывать также, что данные от периферических органов чувств поступают в оба полушария, однако крест-накрест: правый глаз шлет картинку в левую затылочную долю, а ощущения левой руки попадают в расчетный центр в правой теменной доле.

Толщина коры головного мозга колеблется от 2 до 4,5 мм, но этот тонкий и влажный, но прекрасный покров серого вещества состоит из шести **слоев нейронной ткани**. Каждый из этих слоев обладает собственной структурой, то есть состоит из разных типов нейронов, связанных с другими участками коры, подкорковым слоем и другими отделами мозга.

Кора – самая сложно устроенная часть мозга, наиболее сложно устроенного органа нашего тела. Технический прогресс позволил науке продвинуться в изучении работы мозга, одновременно доказав, что в мире нет двух одинаково устроенных и одинаково функционирующих живых механизмов.

Это тем более поразительно, что геномы разных людей – например, аборигена Австралии или коренного жителя Гренландии – практически идентичны, различаясь всего лишь на 0,1 %. При этом все 100 % мозгов вида *sapiens* совершенно уникальны.

• **Передние лобные доли**

Добро пожаловать в центр управления! Здесь, в переднем отделе коры, в особенности в префронтальной его части (то есть самой передней), расположенной в области лба и самого начала затылка, формируются самые сложные и загадочные функции сознания, такие как мышление и разум, убеждения и мотивы поведения, то есть все, что отличает мозг вида *sapiens* от всех предыдущих версий.

У человека префронтальная кора развита в значительно более высокой степени, чем у остальных приматов, а у остальных млекопитающих ее может не быть вовсе. У человека передние лобные доли начинают функционировать на полной мощности только спустя 25–30 лет

после его рождения [см. стр. 97]. Это во многом объясняет различия в поведении ребенка, подростка, юноши и взрослого.

Переоценить роль переднего отдела коры просто невозможно. Чтобы убедиться в этом, вам нужно выполнить четыре мысленных эксперимента:

- вспомните место, в котором вы проводили летние каникулы в детстве, и представьте себе его во всех подробностях, а затем представьте, как это место может выглядеть сегодня;
- представьте себе ситуацию вооруженного конфликта, любого, какой предпочтительнее, и жизнь женщины с двумя маленькими детьми, потерявшей в результате конфликта мужа и все имущество;
- проведите серию вычитаний: начиная со 101 вычитайте все время по 8, пока не дойдете до минимального положительного числа;
- обопритесь основанием ладони о стол и ударяйте по столу пальцами, один за другим от большого к мизинцу и обратно.

Когда эксперимент будет закончен, знайте, что вы полностью активизировали передние лобные доли своего мозга. Без них человек никогда бы не смог выполнить эти кажущиеся простыми задачи. Поскольку только в переднем отделе коры мы можем восстановить при помощи лимбической системы эмоциональные воспоминания и моделировать их с помощью воображения [см. стр. 184]. В отличие от других живых существ, когда-либо описанных биологами, эмпатия у человека живет в лобных долях [см. стр. 150]. Здесь же совершаются расчеты, решаются логические задачи и формируется речь. В передней коре происходит управление произвольными движениями, такими, например, как набор текста на клавиатуре компьютера, а также располагается участок коры, называемый первичной моторной корой, которая, среди прочего, управляет ходьбой.

Итак, все вышесказанное подтверждает, что передние лобные доли – действительно командный центр, он управляет так называемыми исполнительными функциями мозга, такими как **оперативная память, контроль за исполнением запретов** (по сути, способность реагировать нестандартно для достижения цели), **отложенное удовлетворение** (способность отказаться от вознаграждения для получения большего в будущем), **когнитивная гибкость** (способность справляться с несколькими задачами одновременно), **рациональное поведение, планирование** и многое другое [см. стр. 170]. И собственно личность по большей части формируется именно здесь, в префронтальном отделе коры [см. стр. 166].

Эти факты стали известны довольно давно благодаря несчастному случаю. Сегодня они подтверждены также научными исследованиями и результатами использования современных технологий, таких как ПЭТ (позитронно-эмиссионная томография), МЭГ (магнитоэнцефалография) и фМРТ (функциональная магнитно-резонансная томография) [см. стр. 253]. Технологии пришли на смену таким методам, как сравнение поведения человека до и после операции на мозге в связи с ишемической болезнью или серьезной травмой. В данной книге не приводятся все эти ужасные способы продвижения науки вперед, однако на самом известном случае нельзя не остановиться.

Итак, дело было в Вермонте в 1848 году. Финеас Гейдж работал на строительстве железной дороги, и во время прокладки пути произошел взрыв. В результате взрыва череп Финеаса пронзил железный прут длиной около метра и диаметром три сантиметра, воткнувшись снизу-вверх, и поразил левую переднюю лобную долю коры его мозга. Невероятно, но несчастному удалось выжить, но произошло нечто поразительное. Кроткий, милый и очень аккуратный человек внезапно стал легкомысленным, эгоистичным повесой и бабником. «Вся его сдержанность, тщательно соблюдаемый баланс между разумом и эмоциями внезапно куда-то исчезли», – отмечал врач Джон Харлоу, описавший клинический случай. Случай Гейджа

остался в истории медицины, поскольку показал, насколько тесно сплетены биология и психология.

И практический вывод: всем, кто любит кататься на лыжах, водить мотоцикл и заниматься другими экстремальными видами отдыха, следует позаботиться о мерах защиты для командного пункта в собственной голове!

• Височные доли

Височные доли находятся, натурально, с двух сторон мозга. Главной их функцией являются организация речи во всем ее многообразии и чувственное восприятие действительности, недаром эти доли расположены совсем рядом с ушами. В височных долях обрабатываются звуковые сигналы, поступающие от органов слуха через так называемую первичную слуховую кору [см. стр. 125]. Слуховая кора связана с участком, в котором интерпретируются звуки и речь. Рядом, в левой височной доле, расположена область Вернике, обеспечивающая понимание речи, как звуковой, так и письменной. Медицинские исследования показывают, что травмы этой области приводят к тому, что пациент может говорить (за формирование речи отвечает область Брока в передней лобной доле), но не улавливает смысла сказанного.

Возможности первичной слуховой коры сильно зависят от опыта, накопленного в детстве и юности, так же как и возможности многих других отделов коры мозга. Малыш, слышавший в детстве сразу два или три языка, в зрелом возрасте имеет все шансы стать полиглотом. Если ребенок слышит чужой язык только в школе или в детском саду, он может и не начать потом говорить на нем как на родном, но при этом будет все равно достаточно хорошо его понимать. По этой же причине дитя, в первые десять лет своей жизни прожившее в музыкальной атмосфере, имеет больше возможностей стать профессиональным музыкантом.

Существует гипотеза, согласно которой дети, слушавшие музыку в животе у мамы (рекомендуется приставлять наушники прямо к животу), рождаются предрасположенными к музыкальным занятиям. В 2015 году на портале YouTube было опубликовано видео о мальчике Дилане, который слушал музыку за пять месяцев до рождения. В возрасте лет пяти он продемонстрировал способность различать весьма сложные аккорды и раскладывать их на отдельные ноты.

Височные доли кроме слуха определяют выполнение и двух других сверхважных задач – зрения и памяти. Они расшифровывают зрительную информацию, поступающую от затылочной области коры, привязывая разные детали увиденного, как лица или вещи, к их именам и названиям [см. стр. 121]. Височные доли трудятся вместе с гиппокампом и миндалевидным телом, превращая сегодняшние впечатления в долгосрочную память [см. стр. 83].

• Теменные доли

Уже восемь часов, пора завтракать. Представьте себе эту повседневную сцену в замедленном темпе: рука медленно тянется за чашкой чая, но потом отдергивается, поскольку в чашке кипятки. Это теменная кора мгновенно сменила программу движения, среагировав на сигнал.

Что в этой сцене такого необычного? Да все. Во-первых, выполнение этого банального движения требует прежде всего, чтобы мозг оценил и рассчитал на основе визуальных данных, на доступном ли расстоянии для руки находится чашка и позволяют ли ее форма и особенности конструкции ее ухватить. Затем движение выполняется, и срабатывают датчики температуры: для этого требуется система, способная обработать данные, полученные от рецепторов на коже пальцев, и произвести перерасчет пространственной стратегии, перенести цель на ручку чашки. Упрощение всех этих сложнейших расчетов и является главной целью теменных долей.

Теменные доли расположены в верхней части затылка, вблизи от шеи, сразу за занимающими самое большое пространство лобными долями. Они управляют восприятием сенсорной информации и ее воплощением в моторику, движение. Этому участку головной коры

вполне можно присвоить название «ассоциативная кора», поскольку она переносит информацию, поступающую от органов чувств – зрение, слух, ощущение температуры среды, болевые ощущения и тому подобное [см. стр. 115] – в конкретную цель – не получать ожоги при каждом чаепитии.

Вдоль борозды, отделяющей теменные доли от лобных долей, расположена область, именуемая **соматосенсорной корой**, – она следит за осязанием. В этой области находится пространственно-сенсорная карта, которая позволяет определить, что болезненные ощущения от слишком горячей чашки поступили от пальцев руки. Эта нейронная модель всех осязательных рецепторов называется *гомункулусом*, поскольку количество нейронов в ней пропорционально чувствительности рецепторов в разных частях тела: она похожа на гуманоида с длиннющими ручищами и гигантскими ножищами и вываленным изо рта огромным языком [см. стр. 127].

Теменные доли участвуют также в процессе формирования и расшифровки речи.

• Затылочные доли

Точно так же, как левое ухо посылает преобразованные в электрические импульсы акустические сигналы в правую височную долю (четко в противоположный участок мозга), так и левый глаз отправляет визуальные сигналы в виде электрических импульсов в правую затылочную долю, в область, расположенную наискосок от глаза.

Однако затылочные доли одним лишь зрением, само собой, не ограничиваются. Огромный объем данных от расположенного наискосок глаза поступает в затылочную долю через таламус, в перевернутом виде. А еще надо мгновенно определить цвет всех предметов, попавших в поле зрения; оценить размеры, расстояние, глубину этого поля; идентифицировать движущиеся объекты или знакомые лица. Эти сложнейшие вычисления выполняются в разных областях коры, которые работают в буквальном смысле бок о бок. Помимо **первичной зрительной коры** (зрительная зона V1), получающей необработанные зрительные данные и выявляющей движение, выделяются вторичные зрительные области, которые отвечают, к примеру, за ассоциативный ряд (V2), выделение цветов (V4), определение формы, размеров предметов и вращение глаз.

Все эти операции вместе позволяют создать цветную трехмерную картину с углом охвата 120 градусов, с высокой степенью разрешения и в реальном времени [см. стр. 121]. И это далеко не все – затылочная доля, в свою очередь, отправляет визуальную информацию в долю теменную, чтобы обеспечить правильную реакцию в ситуациях, аналогичных описанной выше истории с чашкой, и в височную долю, чтобы превратить сегодняшние впечатления в память о прошлом (и запомнить, что в чашках бывает кипяток).

Обобщая, можно сказать, что затылочные доли визуальную информацию получают, а другие области коры ее интерпретируют. Только благодаря их совместной работе мы можем прочесть и понять эти строки!

4. Основные характеристики

Наш мозг является многофункциональным произведением природы. Три в одном? Пять в одном? О нет, функций, которые он осуществляет, существенно больше. Их так много, что они порой перекрывают и дублируют друг друга, да так, что перечислить все просто невозможно.

Следует подчеркнуть, что наш мозг умеет думать и реагировать, запоминать и забывать, любить и ненавидеть, спать и бодрствовать, понимать и учиться, строить и разрушать и много чего еще. Его сила, по сути, и есть сила рода человеческого.

Тем не менее следует остановиться подробнее на трех или четырех его основных характеристиках, с учетом того, что мозг сам способен переформулировать свои задачи, предсказывать будущее, описывать сам себя и ощущать в полной мере свою ответственность за собственные дела.

Все это и называется интеллектом.

4.1. Предвидение

Пока мы сами живем более или менее в настоящем, наш мозг постоянно старается заглянуть в будущее. Многочисленные неврологические и психологические эксперименты показывают, что у мозга есть базовая функция, которую наши предки, не имевшие специальных технологий типа магнитного резонанса, никогда не смогли бы даже вообразить: предвидение. Короче говоря, мозг постоянно предсказывает собственные ощущения. Он как бы вглядывается в более или менее близкое будущее.

Человек этого не чувствует, однако его мозг постоянно, на каждом шаге предсказывает, что будет, когда нога коснется земли. Бывает, предвидение не сбывается – нога натывается на кочку или проваливается в ямку; в этом случае мозг включает *сигнал тревоги* и помогает обрести равновесие.

Если водитель не может предвидеть траекторию своего автомобиля, то ему нечего садиться за руль: он становится слишком опасным на дороге. Точно так же и спорт может стать слишком рискованным занятием, если спортсмен не будет заранее рассчитывать, куда он кидает мяч и где тот упадет. Сегодня *плейлисты* и *стриминг* сломали привычный порядок прослушивания музыки, а ведь когда-то фанаты группы *Beatles*, слушавшие классические альбомы, обнаружили забавный эффект: после прослушивания песни «*With a little help from my friends*» во время паузы у них в голове, еще до того, как игла дойдет до соответствующего места на пластинке, уже звучали первые ноты следующей песни – «*Lucy in the sky with diamonds*».

Мозг постоянно погружен в будущее, чтобы сравнивать его с прошлым. Из хаоса получаемых сигналов он выделяет те, что уже соответствуют прошлому опыту, чтобы подготовиться к вероятному, уже вырисовывающемуся будущему. Когда же предвидение обманывает, как в случае ноги, провалившейся в яму, он вновь опирается на опыт прошлого, чтобы решить возникшую проблему.

Наука о мозге тоже не избежала ошибок. Веками люди верили, что мозг реагирует на информацию, поступающую от органов чувств. Теперь же исследователи уверены, что мозг не реагирует, а именно предсказывает. И именно поэтому он всегда активен, в нем безостановочно происходят миллионы химических реакций в секунду. Наш мозг предполагает появление чувств и ощущений, визуальных, слуховых, обонятельных, и всякий раз сравнивает их с прошлым опытом, причем совершенно незаметно для нас. До тех пор, пока не происходит нечто неожиданное, привлекающее внимание. Это похоже на езду на машине по знакомому маршруту, когда все действия совершаются автоматически, пока что-то не выбьет водителя из колеи: красный сигнал светофора в неожиданном месте.

Даже когда мы полны внимания, например, слушая лектора, который рассказывает что-то увлекательное, наш мозг автоматически анализирует звуки, слоги и слова, стараясь предсказать последующие звуки, слоги и слова и даже идеи. Это похоже на просмотр старого фильма, когда мы знаем, какая сцена сейчас последует, или на просмотр фильма, ранее не виденного, но конец которого легко угадать.

Предвидение тесно связано с системой вознаграждения [см. стр. 159], одним из главных неврологических механизмов, влияющих на поведение путем активации циркуляции дофамина [см. стр. 41]. В начале XX века Иван Павлов открыл и описал **условные рефлекс**: он производил один и тот же звук всякий раз, когда кормил собаку, и в результате этот звук стал вызывать непроизвольное выделение слюны у животного. Павлов не знал, что такое поведение обязано своим возникновением притоку дофамина (он был открыт гораздо позже, в 1958 году); однако его эксперименты заложили основу для будущего исследования когнитивных функций.

Эксперименты с обезьянами показали, что, освоив механизм получения еды (например, путем нажатия клавиши несколько раз), приматы получают впрыск дофамина, который создает

в мозгу ощущение удовольствия. Позднее, однако, уровень дофамина не возрастает ни при появлении пищи, ни при нажатии клавиши. То есть уровень дофамина повышается лишь единожды – когда примат, гордый, обнаруживает способ наполнить желудок и готовится нажать клавишу. В этой ситуации действует тот же самый упреждающий механизм; то есть система вознаграждения действует еще до того, как будет получен окончательный результат, вопреки общепринятой логике.

Получается, что главным движителем любой мотивации является нейрональное предвидение, проекция мозга в будущее. Дофамин разливается в мозгу, для того чтобы побудить нас действовать, а не наградить постфактум.

Интересный факт: когда биологи начали поощрять обезьян не каждый раз, а через раз, с вероятностью 50 %, уровень дофамина не снизился, он, наоборот, удвоился. То есть, если обезьяной двигал интерес при получении результата, система вознаграждения увеличивала ощущение удовольствия и благополучия, спровоцированное притоком дофамина. Возможно, именно это несоответствие делает столь соблазнительными рулетку или всевозможные лотереи, иногда доводя людей до полной зависимости [см. стр. 212].

С другой точки зрения можно предположить, что мозг так помешан на будущем, потому что это единственный способ хоть как-то повлиять на непредсказуемость и неопределенность жизни; и эта его особенность заложена эволюцией. Огромный объем информации, из внешних и внутренних источников [см. стр. 115], обрабатываемый мозгом в единицу времени, просто не может быть ясным и однозначным, и это определяет постоянный поиск ответа на вопрос, что будет. Точность предвидения ближайшего будущего, таким образом, требует огромного объема обобщений и вычислений.

Байесовский вывод, названный так в честь священника и математика XVIII века Томаса Байеса, основан на теореме математической статистики, определяющей вероятность события в зависимости от вероятности поступления информации о нем (вероятность А при условии В равна вероятности В при условии А, помноженной на вероятность А и поделенной на вероятность В). Методы математической статистики, основанные на байесовском выводе, нашли применение в инженерных науках, медицине и философии. Вычислительная неврология, исследующая функционирование мозга с точки зрения обработки баз данных, рассматривает мозг как байесовское устройство, производящее постоянно информацию об окружающем мире и корректирующее эту информацию на основе непосредственного чувственного восприятия. Эти исследования оказывают весьма важное влияние на развитие искусственного интеллекта [см. стр. 261].

Однако способность мозга к предвидению может быть также ключом к тайнам человеческого интеллекта. Джефф Хокинс, создатель карманных компьютеров 90-х годов Palm Pilot, основал стартап по созданию искусственного интеллекта, основанный на неврологических механизмах. В своей книге «*On intelligence*» Хокинс определяет интеллект как «способность мозга предвидеть будущее при помощи аналогий, найденных в прошлом». Он в какой-то степени преуменьшает значение этой удивительной способности мозга. «Новые исследования, – пишет Лиза Фельдман Барретт, психолог из Северовосточного университета, – предполагают, что мысли, эмоции, ощущения, воспоминания, решения, классификация, воображение и многие другие явления, исторически считавшиеся самостоятельными ментальными процессами, есть не что иное, как единый механизм предвидения».

Предвидение, мозговая функция, выполняемая совершенно незаметно для носителя мозга, нуждается для правильной работы еще в одном, совершенно необходимом механизме. Для того чтобы сопоставить будущее с прошлым, надо это прошлое помнить, то есть иметь память.

4.2. Память

Мы – те, кого помнит наш мозг. Без памяти мы не могли бы говорить, передвигаться в пространстве, иметь социальные связи и даже быть теми, кто мы есть. Мы лишились бы личности, ведь без наших предков, вписанных в историю человечества, мы никто. Не будь памяти – не существовали бы цивилизации и социальные группы, которые мы знаем; без запоминания языка невозможно сохранить культуру, как в устных преданиях древности, так и в современных книгах и мультимедийных хранилищах.

Наша память, «установленная» в мозге, полностью «совместима с современной системой церебральной машины» [см. стр. 23]. Речь идет, конечно, о типично биологическом и человеческом «оборудовании». В течение долгих лет эволюции память развивалась прежде всего как реакция на страх, чтобы напоминать живому существу об опасности. Позвоночные получили пространственную память, которая улучшила их ориентацию и была полезна и жертвам, и хищникам.

У млекопитающих память обогатилась социальной компонентой, улучшившей отношения между детьми и родителями и повысившей выживаемость. Приматы развили память, связанную с мелкой ручной моторикой, человек добавил себе субъективную память, которая различает все оттенки личности и позволяет жить в обществе [см. стр. 166].

Центрального хранилища информации в голове не существует – данные распределены в сложной и запутанной синаптической сети, о которой мы еще очень мало знаем. Каждый фрагмент воспоминания (слово, вид, чувство) закодирован в области, которая его же и создала (височная или затылочная доля, лимбическая система) и активизируется каждый раз, когда приходит на ум.

Память – тоже не единый процесс, это сумма различных механизмов запоминания, и каждый из них базируется в определенной области мозга. **Краткосрочная память** и на самом деле коротка, она хранится десятки секунд. Она похожа на запись всего, что можно встретить по дороге к центру города – вещи, люди, витрины. Вся эта информация, если она не вызывает никаких ассоциаций или не привлекает усилий для запоминания, скорее всего, исчезнет навсегда. Существуют люди с очень редкой патологией, гипертимезией, которые запоминают все в мельчайших деталях: как они были одеты 13 апреля 2005 года и какие слова говорили в семье во время завтрака. Обычные люди с трудом вспоминают номер телефона, услышанный только что, – и это нормально.

Частью краткосрочной памяти является **оперативная память**, которую мы используем, повторяя в уме тот самый номер телефона, произнесенный секунды назад. Краткосрочная память нужна для того, чтобы создать долгосрочную память, которая хранит все, что мы знаем о мире и о себе. Она объединяет наиболее важные события жизни, словарный запас всех языков, что мы знаем, список всех наших умений в области ручного труда, имена, числа, лица, мечты, события, понятия, чувства, переживания, суждения и убеждения.

Любителям все классифицировать и раскладывать по полочкам: **долгосрочная память** обычно подразделяется на два вида:

- **эксплицитная** (осознаваемая) память, которая может быть эпизодической (меню последнего рождественского ужина, день рождения мамы) или семантической (столица России – Москва, для похода в театр нужен билет);
- **имплицитная** (неосознаваемая) память, сохраняющая автоматические навыки (умение писать ручкой, ездить на велосипеде) и условные рефлексy [см. стр. 79].

Сюда следует добавить также **пространственную память**, которая связана с нашей ориентацией в пространстве. Например, способность передвигаться в знакомом городе, не задумываясь.

Долгосрочная память хранит как недавние происшествия (старая подруга, неожиданно встреченная во время прогулки), так и ставшие давним прошлым (когда-то вместе отдыхали). Итак, подруга и совместный отпуск – пример **ассоциативного ряда** в человеческой памяти. Наша память работает в основном на ассоциациях, поэтому всегда легче запомнить что-то, что похоже на нечто знакомое. Не случайно чемпионы по запоминанию используют стратегию ассоциаций, например привязку последовательностей чисел или имен к каким-то собственным внутренним реперам.

Семидесятилетний японский инженер Акира Харагучи в 2006 году перечислил наизусть первые сто тысяч знаков после запятой числа «пи»: ему пришлось начать говорить в 9 утра, а закончил он только в 1:28 следующего дня.

Ассоциативное запоминание позволяет воспроизвести не только последовательность событий, но и те чувства, которые мы при этом испытывали. Те две далекие недели у моря, казалось, забыты навсегда, но стоило встретить подругу, с которой наслаждались отдыхом, и сразу вспоминается жара, запах нагретых сосен, страх экзаменов, чемпионат мира по футболу...

Реконструкция прошлого, окрашенная чувствами, однако, рискует быть искаженной, а порой даже и ложной [см. стр. 211]. Долгосрочная память нуждается в кодификации информации, классификации и умении ее найти по требованию, как в настоящем архиве. Мы не знаем точных механизмов биохимической кодировки информации, однако этот процесс наверняка связан с обучением [см. стр. 179] и с формированием синапсов [см. стр. 33, 87].

Для закрепления информации она должна быть повторена: о необходимости повторения говорила учительница в школе, об этом же твердит и неврология [см. стр. 179]. Однако одного повторения мало – без концентрации внимания, без того, чтобы мозг сфокусировался на том, что слушает или читает, ничего не выйдет [см. стр. 175]. Огромную роль в концентрации внимания играют мотивация, любопытство, эмоциональная вовлеченность, ожидание будущей награды – например, диплома [см. стр. 171].

Воспоминания имеют свойство сохраняться надолго и тогда, когда они связаны с сильными чувствами – например, с грустными или счастливыми событиями.

Многие люди на нашей планете запомнили, где были и что делали в тот момент, когда узнали о трагедии 11 сентября 2001 года в США. Когда событие является столь сильно эмоционально заряженным, память о нем может даже привести к посттравматическому синдрому [см. стр. 216]. И наоборот, некоторые слишком болезненные воспоминания, особенно если события произошли в детстве, могут полностью стереться из памяти.

Итак, **память о событии зависит от ситуации**, в которой происходит событие: информация сегодня приходит к нам в виде изображений, звуков, ощущений. Чтобы лучше запомнить какой-либо факт или данные, рекомендуется запомнить и ситуацию, с которой они связаны: благодаря ассоциативному механизму можно умудриться потом восстановить недостающие моменты.

Какой же максимальный объем памяти возможно сохранить в мозгу? Точного ответа на этот вопрос просто не существует: некоторые исследователи полагают, что оценить его невозможно в принципе, а кто-то, как профессор Терри Сейновски из института Солка в Калифорнии, используя аналогию с двоичным кодом, применяемым в компьютерах, считает его примерно равным петабайту, то есть огромному количеству миллионов гигабайт.

Во всяком случае, никто из нас никогда не сталкивался с ситуацией, когда что-либо запомнить становится невозможным по причине исчерпания объема. Ученые шутят, что человеческая память – уникальное хранилище и чем больший объем в него запикивают, тем больше

оно становится. И это действительно так по трем причинам: ассоциативный механизм экономит место, избегая дублирования понятий; знание второго языка или умение играть на музыкальном инструменте, постоянное использование памяти для изучения нового позволяют замедлить старение нейронов [см. стр. 243] и заметно улучшить способности к обучению; новые знания и усилия по их получению физически меняют мозг. Так и получается сосуд, который чем больше наполняешь, тем больше его можно наполнять.

Память зависит непосредственно от способности мозга постоянно улучшать и приспосабливать к сегодняшним нуждам связи между отделами в каждую секунду жизни. Это совершенно уникальная способность, она формируется в мозгу человека еще до рождения и называется пластичностью.

4.3. Пластичность

Пьемонтский анатом Микеле Виченцо Малакарне провел странный и жутковатый эксперимент. Он взял двух собачек из одного помета и несколько пар птиц из одного и того же выводка. И, запасшись терпением, дрессировал по одному представителю каждой пары, оставив его родственника жить по собственному разумению. Спустя два года он умертвил животных, вскрыл их черепные коробки и сравнил мозги представителей одного вида между собой.

Малакарне удалось спокойно завершить эксперимент, поскольку он жил в далеком 1785 году. Сегодня такая жестокость вряд ли бы осталась безнаказанной. Однако с научной точки зрения эксперимент удался: животные, с которыми ученый занимался, имели гораздо более развитый мозг. Таким образом, Малакарне обнаружил, что чувственный опыт физически меняет структуру мозга. К сожалению, в течение более чем двух столетий никто не обратил внимание на удивительное открытие итальянского анатома, впервые усомнившегося в неизменности мозгового аппарата.

Сегодня ученые уверены, что мозг меняется, причем постоянно. Достаточно посмотреть фильм, прочесть книгу, принять участие в конференции или поболтать с друзьями в баре – и новая информация, новый опыт, новые выводы сделают свое дело. В микрокосмосе нейронов что-то сдвинется и поменяется.

Эта поразительная способность мозга, полученная нами в ходе эволюции, называется пластичностью. Она развилась на базе пересечения двух взаимозависимых систем – памяти и способности к обучению. Этой способностью обладают многие животные, однако у млекопитающих, и в особенности у *Homo sapiens*, она развита особо: у человека она усилена большим объемом коры головного мозга и поддерживается культурой и речью.

Пластичность формирует новые нейронные связи посредством окончаний аксонов, с одной стороны, и разветвлений дендритов и их шипиков [см. стр. 30] – с другой. Кстати, количество шипиков и их форма могут меняться в течение минут и даже секунд.

Возрастание или уменьшение в течение нескольких часов количества старых и новых нейронных связей, даже в несущественных объемах, могут привести к полной смене структуры нейронных цепей.

Кроме нейронной существует еще синаптическая пластичность, которая усиливает или ослабляет связи между нейронами. Дональд Хебб, канадский ученый, высказал догадку, что, когда два нейрона активизируются одновременно, синапсы, которые их соединяют, усиливаются. «Между одновременно активированными нейронами сети пороги синаптической связи снижаются», – гласит правило Хебба. Одновременно активизирующиеся нейроны объединяются и укрепляют взаимные связи. Хебб установил также, что усиление синаптической передачи между двумя нейронами сохраняется достаточно долго после воздействия. Это явление получило название «долговременная потенция» (*Long-term potentiation*, или *LTP*) [см. стр. 26].

Функцией памяти заведуют сразу несколько отделов мозга: основными действующими лицами являются височные доли коры, гиппокамп и структуры лимбической системы. Запоминание происходит через повторение сигналов. Гиппокамп [см. стр. 64] буквально пронизан синаптическими ответвлениями, предназначенными для распределения информации в соответствии с ассоциациями, в ней заложенными.

Американский анатом прошлого века Джеймс Папезц открыл главное хранилище эмоций (цепь Папезца) – нейронную петлю длиной примерно 35 см, окружающую гиппокамп и пересекающую лимбическую систему и височные доли коры [см. стр. 70]. Сегодня ученые полагают, что эта цепь является одним из основных механизмов запоминания: проходя с большой скоростью по нейронам цепи, ассоциации, вызванные тем или иным событием или знанием, физи-

чески закрепляются в коре. Гиппокамп этим воспоминаниям становится больше не нужен. Эта теория объясняет, почему пациенты с травмированным гиппокампом не могут запомнить сиюминутные события, однако отлично помнят, что было с ними в прошлом.

Противоположностью долговременной потенциации является **долговременная депрессия**, то есть постепенное снижение эффективности синапсов, предшествующее забвению. Это тоже важная составляющая процесса обучения, она помогает оптимизировать запоминание и не хранить ненужную и малозначимую информацию (хотя порой бывает, что забывается и нечто нужное). Механизм долговременной потенциации предполагает рост интенсивности сигналов от нейрона к нейрону, усиление сигнала в синаптической щели. Когда человек заучивает наизусть песню или стихотворение, его мозг неуловимо меняется – и уже не станет прежним.

Пластичность мозга стала ответом эволюции на важнейший вопрос: как жить в постоянно меняющемся мире? Нейронные цепи и синапсы безостановочно реорганизуются, чтобы помочь мозгу понять то, что его окружает. Таким образом мозг освобождается, хотя бы частично, от ограничений, наложенных на него генетикой – информацией, бережно хранимой в ядре каждой из клеток тела.

На нас действуют две противоположные силы, описать которые можно только игрой слов: природа против природы. Что важнее? Природа, диктуемая человеку его ДНК, или культура, приобретаемая за счет приспособления к окружающей среде? Коварный вопрос, скрывающий в себе проблемы философского и этического плана. Можно найти кучу аргументов в пользу как первого ответа, так и второго. Однако мы можем смело ответить: важны обе.

Еще недавно считалось, что развитие мозга идет очень бурно в первые три года жизни человека, а затем постепенно замедляется и прекращается после наступления подросткового возраста. Однако сегодня ученые полагают, что мозг изменяется безостановочно в ответ на изменения внешней среды, обстановки, поведения, появления новых мыслей и новых эмоций. Мозг обладает врожденной способностью создавать новые связи, реорганизовывать нейронные пути и в экстремальных случаях (например, в случае некоторых травм) даже рождает новые нейроны.

Наши способности и таланты, характер не являются чем-то неизменным и застывшим. Наоборот, новые достижения науки показывают, что характер можно улучшить, талант развить, возможности расширить, а вредные привычки скорректировать. А изучение иностранного языка откроет новые горизонты перед тем, кто не боится пользоваться своим таким умным и умелым мозгом.

Как бороться с произвольными движениями – см. раздел «Панель управления», стр. 170.

Как устранить нежелательные последствия пластичности мозга – см. раздел «Привычки и зависимости», стр. 212.

4.4. Интеллект

Вместе с памятью, несущей в себе прошлое, и пластичностью, прозревающей будущее, из желатиноподобного «влажного софта» мозга выныривает интеллект – грандиозный, непревзойденный дар, удивительное продолжение центральной нервной системы вида *sapiens sapiens*.

Дать определение понятию интеллекта не так-то просто. Можно обобщить все, что мы о нем знаем, следующими словами: это способность воспринимать состояние окружающей среды с помощью органов чувств, обрабатывать информацию и пользоваться полученными выводами в иных обстоятельствах. Интеллект не является исключительно человеческим свойством. Им обладают не только приматы и млекопитающие, но и иные живые существа на Земле. Миллиарды лет естественного отбора снабдили интеллектом разного уровня многих представителей фауны и даже флоры нашей планеты. Однако именно млекопитающие и приматы в борьбе за выживание умудрились получить самый высокий.

Социальные связи, орудия труда, речь, возникшая в какой-то момент письменность постепенно усложнялись в процессе выделения из рода *Homo* (примерно 2,5 млн лет назад) вида *Homo sapiens* (200 тысяч лет назад) и подвида *Homo sapiens sapiens* (50 тысяч лет назад), пока интеллектуальная мощь не поднялась до уровня воображения Леонардо, вдохновения Баха, логики Гегеля. Другими словами, способности к общению-пониманию-обучению-творчеству, развиваясь под воздействием эволюции и сами на себя воздействуя, породили науку и искусство, музыку и философию.

Таким образом, человеческий интеллект должен обязательно включать в себя понимание, способность к обучению, самосознание, творчество, логику и способность к решению задач, адаптируясь ко всевозрастающей сложности окружающего мира. Не так давно появилось деление собственно интеллекта на категории. Например, Даниэль Големан выделяет эмоциональный интеллект (способность видеть и интерпретировать чужие эмоции). Ховард Гарднер полагает, что существует девять типов интеллекта – **натуралистический, музыкальный, логико-математический, межличностный** (похож на эмоциональный), **внутриличностный** (взаимоотношения с самим собой), **вербальный, экзистенциальный, телесно-кинестетический и визуально-пространственный**.

В качестве неотъемлемой составляющей интеллекта следовало бы указать и сознание [см. стр. 144]. Однако научно-философское сообщество раздирают столь чудовищные разногласия по поводу определения этого понятия, что лучше о нем пока вообще забыть.

Порой человек поддается соблазну испытать чувство превосходства, глядя свысока на братьев наших меньших – животных, обитающих на нашей планете. В таких случаях ему следует вспоминать, что его интеллект развился в течение каких-то 50 тысяч лет. За эти годы человечество наращивало экспоненциально объем своих знаний – от глиняной таблички, на которой выбивались первые знаки, до кремниевых деталей процессоров в смартфоне. В 1468 году, в год смерти Иоганна Гутенберга, в Европе циркулировало от 150 до 180 экземпляров печатной Библии; сегодня же в день появляется не менее 10 миллионов страниц текста в Сети. Немалый шаг вперед, не правда ли?

Интеллект стал объектом ожесточенных дебатов между учеными, но самое неприятное – инструментом неравенства. Долгое время он ассоциировался исключительно с талантами (природным даром) или социальными классами (наследование). Идея постоянства, неизменности интеллекта особенно укрепилась в обществе в XIX веке, с распространением **тестов для измерения умственных способностей** (тесты IQ), часто использовавшихся для подкрепления теорий расового или этнического превосходства.

На самом деле психолог Альфред Бине, впервые применивший тест в 1904 году во французской школе, имел в виду совершенно другие цели и намерения. Бине как раз полагал, что интеллект – это здравый смысл, способность делать выводы и «способность адаптироваться к ситуации». Его задачей было обучение учителей помогать юным умам преодолевать трудности в обучении.

Спустя столетие у нас есть доказательства того, что точка зрения Бине была совершенно правильной: интеллект не является чем-то статичным, неподвижным и предопределенным. Одним из самых интересных доказательств считается так называемый эффект Флинна, названный по имени ученого, его открывшего (и частично потом опровергнутый). В течение последнего столетия показатель IQ населения земного шара постоянно рос. Мы умнее наших дедушек и бабушек, а те умнее прабабушек и прадедушек? Как такое возможно? Ведь генетическое наследие человека не могло измениться за столь короткий период. Решение этой загадки, если отбросить некоторые сомнения в адекватности методов измерения интеллекта, может крыться только в области культуры.

Наши предки, бывшие охотниками и собирателями до появления сельского хозяйства, использовали тем не менее примитивный язык, учились друг у друга организации племенного хозяйства и общества благодаря преимуществам коры головного мозга [см. стр. 70]. В наш век глобализации молодые мозги будущих членов человеческого общества располагают огромным разнообразием возможностей для получения знаний и развития творческих способностей, пополнения интеллектуального багажа. Сегодняшние дети настолько плотно окружены людьми (няня, детский сад, игры с друзьями) и технологиями (игрушки, книги, компьютер, планшет, видеоигры), что совершенно не удивительно, что вычислительная система, заложенная в них генетикой, постоянно усложняется и все добавляет новые модули.

Человеческий мозг породил культуру; однако и культура меняет мозг, в свою очередь. И сегодня уже никто не верит в то, что человеческий интеллект – это что-то неизменное и статичное. Наоборот, если человек вдруг поверит, что интеллект является даром судьбы, он рискует стать жертвой опасных стереотипов, невольно подпасть под влияние мифов о превосходстве расы, социального класса или пола [см. стр. 208]. И наоборот, многочисленные психологические эксперименты показывают, что, если человек верит в безграничность возможностей мозга, он и на самом деле может подняться до невиданных высот.

Психолог Кэрл Дьюик, почетный профессор Стэнфордского университета, провела эксперимент, чтобы доказать это предположение. Многие дети уверены, что ум и талант невозможно улучшить (так называемое *стереотипное мышление*). Однако если их убедить в том, что они на самом деле обладают «мышлением, ориентированным на творчество», результаты их учебы становятся поразительными.

Профессор Дьюик полагает: люди со стереотипным мышлением считают, что талант невозможно изменить – «либо он есть, либо его нет», и более или менее бессознательно воспринимая дополнительные усилия бесполезными и даже излишне утомительными. С помощью различных психологических стимулов, например замены системы оценок с «удовлетворительно/неудовлетворительно» на «доделал/еще нет», можно процесс обучения сделать более динамичным. Исследователь показала, что уйти от стереотипного мышления к творческому вполне возможно [см. стр. 179]. Мозг становится умнее, если верит, что способен стать умнее. И это правило действует не только в детстве, но и в любом возрасте.

Но где все-таки находятся границы нашего интеллекта? Сможет ли человеческий род увеличить свои возможности без помощи природной эволюции? Или же развитие умственных способностей жителей нашей планеты, прошедшее путь от зачатков нервной системы до абстрактного мышления, достигло своих пределов? Эволюция уже произвела многочисленные образцы различных видов интеллекта, у собак и мышей, у дельфинов и людей, и, похоже, именно людям предстоит продолжить ее работу. Если предположить, что технологический

прогресс продолжится в таком же темпе еще достаточно длительное время, вполне вероятно создание машины с «человеческим уровнем интеллекта». Футурологи считают, что это произойдет примерно в 2050 году или даже ранее.

В любом случае даже если это случится на десяток лет позднее, эволюция интеллекта явно не собирается останавливаться на *Homo sapiens sapiens*; она продолжится в другой, электронной форме и в других вместилищах. Человечество как бы передает свое интеллектуальное наследство алгоритмам [см. стр. 261].

И еще. Современный уровень науки вполне допускает будущую конвергенцию биологического и цифрового интеллекта. Это будет нечто гораздо более сложное, чем сегодняшняя «добавленная реальность», но из этой же области – например, нейронный чип с интерфейсом, действующим внутри мозга [см. стр. 253]. Через некоторое время, учитывая, с какой скоростью сегодня развивается генетика, биологи смогут назвать гены, которые отличают человека от шимпанзе (среди 1,2 % разных). Прогресс геной инженерии (например, технологии CRISPRcas9, позволяющей копировать информацию хромосом) сделает возможными попытки исправить или усилить гены [см. стр. 257]. Эволюция интеллекта далека от завершения!

5. Установка системы

Природа создает мозг с предустановленными программами. Нет никакой необходимости в дополнительных деталях или настройках, чтобы он начал работать. Тем не менее ему требуется некий подготовительный период в первые годы жизни и дополнительный уход. Для правильной работы мозгу нужны регулярные поставки энергии в достаточном количестве (известной под названием «еда»), совершенно необходимы периодическая перезагрузка и восстановление (сон) и правильное функционирование всех периферических систем (физические упражнения). К тому же никаких гарантийных талонов на этот механизм нам никто не вручает [см. стр. 266].

По вопросам управляемого функционирования см. раздел «Панель управления», стр. 170.

По вопросам произвольного или полупроизвольного функционирования см. раздел «Работоспособность», стр. 114.

5.1. Начало жизни

Это одновременно и необыкновенное, и рядовое событие. Оно чудесно и таинственно. Почти совершенство, и при этом – нечто повседневное. Зарождение мозга – процесс, длящийся девять месяцев и предшествующий появлению на свет самого сложного и удивительного механизма в мире. Через три недели после таинства зарождения материнства, когда сама мама еще и не знает, что произошло, некоторые стволовые клетки уже начинают делиться и дифференцироваться. Это клетки **эктодермы**, внешнего слоя зародышевых клеток, образующих крошечный зародышевый лепесток, и они готовятся к специализации: из них образуются клетки эпидермиса, прообраза кожи, клетки зубной эмали и нейроны. На следующем этапе нейроэктодерма снова делится, чтобы построить так называемую **нервную трубку**, в которой начнется производство нейронов.

И вот монтажный конвейер запущен: новенькие нейроны начинают постепенно смещаться в сторону пункта назначения – они таинственным образом знают, куда им двигаться. И им предстоит долгий путь – ведь их размер 0,4 микрона мал даже в сравнении с эмбрионом длиной несколько сантиметров. Прибыв к месту работы, нейроны начинают типичную для себя деятельность: наращивают аксоны и дендриты, образуют первые зачатки синапсов. В течение последующих двух недель нейроны рождаются с невероятной скоростью 250 тысяч новых клеток в минуту, новые связи между ними образуются сотнями миллионов в минуту. Их миграция, которая должна преодолевать непрерывно растущие расстояния, принимает характер библейского исхода.

Тем не менее, несмотря на все усложняющуюся ситуацию, нейроны отлично знают, куда им двигаться и где остановиться: все указания записаны в удивительной инструкции по строительству человека, именуемой ДНК. Эта инструкция записана в каждой клетке организма. К концу девятого месяца деление и специализация клеток создадут крошечного человечка, настоящего, с крошечной печенью, маленьким сердечком и микроскопическими легкими. И только мозг к моменту рождения обладает всеми необходимыми 8090 миллиардами нервных клеток, которые будут служить ему до конца жизни. В течение последующих 18–20 лет нейроны вырастут в размерах, их аксоны удлинятся и покроются миелином [см. стр. 32], потолстеют глиальные клетки [см. стр. 46]. Но их количество не изменится больше никогда; наоборот, с течением времени нейронов станет меньше [см. стр. 230]. Развитие нейронов делится, таким образом, всего на две стадии. На первом этапе оно не зависит от сенсорной активности: это период сборки, управляемый и условиями в мамином теле (мамино питание, сон, физическая активность, эмоции), и, самое главное, заложенными в ДНК инструкциями. На первом этапе трудится природа. А вот на втором этапе, не менее важном, развитие мозга зависит от активности сенсорных механизмов прямо с момента рождения, от взаимодействия с миром, тактильного, аудиовизуального, чувственного, – создающего, изменяющего и уничтожающего синапсы. Эти сенсорные механизмы и отличают человека от других живых существ. На втором этапе в процесс формирования мозга вступает культура.

5.2. Первые шаги

В тот момент, когда мозг отрывается от пуповины и начинает самостоятельную жизнь, в нем происходит сенсорная буря. Огромное количество фотонов света падает на нервные клетки сетчатки глаз, и сигналы отправляются в первичную зрительную кору в затылочной доле [см. стр. 78]. Материнский голос производит звуковые волны, которые, достигая внутреннего уха, превращаются в электрохимические сигналы, несущиеся в слуховую кору в височной доле [см. стр. 75]. Для того чтобы усвоить сенсорную информацию, нейроны начинают плодить синапсы [см. стр. 33]. Дендриты [см. стр. 30] вступают в контакт с терминалями аксонов других нервных клеток, в синаптической щели происходит взаимодействие аксонов [см. стр. 32] с другими дендритами. Так реализуется пластичность мозга [см. стр. 87].

Пластичность позволяет человеку учиться даже в зрелом возрасте, поэтому было бы логично предположить, что по прошествии лет, по мере увеличения объема знаний, количество синаптических связей достигнет максимальной величины. Но это не так!

Мозг обладает способностью к нейрогенезу, то есть к образованию новых нейронов, только во время внутриутробного развития, до первых месяцев жизни; однако в первые три года жизни образует максимальное количество синапсов. Согласно некоторым исследованиям, у малыша трех лет от роду в мозге действует около миллиона миллиардов контактов: каждый нейрон вступает в контакт с другим не менее 15 тысяч раз. У взрослого сохраняется примерно половина этих соединений. Очень любопытный выбор эволюции: вместо того чтобы накапливать связи, она предпочла создать их избыток, чтобы потом спокойно пожертвовать лишними.

Этот процесс называется **синаптический прунинг**. Он похож на действия садовника, обрезающего весной или осенью деревья и кусты. У мозга есть свой способ удалить лишние, не используемые связи и в то же время усилить те, что активно работают. Эта капитальная реорганизация растягивается на несколько лет, по крайней мере до конца подросткового возраста, она расправляется так же и с нейронами, которые не получают и не посылают информации, – поддерживать их жизнь более не имеет смысла.

Пластичность мозга позволяет перестроить систему нейронов и синапсов и в случае повреждения или потери одного из органов чувств. Тому есть масса примеров, когда при потере зрения его задачи берут на себя слух и осязание. И взрослому человеку структурные модификации в мозге, в меньших, конечно, масштабах, чем в детстве, позволяют прекрасно учиться новому. Но в детстве, сразу после рождения, воздействие внешней среды на формирование мозга играет решающую роль.

Сегодня превосходство мозга *Homo sapiens* над мозгом других видов выражается и в размерах (он не самый большой по абсолютным размерам, но самый большой по отношению к размерам тела), и в объеме коры, увеличенной за счет сильно выступающих лобных долей, выполняющих столь сложные задачи, как абстрактное мышление, речь, эмпатия и мораль.

На нашей планете нет других видов, у которых были бы столь длительные детство и отрочество, необходимые для развития интеллекта, сознания, самосознания [см. стр. 147]. Размеры мозга, развитие его коры и долгое детство связаны между собой неразрывно. Культура с эволюционной точки зрения возникла не просто так, а по необходимости: она позволяет развивать мозг наиболее эффективным образом, делает кору головного мозга способной решать чрезвычайно сложные задачи, для чего требуется достаточно длительный процесс обучения.

В результате качество и эффективность человеческого мозга во многом определяются обстановкой и взаимодействием с ближайшим окружением сразу после рождения его обладателя. Конечно, мозг конкретного человека следует генетическому коду, заложенному в его хромосомах, однако человеческим детенышам нужно намного больше внимания и заботы, чем любым другим малышам.

Уже долгие тысячи лет мужчины и женщины воспитывают детей. Но только в последние десятилетия наука смогла проникнуть в детали этого процесса, который позволяет выживать человечеству в постоянно меняющихся обстоятельствах. Биологи сделали еще одно важнейшее открытие в сфере развития мозга, связанное с периодами в развитии, именуемыми «критическими» [см. стр. 179].

Синапсы церебральных структур, ответственных за зрение и слух, закладываются в основном в первые два месяца после рождения. Синаптическая сеть для когнитивных функций, более сложных в управлении, формируется примерно в первые два года жизни. Таков стандартный порядок развития нейронных цепей; разные части мозга формируются с разной скоростью. При образовании синаптической сети зрения первыми образуются участки, распознающие цвет, форму и движение, и закладываются основы для формирования более сложных функций, таких как распознавание лиц и их выражений. Сегодняшняя наука утверждает, что в эти критические периоды открываются небывалые возможности для развития, однако и риск в эти периоды очень велик – тому есть примеры в истории.

Фридрих II, император Священной Римской империи, бегло говорил на шести языках. Он был увлечен наукой и знанием и верил, что когда-то существовал первородный язык, которому Бог научил Адама и Еву. Чтобы услышать этот праязык, он решил провести чудовищный эксперимент: он изолировал группу новорожденных и запретил кормилицам и няням разговаривать с ними. Результат был совершенно предсказуемым с сегодняшней точки зрения: несчастные детишки не заговорили вообще.

Развитие столь сложного церебрального аппарата, как человеческий мозг, должно сопровождаться нежной заботой и пристальным вниманием. Несмотря на то что проект нашего существа записан в наших генах и выполняется с математической точностью, для полноценного взросления нам нужна доброжелательная атмосфера и возможность получения собственного опыта. Человеческому детенышу необходимо соответствующее питание, полезные вещества без токсинов (как в период внутриутробного развития, так и в период грудного вскармливания) и здоровая внешняя среда без лишних стрессов. Сенсорная информация, довольно однообразная в утробе матери, сразу после рождения приобретает взрывной характер – улыбка, ласковый голос, приятный вкус и аромат молока, тепло объятий и проявления любви делают развитие в начальный критический период естественным и нормальным. Следующий критический период наступает, естественно, тогда, когда малыш отправляется в школу.

Исторический период и уровень культуры всегда влияли на методы обучения нового поколения. В начале XIX века, спустя столетия после жестокого эксперимента Фридриха II, никто не обращал особого внимания на умственное развитие детей – они росли сами по себе. Социальная и экономическая среда сама разделяла тех, кто имел возможность стимулировать развитие способностей – учился читать, имел возможность видеть произведения искусства, ходить в театр, и тех, кто таких возможностей не имел. Сегодня, наоборот, существуют специалисты, утверждающие, что критические периоды развития мозга заканчиваются до трех лет, и настаивают на сверхраннем обучении.

Тем не менее пока остается фактом то, что подавляющее количество систем обучения в школе не берут на вооружение вообще никакие достижения наук о нервной деятельности. По мнению ученых, к примеру, изучение второго языка следовало бы начинать в детском садике, никак не позднее.

5.3. Энергетические потребности

Человеческий мозг весит примерно 1,2 килограмма и составляет около 2 % веса тела, однако на его питание тратится 20–24 % энергии, вырабатываемой базальным метаболизмом, то есть обменом веществ в состоянии покоя. Конечно, цифры варьируются в зависимости от размеров тела, возраста, пола и общего состояния здоровья, однако следует отметить, что мозг – самая голодная часть нашего тела.

Тем не менее если принять базальный метаболизм за 1300 килокалорий, то в течение дня мы потребляем около 56 калорий в час, то есть 63 ватт/час. Мозг потребляет 20 %, то есть примерно 12,6 ватт/час, что соответствует потреблению энергии даже ниже, чем у старой лампы накаливания. При этом Watson, суперкомпьютер IBM, победивший в 2003 году в американской интеллектуальной телевикторине *Jeopardy!* (в России – «Своя игра»), потреблял 80 тысяч ватт в час [см. стр. 261]. Таким образом, мозг существенно более эффективен в энергетическом смысле.

Метаболизм клеток, отвечающих за память и интеллект, требует питательных веществ, периодов долгого отдыха и коротких – двигательной активности. Каждый пользователь церебральной машины должен помнить об этом, если не хочет утратить интеллект.

5.3.1. Питание

Между растительным миром и нашим мозгом существует удивительное сходство. И тот и другой употребляют глюкозу для поддержания сил.

Растения используют полученную из фотонов света энергию, чтобы перегруппировать атомы шести молекул углекислого газа, добытого из воздуха, и воды, взятой из земли, таким образом, чтобы получить (выделяя кислород в виде отхода) молекулу глюкозы, сахара, и получают тем самым питание для роста и энергетический запас, состоящий из длинных молекулярных цепочек углеводов.

И наш мозг тоже питается в основном глюкозой. Глюкоза получается в результате процесса, обратного фотосинтезу, из углеводов, прибывающих с кровью к гематоэнцефалическому барьеру [см. стр. 51], и обеспечивает постоянное поступление энергии к нейронам. Глюкоза вступает в химическую реакцию с участием кислорода и превращается в аденозинтрифосфат, АТФ. Эта молекула поставляет в клетки энергию, необходимую для метаболизма.

Энергетическое потребление мозга составляет 120 граммов глюкозы в сутки, она поступает в мозг равномерно в течение 24 часов. Активные участки коры мозга потребляют чуть более, чем менее активные. Благодаря этой незначительной разнице сегодня возможно исследовать активность мозга в реальном времени при помощи технологий ПЭТ (позитронная эмиссионная томография) или фМРТ (функциональная магнитно-резонансная томография) [см. стр. 253].

После долгого поста мозг способен на удивительные вещи. Он не создает внушительных запасов энергии и, если прекращает получать глюкозу, продолжает функционировать (и выживать), переходя на альтернативное питание. В частности, он забирает энергию у так называемых кетонных тел, водорастворимых молекул, синтезируемых при необходимости в печени, в случаях, когда запасы глюкозы истощаются. Однако надолго этого питания не хватает: гипокликемия (нехватка глюкозы) может вызывать потерю сознания и более тяжелые последствия.

Можно было бы подумать, что чем больше есть сахара, тем лучше мозгу. И наш собственный опыт подсказывает, что это действительно так: стоит только рецепторам нашего языка ощутить вкус мороженого или шоколада, как в мозгу высвобождаются эндорфин и дофамин [см. 41], вызывающие переживания наслаждения. Но это абсолютно неверно.

Уровень дофамина, работающего в системе вознаграждения [см. стр. 159], поднимается вверх всегда, когда мы едим что-то особенно вкусное. Однако если одно и то же, пусть и очень вкусное, блюдо есть утром и вечером, на завтрак, обед и ужин, скачки дофамина заметно снижаются. Мозг сам поощряет человека быть всеядным, поглощать разнообразную пищу, способную снабдить наш организм всеми необходимыми веществами и микроэлементами, в которых мы так нуждаемся. Наоборот, если питаться одним сахаром, уровень дофамина вообще перестанет подниматься. Человек, регулярно потребляющий сахар для удовольствия, может стать жертвой привыкания – ему будет хотеться сладкого все чаще и все меньше удовольствия оно будет приносить [см. стр. 212].

На самом деле углеводы бывают разные. Существуют углеводы, которые называются сложными: они содержатся в натуральной растительной пище (и в молоке) и содержат сахара в форме длинных молекулярных цепочек. В процессе пищеварения они постепенно распадаются и образуют глюкозу, которая постепенно поступает в кровь, как капсула, медленно высвобождающая полезные вещества. А сахара, содержащиеся в рафинированных сладостях и пище фабричного производства, состоят из коротких цепочек, они высвобождаются мгновенно и попадают в кровеносную систему мгновенно, как лекарство в виде инъекции.

Проблема в том, что, когда в кровь попадает сразу много глюкозы, поджелудочная железа начинает срочно производить инсулин, и это побуждает клетки тела делать запасы на будущее. А нейроны, единственные клетки, лишенные способности запасать питательные вещества, наоборот, страдают от неравномерного поступления глюкозы.

Так наш мозг запоминает малые и большие объемы информации, генерирует идеи, управляет настроением. Сложные углеводы, превращаясь в глюкозу, служат топливом для интеллекта, а простые углеводы в больших дозах становятся топливом для разрушения⁶.

«Наши исследования показывают, – утверждает Фернандо Гомес-Пинилла, профессор Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе, – что способ мышления находится под влиянием того, что мы едим». Эксперимент на мышах показал, что «длительная диета с большим содержанием фруктозы ухудшает способность мозга учиться и запоминать». Другими словами, пищевые привычки определяют уровень здоровья и эффективности мозга. Когда содержание глюкозы в крови падает, такие психологические процессы, как самоконтроль [см. стр. 192], способность к принятию решений [см. стр. 188], ухудшаются. Когда же ее содержание слишком высоко, система замедляется.

Некоторые виды пищи могут замедлять мышление, вызывать забывчивость и трудности в концентрации. В мозге людей, страдающих непереносимостью лактозы, к примеру, потребление молочных продуктов может вызвать «затуманивание» сознания.

Гомес-Пинилла и его коллеги провели и другой эксперимент: нескольким мышам помимо больших доз фруктозы скармливали жирные кислоты омега-3, содержащиеся в таких продуктах, как лосось, орехи и семена льна. Наблюдения показали, что добавки жирных кислот минимизировали эффект чрезмерного потребления фруктозы.

В последние годы жирные кислоты омега-3 стали очень популярными, им приписывают чудодейственные свойства – от лечения рака и сердечно-сосудистых заболеваний до аутизма и депрессии. Как они действуют на опухоли и инфаркты – мы не знаем, однако их положительное влияние на церебральные процессы уже доказано достаточно серьезными экспериментальными исследованиями – например, в случаях дефицита внимания [см. стр. 175] или агрессии у детей. И результаты эти более чем убедительные для того, чтобы порекомендовать всем вве-

⁶ В течение сотен и тысяч лет люди получали сахар только в меде или фруктах. Сахар был впервые получен 2000 лет назад в Индии, из сахарного тростника, привезенного из Новой Гвинеи. Римляне и греки считали сахар лекарством, чрезвычайно редким. В Средние века он был деликатесом, доступным только правителям. Колониальная эра сделала доступным сахарный тростник Восточной Индии, однако сахар по-прежнему оставался лакомством для богатых. И только в XIX веке он стал доступным продуктом, способствовавшим массовому ожирению в веке XX.

сти в обязательный рацион лосося, а также мелкую рыбу, вылавливаемую в холодных водах, такую как сельдь, анчоус и скумбрия, в мясе которых содержатся помимо омега-3 еще два вида жирных кислот – EPA и DHA. К тому же в мясе этих рыб гораздо меньше металлов (в том числе опасной ртути), которые загрязняют сегодня океаны. Рыбу рекомендуется есть и будущим мамам, ожидающим малыша.

Мозг – чемпион по метаболизму среди других органов тела. Он потребляет много энергии, поскольку должен постоянно обрабатывать нейромедиаторы, восстанавливать ионные градиенты между нейронами после возбуждения и передачи информации в течение долей миллисекунды. Поэтому, когда энергетические запасы на нуле, мозг становится очень уязвимым.

Существует еще одно удивительное сходство между мозгом и растительным миром. Солнце, гигантский ядерный реактор в центре планетарной системы, каждый день посылает на Землю необходимую энергию – она питает все, от фотосинтеза в зелени до человеческого мозга.

Практические советы можно получить в разделе «Рекомендации» [см. стр. 111].

5.3.2. Сон

Электрическая лампочка поменяла мир самым радикальным образом. Чтобы увидеть это, достаточно поехать в далекую африканскую деревню без электричества и обнаружить, что после заката солнца читать не получится – разве что при свете дрожащего пламени. Изобретение Томаса Эдисона миллиардам людей предоставило возможность все двадцать четыре часа в сутки предаваться тем занятиям и удовольствиям, которым их предки могли предаваться только днем. Однако у этого изобретения обнаружился большой минус: искусственный свет нарушил сон.

Сон – это потеря сознания, служащая переключателем для *cogito, ergo sum* (мыслю, следовательно, существую): во время сна чувственное восприятие мира притормаживается. Мозг продолжает функционировать, но как бы в состоянии *stand-by*, под парами. Мускулы расслабляются, и наступает сладостное состояние, воспетое поэтами, благословенный отдых (если не вмешивается сегодняшней синдром смены часовых поясов).

Сон – весьма древнее свойство живых организмов, полученное ими в ходе эволюции. Спят не только млекопитающие – спят птицы, рептилии, рыбы. Для человека он стал и отдыхом, и порой раздражающей необходимостью – из-за все той же электрической лампочки. «Сон – чудовищная потеря времени, наследие пещерных предков», – объявил Томас Эдисон, гордясь собственной легендарной трудоспособностью (что даже привело руководителя Edison Electric Light Company к конфликтам). Сегодня, полтора века спустя, политики и чиновники часто публично хвастаются тем, что спят по четыре-пять часов в сутки. На самом деле подобное поведение должно было бы беспокоить граждан и избирателей – вряд ли им нужен истощенный руководитель. Мозг не может работать нормально, если его лишить сна.

Но почему мы все-таки спим? Ответить на этот простой вопрос весьма затруднительно – слишком много разных гипотез и теорий циркулирует в научном сообществе, и по их поводу нет единого мнения. Совершенно точно известно, однако, что лишенный сна мозг работает плохо, совершает ошибки, человек легко впадает в раздражение, утрачивает творческие порывы, а если лишить его сна совсем, то все может закончиться летальным исходом.

Существует гипотеза, полагающая, что сон способствует сохранению энергии, однако она не слишком убедительна – во время сна организм потребляет ненамного меньше калорий, чем бодрствуя. Есть и гипотеза, утверждающая, что сон был придуман эволюцией для защиты живого существа от опасностей, но и она не выдерживает критики – ведь во сне мы беспомощны. Доподлинно известно, что сон способствует физическому восстановлению орга-

низма: экспериментально доказано, что во сне быстрее заживают раны и укрепляется иммунная система.

В последние годы биологи открыли, что во время сна в мозге происходит очищение, краткосрочная и долгосрочная память структурируются [см. стр. 84], что необходимо для процесса обучения [см. стр. 179]. Самые последние исследования показали, что сон позволяет в буквальном смысле вымыть мозг и удалить из него опасные шлаки и токсины. Он это делает посредством гидравлического насоса, которым, по сути, служит **глимфатическая система** (она вовлекает в процесс глиальные клетки [см. стр. 46] и напоминает лимфатическую систему), способная смыть нежелательные молекулы, такие как бета-амилоиды, пептиды, образующиеся в больших количествах при поражении мозга синдромом Альцгеймера. «Скопления бета-амилоидов делают сон менее глубоким и тем самым снижают память, – пишут ученые. – Чем менее глубоким сном спит человек, тем хуже его мозг очищается от вредных белковых соединений».

В любом случае необходимость и полезность сна стали неоспоримым фактом благодаря результатам последних исследований, ставших возможными в последние десятилетия с появлением новых технологий. Доказано также, что во время сна мозг вовсе не бездействует. Он трудится, и с некоторых точек зрения даже больше, чем во время бодрствования. Электроэнцефалография – метод, регистрирующий электрическую активность мозга, – была изобретена еще в 20-е годы XX века. Но только в 50-е годы прошлого века биологи применили ее к исследованию процесса сна и выяснили, что сон не является равномерным и однородным процессом, а представляет собой череду фаз разной активности и разной длительности.

К примеру, вы лежите в постели и читаете книгу. Скорее всего, в мозге в этот момент преобладают бета-волны. Зевая, вы снимаете очки и выключаете свет: мозговой ритм замедляется, образуются альфа-волны. Постепенно усталость берет свое, тета-волны снижают частоту, пока не становятся волнами дельта, – это уже глубокий сон. Но главная интрига впереди – спустя примерно 90 минут частота электрических колебаний становится неустойчивой, она колеблется между низкой дельта и более высокой тета, глаза движутся под веками. Эта фаза быстрого сна – так называемый **сон БДГ** (быстрые движения глаз) – самая загадочная. В этой фазе снятся самые яркие сны. Мозг активен, как на просмотре фильма в кино.

Когда речь заходит о снах, которые нам снятся, все становится совсем запутанным. Прежде всего потому, что никто не знает, что такое сны (и, в частности, кошмары) и для чего они нужны. Снам издревле приписывали роль послания – их авторы со временем менялись. В Древнем Египте жрецы полагали, что таким образом боги доносили до людей свои сообщения и пожелания, позднее сны стали считать голосом подсознания (Зигмунд Фрейд называл сны «магистралью для бессознательного»). Считалось, что во сне происходят метафизические контакты со сверхъестественным, паранормальные коммуникации с потусторонним, случаются предсказания будущего.

С уверенностью можно отметить, что сны людям снятся совершенно разные, поскольку и те, кто их видит, совершенно разные. Есть люди, которые запоминают все свои сны, есть и те, кому кажется, что они снов не видят. Обычно мы сны, конечно, забываем – большинство из них весьма скучны. Большинство людей видят сны в цвете, однако некоторые наблюдают черно-белые, как в старом телевизоре. Слепые от рождения люди, у которых слуховые, тактильные и обонятельные ощущения развиты сильнее, чем у обычных людей, «видят» сны без картинок. Те же, кто ослеп в юном возрасте, видят обычные, в виде картинок сны. Кроме того, страшные сны снятся гораздо чаще, чем счастливые.

Сегодня уже известно, что сны не являются неотъемлемым свойством быстрой фазы сна, как думали биологи раньше. Несколько реже, чем во время быстрой фазы, сны могут снятся и в других фазах. Очевидно, что сны должны играть какую-то позитивную роль: возможно, это своеобразные упражнения или консолидация и реструктуризация памяти.

Ученые доказали, что быстрый сон и сновидения играют важную роль в накоплении памяти, дезактивируя резервные и не нужные более синапсы, сохраняя важную и удаляя неважную информацию.

В человеческой культуре сон может принимать самые неожиданные формы. В качестве примера можно привести японскую практику инэмури – сон прямо на рабочем месте или на собрании, заседании: с одной стороны, они и правда хотят передохнуть, но, с другой – показать, что они так преданны работе, что готовы даже спать в офисе. В других странах, в Европе или Америке, подобное поведение считается неприличным, а в Японии – приветствуется. В некоторых случаях дневной сон действительно полезен, хотя обязательность испанской сиесты уже давно превратилась в миф. Некоторые сомнологи полагают, что вздремнуть днем можно, но не больше 10–20 минут и без погружения в глубокий сон.

Легенды рассказывают, что Леонардо да Винчи, Исаак Ньютон и Никола Тесла спали мало и использовали дремоту и сон как ресурс для творчества [см. стр. 188]. Дмитрий Менделеев увидел структуру своей таблицы и расположение элементов в ней во сне, сидя за лабораторным столом.

Никто, конечно, не захочет сегодня жить в мире без электрического света, он многократно увеличил наши возможности для ночной деятельности. Однако биология мозга не изменилась: лучшее, что можно сделать ночью, – это лечь спать.

Практические советы можно получить в разделе «Рекомендации» [см. стр. 111].

5.3.3. Физкультура

Все знают выражение: «В здоровом теле здоровый дух». Эти слова были написаны римским поэтом-сатириком Ювеналом в одной из его сатир и стали поговоркой во многих языках мира. Другими словами, у человека, здорового телесно, и с умом все в порядке.

Жаль, но, согласно выводам историков, мысль, которую хотел донести поэт в первом веке нашей эры, была совсем иной. Буквально фраза по-латыни звучит так: «*Con orandum est ut sit mens sana in corpore sano*», что значит: «Надо просить богов, чтобы ум был здоровым в теле здоровом». Поэт хотел подчеркнуть, что самое главное в жизни – здоровье, как умственное, так и телесное, и не стоит суетно просить у богов богатства и славы.

Забавно, как интерпретация мысли поэта изменилась со временем и связала тело и голову в единый организм. По прошествии лет эта интерпретация стала вполне логичной не столько с поэтической точки зрения, сколько с точки зрения интуитивного опыта. Голова и тело, которое ее носит, по сути, действительно неразделимы.

И это действительно так: чтобы создать действительно пластичную, способную к восприятию новых знаний и обладающую хорошей памятью синаптическую структуру, надо постоянно предпринимать физические усилия (и отдыхать, конечно). Мозгу нужны усилия со стороны тела, адекватная физическая нагрузка способствует биохимическим процессам, во время которых идет выработка необходимых для его работы веществ.

Биологические исследования подтверждают, что регулярная аэробная нагрузка (бег, плавание, гребля, велосипед, быстрая ходьба, а также танцы) приносит пользу мозговой деятельности как на короткий, так и на длительный период.

Вкратце: аэробные упражнения повышают сердечный ритм (и мозг получает больше кислорода), устраняют последствия стресса (стресс для мозга определенно ничего хорошего не несет) [см. стр. 216] и способствуют выработке веществ, полезных для психофизического состояния и обладающих антидепрессивными свойствами. Их список выглядит как аптечный перечень наркотиков, однако получает их организм совершенно законно: бета-эндорфин (опиат), фенилэтиламин (стимулятор) и анандамид (каннабиноид).

Последнее вещество получило свое название от санскритского слова *ananda*, означающего «радость», «блаженство», и вызывает чувство эйфории у людей, практикующих бег регулярно, так называемый кайф бегуна. Среди бегунов, вынужденных отказаться от бега по тем или иным причинам, бывают даже приступы легкой ломки.

Упражнения, практикуемые достаточно долго, сказываются на мозговой деятельности положительно. Многочисленные научные работы утверждают, что постоянная аэробная нагрузка положительно влияет на оперативную память, на пространственную ориентацию и запоминание речи; улучшает способность к концентрации внимания и когнитивную гибкость, так называемую способность к мультитасочности.

Физическая активность вслед за эволюцией, создавшей тело и сознание *Homo sapiens*, помогает улучшить мозговую пластичность, способствует росту и выживанию нейронов. Если же занятия физкультурой происходят достаточно регулярно, то в мозге наблюдается приращение серого вещества, особенно в области передних лобных долей [см. стр. 73] и гиппокампа [см. стр. 64], связанной с интеллектуальными функциями мозга, то есть теми, что отличают человека.

Это философская проблема, что первично в данной ситуации: физические упражнения (курица) порождают благополучие мозга (яйцо). Но кто появился первым – яйцо или курица?

В настоящий момент распространена гипотеза, согласно которой наши далекие предки примерно 2 миллиона лет тому назад изменили свой образ жизни, став охотниками-собирающими. Для этого им потребовалось заметно повысить свою физическую активность, начать гоняться за добычей и проходить многие километры по лесу. Изменилась и их диета: в ней появилось больше животного белка, что привело к росту церебральной массы, особенно коры мозга, и заметному улучшению когнитивных способностей.

Таким образом получается, что тело и мозг связаны неразрывно и зависят друг от друга.

Практические советы можно получить в разделе «Рекомендации» [см. стр. 111].

5.4. Рекомендации

Правильное питание, сон и физические упражнения – вот три слона, на которых держится работа мозга. Именно эти факторы определяют здоровье самого важного аппарата в человеческом теле. К тому же эти три столпа не только поддерживают, но и изменяют состояние мозга и когнитивные способности.

Пищевой рацион, привычки, связанные со сном и физической активностью, меняются от страны к стране и с течением времени. Наука тоже внедряет в общество новые идеи и путем проб и ошибок движется в сторону увеличения познаний о мозге. Следует заметить, что многие рекомендации из прошлых лет действительно и в наше время и являются результатом опыта и здравого смысла.

Мозг должен помнить, что без питания, сна и движения невозможно обеспечить правильную его, мозга, работу – необходимыми для энергетической подпитки веществами эндогенного (из внутренних ресурсов) и экзогенного (то есть из внешней среды) происхождения.

Питание	Сон	Физкультура
<p>Рекомендуется разнообразная, сбалансированная диета с большим количеством фруктов и зелени и небольшим количеством красного мяса</p>	<p>Рекомендуется спать не менее восьми, в крайнем случае семи часов в сутки. Дети (если хотят) и подростки должны спать девять часов в сутки</p>	<p>Рекомендуется ежедневно заниматься спокойными аэробными упражнениями по полчаса в день, в среднем два с половиной часа в неделю</p>
<p>Потребности в глюкозе следует покрывать углеводной пищей в виде цельнозернового хлеба, но не сладостей, содержащих рафинированный сахар, не полезных для мозга</p>	<p>При проблемах со сном следует наладить циркадный ритм: избегать вечером яркого света и стараться ложиться спать в одно и то же время</p>	<p>Прогулки в быстром темпе — уже достаточная физическая активность. Полезны также бег, плавание, гребля, велосипед, танцы, умеренные по нагрузке работы в саду</p>
<p>Не так давно была доказана важная роль жирных кислот. Омега-3, которой богаты лосось и другая рыба из холодных вод, орехи и семена льна рекомендуется употреблять регулярно, в том числе против старения</p>	<p>При трудностях с засыпанием рекомендуется избегать обильных ужинов, употребления кофе, алкоголя и сигарет. Помогают темнота, тишина и уютный, комфортный матрас</p>	<p>Аэробная нагрузка служит антидепрессантом и даже может вызвать эйфорию. Она способствует выработке эндогенных веществ наркотического действия: опиатов, стимулянтов и каннабиноидов</p>
<p>Следует пить достаточно воды, поскольку обильное потребление воды способствует правильной работе мозга</p>	<p>Сонная пауза длиной двадцать минут в середине рабочего дня благотворно влияет на когнитивные способности</p>	<p>Аэробная нагрузка повышает сердечный ритм и тем самым приток кислорода к мозгу</p>

Питание	Сон	Физкультура
<p>Мозг должен сознавать, что правильное питание действует непосредственно на когнитивные способности, память и общее состояние центральной нервной системы</p>	<p>Мозгу следует запомнить, что сон не награда, а необходимый для памяти и очищения от токсинов процесс. Его нельзя откладывать надолго</p>	<p>Мозг должен усвоить, что физическая активность способствует церебральной пластичности, развитию нейронов, когнитивных способностей и памяти</p>
<p>Питание влияет на сон и физическое состояние</p>	<p>Сон влияет на здоровье тела и сознания</p>	<p>Физкультура влияет на сон и ментальное здоровье</p>

Дополнительные рекомендации по сохранению здоровья мозга:

- Социальные связи [см. стр. 234]
- Ограничение стресса [см. стр. 194]
- Медитация [см. стр. 245]
- Постоянное познание нового [см. стр. 235]
- Позитивное мышление [см. стр. 148]

6. Работоспособность

Наш мозг большую часть времени работает автоматически. Ему не нужно напоминать о дыхании или необходимости поддерживать биение сердца. Все органы чувств, такие как кожа или уши, постоянно находятся в рабочем состоянии. Поток эмоций непрерывно поступает в мозг, и он сам решает, что принимать во внимание, а что нет.

Находясь в постоянном взаимодействии с окружающим миром, мозг за годы своего существования создает собственное представление о мире и жизни, собственную неповторимую личность. Ему не нужно постоянно обсуждать с самим собой происходящее в подсознании, вне границ собственно сознания. **Подсознание** можно определить как совокупность бессознательно действующих механизмов, которые влияют на реакции мозга – мысли, речь, действия – так, что человек практически не замечает этого. Границы между сознательным и бессознательным поведением настолько неуловимы, что некоторые биологи утверждают, и небезосновательно, что свободы воли, этого знамени человеческой цивилизации, попросту не существует [см. стр. 162].

Сознательные и бессознательные действия мозга представляют собой весьма запутанную мозаику из бесконечного числа кусочков. Даже не затрагивая сложных философских вопросов о возможности **контроля** собственной судьбы, все равно можно утверждать, что далеко не все автоматические действия нашего мозга не поддаются контролю.

Можно развить обоняние, как делают парфюмеры [см. стр. 116], научиться понимать и ценить музыку [см. стр. 125], избавиться от страхов [см. стр. 134], развить способность любить [см. стр. 137], культивировать индивидуальность [см. стр. 147] и научиться понимать других [см. стр. 150] и многое, многое другое.

6.1. Чувства

Обширный набор периферийных устройств позволяет нам ощущать окружающую среду во всем богатстве ее оттенков. Органы чувств, самым большим из коих является кожа, привязаны к специальным областям мозга и постоянно посылают в них информацию в реальном времени, всевозможные ощущения. Центральные органы мозга приводят всю эту мешанину в порядок, придают им смысл и превращают в восприятие.

Было бы не совсем точным сказать, что органы чувств ограничены зрением, слухом, вкусом, обонянием и осязанием. Мы обладаем **мышечным чувством** – ощущаем положение тела в пространстве, **чувством равновесия**, чувствуем **боль, вибрацию и температуру тела**. Человек испытывает и многие другие чувства, исходящие от органов собственного тела. Например, ощущение сытости или голод. Системы, отвечающие за эти чувства и ощущения, пересекаются в мозге и накладываются друг на друга, они умопомрачительно сложны и контактируют друг с другом весьма активно.

Человеческие существа не являются исключением в животном мире. Некоторые насекомые видят в ультрафиолетовом свете, летучие мыши и дельфины слышат ультразвук, змеи издалека чувствуют теплое тело добычи, акулы общаются посредством электрических полей, а птицы ориентируются с помощью земного магнетизма.

Не слишком часто, но иногда чувства могут и обманывать человека [см. стр. 206], это особая ситуация. Чувства передают в мозг не реальность, какова она есть, они интерпретируют ее. Существует электромагнитное излучение, чью частоту наши нейроны представляют в виде цвета; колебания воздуха трансформируются рецепторами слуха в звуки; летучие молекулы, попадая на рецепторы нейронов обоняния, производят ощущения запаха.

К описанию пяти основных органов чувств и их удивительных способностей можно добавить **чувство времени** (это ни в коем случае не пресловутое «шестое чувство»). Почему? Да потому, что это один из способов фундаментального познания мира, способ мозга придать некий порядок всему тому обилию информации, которая в него поступает каждую секунду из окружающего пространства-времени. Это ощущения бытия.

6.1.1. Обоняние

В начале был нос. Обоняние – первородное чувство, один из древнейших даров эволюции для познания мира. Самые первые одноклеточные формы жизни развили способность определять рН жидкости, в которой плавали, – они начали «чувствовать» кислотность окружающей среды. Их гораздо более сложно устроенные потомки унаследовали «оборудование», существенно усложнив его, но оставив тот же химический принцип действия.

Люди не используют нос столь активно, как собаки или крысы, но обоняние вовсе не является чем-то вторичным и бесполезным. Способность анализировать носом химический состав окружающей среды принесла много пользы для выживания нашего вида и многим нашим предкам. И сегодня обонятельные рецепторы, работающие в нашем мозге, помогают нам различать приятные и неприятные запахи и тем самым, возможно, избежать опасности.

Центр обоняния связан с лимбической системой [см. стр. 60] и обладает способностью вызывать из памяти давно забытые воспоминания, окрашивать настоящее определенными эмоциями, и прежде всего действовать на подсознательном уровне. Незаметно для человека обоняние помогает сделать стратегический жизненный выбор – остановить внимание на потенциальном партнере и продолжить род.

Доказательством того, что мир чувств начинается с обоняния, могут служить **нейроны – рецепторы запахов**, одна из самых поразительных разновидностей нервных клеток [см. стр. 26]. Жить – значит чувствовать.

- Обонятельные нейроны имеют до 450 различных рецепторов, в каждый из которых встроен замок, ключом к которому служат молекулы запахов, от горячих пирогов до духов разряженной дамы. Ключ несет в себе электрохимическое послание. Например, запах кофе состоит почти из тысячи различных молекул, однако информация, поступающая в мозг практически мгновенно, воспринимается как единое целое. Известно, что человеческий нос способен различать как минимум 20 тысяч разных запахов, а некоторые исследователи называют куда как большие цифры.

- Обонятельные нейроны представляют собой единственную разновидность нейронов, выходящих за границы мозга. Миллионы нейронов устилают верхнюю часть носовой полости и покрывают обонятельный бугорок, спрятанный под лобными долями. Он сортирует информацию, поступающую от множества рецепторов.

- Обонятельные нейроны относятся к тем немногочисленным клеткам, которые способны к нейрогенезу. В принципе нейроны не способны к митозу (делению), они рождаются и умирают в неизменном виде. Однако мозг хорошо упакован в черепную коробку и защищен мозговыми оболочками и спинномозговой жидкостью [см. стр. 51], в то время как нейроны, расположенные в носовой полости, беззащитны перед внешней средой и подвержены риску вырождения. Эволюционное решение было очевидным: вернуть им способность к регенерации.

- И это еще не все! В геноме человека насчитывается около 25 тысяч генов, то есть 25 тысяч инструкций по созданию действующего и иногда думающего тела. Из них 858 описывают процесс творения обонятельных нейронов – за их создание отвечают 3,5 % хромосомного наследия. Из них 468 являются псевдогенами, их древние функции отключены в результате некой мутации, лишившей их возможности синтезировать белки. Это объясняет, почему человек, несмотря на то что обоняние и в его жизни играет стратегическую роль, чувствует запахи не столь остро, как другие млекопитающие.

- И наконец, окончательное доказательство древнего происхождения обоняния: это единственная сенсорная система, информация которой не проходит через таламус [см. стр. 62]. Другими словами, обонятельная информация минует центры сортировки информации, поступающей от внешней среды, отключение которых провоцирует кому. Обоняние, получается, единственное чувство, доносящее до нас вести из внешнего мира не только во сне, но и тогда, когда человек находится полностью в бессознательном состоянии.

Обонятельный бугорок не случайно рассматривается биологами как неотъемлемая часть лимбической системы: рецепторы носа связаны непосредственно с миндальным телом и гиппокампом и тем самым с эмоциями и памятью. Марсель Пруст «воздвиг нерукотворный памятник» нежному, сладкому аромату пирожных «мадлен», погружающему Свана на многие страницы романа в детство (вкус в значительной степени зависит от обоняния [см. стр. 120]). Тем не менее вопреки словам писателя многим людям трудно описать запах словами. Пожалуй, только сомелье умудряются найти для вина более-менее подходящие термины, хотя и их иначе как заумными и чересчур загадочными назвать трудно (все эти «суровый», «сдержанный», «декадентский»). Фантазия обычных людей дальше «приятный» и «скверный» и пары аналогичных прилагательных не простирается.

Существуют самые разные гипотезы, почему это именно так, – от прямой связи между обонятельной системой и центром речи до неподходящей структуры многих языков.

С другой стороны, в мозге действует другая аналогичная прямая связь, для которой вполне хватает слов, – это контакт между обонятельным бугорком и автоматически действующим центром полового размножения. Еще в 1959 году биологи обнаружили, что многие живот-

ные общаются друг с другом посредством химических посланий, так называемых **феромонов**, в большинстве своем не имеющих запаха. Позвоночные и многие млекопитающие обладают чем-то вроде «второго носа», названного вомероназальным органом, и распознают с его помощью сигналы, посылаемые в виде феромонов. Эти послания закодированы в виде химических молекул и отличаются от вида к виду, но ограничены в основном всего четырьмя темами: секс, пища, опасность, возможность.

А что же мужчины и женщины? Последние исследования показывают, что у человека наблюдается обонятельный диморфизм, то есть разница в строении обонятельной системы у женщин и у мужчин. К тому же ни одно из весьма многочисленных научных исследований не установило наличие у людей чего-либо подобного феромонам. У некоторых представителей человеческого вида присутствуют остатки чего-то похожего на вомероназальный орган, но он имеет все признаки вырождения и не работает.

Отсюда следует один практический вывод: духи, якобы содержащие феромоны, иногда продающиеся в интернет-магазинах, всего-навсего безобидное жульничество. Сомнения вызывает и описанный в 70-х годах прошлого века «эффект Уэллсли» (названный по имени женского колледжа в штате Массачусетс). Среди студенток колледжа, находившихся в тесном контакте, якобы наблюдалась синхронизация менструального цикла – феномен приписывался обонянию.

Тем не менее нельзя заявлять, что обоняние не играет роли в жизни человека. Собственный запах человеческого тела, определяемый генетикой, образом жизни, персональными гигиеной и диетой, играет весьма важную роль в выборе партнера для секса и жизни. Все начинается с носа!

6.1.2. Вкусовые ощущения

Все рестораторы мира, даже те, что управляют заведениями, удостоенными трех мишленовских звезд, должны благодарить за свой успех эволюцию. Наш мозг способен наслаждаться тарелкой чудесных спагетти болоньезе и смаковать вкус каберне «Пино Гриджио» вовсе не потому, что наши далекие предки были столь капризны в еде, что их приходилось завлекать какими-то особыми ощущениями от мяса мамонта: все их мысли, наоборот, вращались вокруг постоянно грозившего голода. Вкусовые ощущения возникли у нас по чисто практической причине: они помогали отличать съедобное от несъедобного, запоминать пищу, которая причиняла вред или плохо переваривалась. Так прозаическая проблема выживания привела к тому, что олет нам кажется гораздо вкуснее с трюфелями.

Человеческий язык усеян крошечными сосочками. Каждый сосочек (кроме тех, что называются нитевидными) состоит из сотен вкусовых почек, некоторые почки состоят из 50–100 вкусовых рецепторов. Со времен Античности была распространена идея о том, что язык разделен на зоны разного вкуса – сладкого и соленого. Все оказалось совершенно не так: рецепторы, способные отличать сладкий, соленый, горький, кислый вкус и вкус «умами»⁷, распределены по всей поверхности надгортанника. Эти пять вкусов представляют собой только малую часть огромного мира вкусовых ощущений.

Обоняние служит распознаванию запахов, однако для ощущения вкуса и аромата еды его недостаточно. Вкусовые ощущения являются суммарной информацией, поступающей от рецепторов на языке и гораздо более сложно устроенных рецепторов носа; итоговые данные вычисляются в режиме реального времени нашим мозгом.

⁷ Понятие вкуса «умами» возникло в Японии – в переводе с японского это слово означает «самый вкусный». На Востоке кулинары активно используют глютамат натрия, известный как «усилитель вкуса».

Для распознавания запахов органов обоняния вполне хватает, но для создания ощущения вкуса одного языка недостаточно. Ощущения вкуса создаются в результате наложения данных, поступающих от рецепторов на языке и весьма многообразной информации от таковых в носу. Информация суммируется мозгом прямо в процессе формирования вкусовых ощущений. Не случайно сильный насморк снижает наше удовольствие от вкусной еды. Но это еще не все! Удовольствием, переживаемым во время поглощения пиццы или спагетти, мы обязаны не только системам вкусовых и обонятельных ощущений, но и особым рецепторам, различающим консистенцию пищи, терморецепторам, регистрирующим ее температуру, и рецепторам слизистой, подающим сигналы о концентрации, к примеру, перца. И вся эта информация в мозге соединяется в единое целое, тем самым демонстрируя мощь и сложность нейронной сети. Это способствует не только выживанию вида, но и возможности этой жизнью наслаждаться.

6.1.3. Зрение

Прямо сию секунду, когда вы, читатель, пробегаете глазами эти строки, несколько десятков фотонов из миллиардов, носящихся вокруг в пространстве, отразились от белой поверхности страницы и попали на сетчатку ваших глаз. Расположенные, весьма любопытно, в самой глубине, а не в передней части глаза 100 миллионов фоторецепторов превращают световые сигналы в электрические, переводят язык цветных пятен на язык, более понятный мозгу, примерно так, как это происходит в цифровом фотоаппарате. Очень маленький участок сетчатки, **центральная ямка**, распознает на бумаге слово специализированными рецепторами, фокусирующими глаз на буквах с помощью серии незаметных и молниеносных движений глаза.

Электрические импульсы передаются с помощью **зрительного нерва**: информация от левого глаза передается в правое полушарие, и наоборот. Импульсы мчат, как поезда по пересекающимся рельсам. Проходя через таламус, сигналы поступают в затылочные доли, в зону, называемуюся **первичной зрительной корой**. В мозге существуют и другие области, которые обеспечивают его необходимой информацией, к примеру, позволяющей на основе плохо сфокусированного или с низким разрешением изображения сделать выводы о параметрах движения предмета в реальном времени.

Самое удивительное, что для передачи информации о написанном на бумаге слове в первичную зрительную кору мозга требуется всего 40 миллисекунд, то есть одна двадцать пятая часть секунды. Невероятная эволюция глаза в результате естественного отбора была отмечена еще Дарвином: «В высшей степени абсурдным» назвал ученый в своей книге «Происхождение видов» формирование сложнейшего зрительного органа и попытался объяснить, зачем это было все-таки нужно. Чудесный механизм функционирует последовательно: зрительный образ начинает свое формирование на роговице, с которой изображение поступает на сетчатку в перевернутом виде, и заканчивается сложным процессом в мозге, охватывающим значительные области коры. Свет, поступающий на сетчатку обоих глаз, формирует двухмерное изображение, которое в мозге обретает третье измерение, – это ли не чудо?

На сетчатке человеческого глаза насчитывается примерно 6 миллионов конусообразных рецепторов (колбочек) и около 120 миллионов палочкообразных (палочек), они преобразуют свет в электрические импульсы. В центральной ямке сетчатки находятся только колбочки, поскольку это зона зрения высокого разрешения; остальная часть сетчатки заполнена палочками. Колбочки различают цвета, им необходимо для активации значительное количество фотонов света; палочки – как правило, ахроматические рецепторы и требуют незначительного количества света для функционирования. Именно поэтому в полумраке человек различает цвета с трудом или вовсе их не видит. Колбочки творят магию цвета с помощью практически телевизионной технологии, так называемого цветоделения RGB (аббревиатура английских

названий red, green, blue – красный, зелёный, синий), воссоздавая любой оттенок из комбинации трех частот.

Мозг воссоздает цвета, конечно, без использования красного, зеленого и синего на мониторе, он использует три типа колбочек, настроенных на разную частоту электромагнитных колебаний видимого спектра. Феномен, позволяющий насладиться зрелищем заката или картиной Ван Гога, еще более невероятен, чем можно себе представить, – цвет создается непосредственно в нашем мозге. Не только «красота в глазах смотрящего», как гласит известное выражение, но и оттенки разных цветов.

Итак, мы распознаем видимый свет, состоящий из фотонов, колеблющихся с частотой в диапазоне от 430 до 750 Терагерц, то есть миллионы миллионов раз в секунду. Когда солнечный луч освещает помидор, химические вещества, входящие в состав его кожицы, поглощают большую часть излучения, кроме света частотой около 500 ТГц, эта часть спектра отражается. Отраженный свет попадает на роговицу глаза и улавливается колбочками, состоящими из белков, именуемых **опсинами**, реагирующих на конкретную частоту и создающих в мозге ощущение красного цвета. Кабачок отражает частоту примерно 550 ТГц, черника – примерно 650 ТГц, эти частоты активируют два других типа рецепторов и соответствующие опсины. Желтизна же лимона образуется в мозге с помощью частоты, значение которой находится между красным и зеленым, лимон активирует в определенном сочетании оба типа рецепторов.

У дальтоников (людей, страдающих врожденной неспособностью различать цвета, а чаще всего – путающихся в спектре зеленый-желтый-красный) в глазах отсутствует либо присутствует в недостаточном количестве один из трех видов рецепторов. Многие животные, в особенности птицы и насекомые, обладают способностью различать цвета и ультрафиолетового спектра, у них рецепторов целых четыре вида – они реагируют на фотоны, колеблющиеся с более высокой частотой. Птицы и насекомые видят, к примеру, цветы совершенно по-другому, чем люди.

Современные технологии заимствовали у мозга не только принцип цветоделения. Долгие годы биологи были убеждены, что человеческое зрение формирует изображения последовательно, почти как киноаппарат. В кино мы не видим отдельные кадры, если его показывать со скоростью 25 и более кадров в секунду, изображение кажется движущимся (да, роскошная империя Голливуда зиждется на иллюзии!). Однако позднее исследователи открыли, что у мозга есть собственная стратегия упорядочивания огромного потока зрительной информации, поступающей каждую миллисекунду от глаз: зрительная кора отсекает излишние данные и экономит энергию, фиксируя только изменения изображений. Примерно то же самое делают программы распознавания видео, стремящиеся уменьшить объем данных в битах, единицах информации цифрового мира. Менее «объемные» файлы проще распространить в сети интернет. Зрение научилось использовать имеющиеся ресурсы самым эффективным образом: фотоны, попадающие на сетчатку, несут гораздо больший объем информации, чем тот, который в конечном счете обрабатывается центральными долями коры.

Мучительные искания эволюции отразились в тех недостатках, которыми все-таки страдает во всех отношениях удивительная система зрения. Весьма распространены среди людей такие недуги, как близорукость и астигматизм. Центральная ямка сетчатки чрезвычайно мала, она охватывает всего два градуса видимого поля, поэтому мозг вынужден постоянно решать проблему посредством саккад, быстрых согласованных движений глазных яблок, – так удается создать широкий обзор. На сетчатке, в том месте, где к глазу прикреплен зрительный нерв, нет рецепторов: там находится слепое пятно, этот участок не видит ничего. Мозгу приходится реконструировать изображение с большей или меньшей долей вероятности. Иначе мы бы видели по краям зрительного поля две черные дыры.

Трехмерное зрение – это не более чем иллюзия, цвета носят скорее *субъективный*, чем объективный характер, глаз и впрямь кажется «в высшей степени абсурдным» органом, как утверждал когда-то Дарвин.

Зрительный сигнал обрабатывается зрительной корой в строго иерархической последовательности: вначале определяются границы образа, затем его цвета, потом движения и положение в пространстве, и, наконец, нейровизуальная информация достигает теменных долей для обработки пространственных данных и височных долей для распознавания объектов, и прежде всего поиска уже знакомых образов (то, что называется *паттерном*). Наш мозг обладает собственной системой распознавания образов. Этот модуль был «установлен» в мозг миллионы лет назад, он стал ответом на необходимость формирования социальных связей: с его помощью мы узнаем знакомые лица.

Наш мозг видит именно лица, повсюду и в буквальном смысле! Мы видим знакомые образы на облаках, на Луне, узнаем их в пятнах на стенах и в грязной луже. Людей, которых человек встречает на улице, система автоматическим образом фильтрует по признакам знакомый/незнакомый, похожий/непохожий, мужчина/женщина, красивый/уродливый и другим критериям. Распознавание образов использует не только зрительную информацию и в некоторых случаях может быть искажено негативным переживанием, длительным или периодическим. Это переживание получило название **апофении** [см. стр. 208] и состоит в обнаружении образов, закономерностей и связей там, где их на самом деле нет: некоторые люди видят всюду роковые сочетания чисел, другие в пятне на стене распознают религиозные образы, третьи находят подтверждения предсказаниям гадалок и т. п. Некоторые исследователи, в частности Майкл Шермер, автор книги «*Homo credens*», полагают, что система распознавания образов участвует в формировании религиозных убеждений и создании ложных представлений о действительности. «Пока не увижу – не поверю», – говорят многие. Но мозг порой верит не только в то, чего не видит, но и то, что видит, умудряется поразительным образом превратить в иллюзию.

6.1.4. Слух

Кто издает звуки? Откуда они исходят? Эволюционной задачей возникновения слуха был поиск как можно более быстрого ответа на эти два вопроса. Ответ был связан самым непосредственным образом с физическим выживанием. Это опасность? И где она?

Слух возник еще у первых амфибий многие миллионы лет назад и долгое время служил для поиска добычи и способом избежать самому стать ею. Грандиозная по сложности биологическая структура имеет миниатюрные размеры (современное ухо состоит из десятков составных частей, тысяч работающих в синхронном режиме деталей). Человеческий слух стал утонченным результатом сложнейшей работы эволюции, создавшей *Homo sapiens sapiens* и наделившей его речью. И самое поразительное и загадочное – у человека развилась удивительная способность сочинять музыку и наслаждаться ею.

Звук – это волны, распространяющиеся путем колебаний воздуха. Если в каком-либо фантастическом фильме вы вдруг увидите режиссерскую задумку в виде пения инопланетян в космосе, знайте, что это надувательство – там, где нет воздуха, не может быть и звука. Звуковая волна распространяется со скоростью 1230 км/час и заставляет вибрировать **волосковые клетки**, рецепторы слуховой системы.

Они расположены внутри Кортиева органа (назван в честь открывшего его итальянского анатома XIX века), части внутреннего уха на **базиллярной мембране**, и способны резонировать, как струны музыкального инструмента. Да и весь слуховой аппарат напоминает музыкальный инструмент.

Когда оркестр, проверяя настройку инструментов, издает роковое «ля» первой октавы, воздух колеблется с частотой 440 герц, то есть совершает 440 колебаний в секунду. А «ля» нижней октавы создает колебания частотой в 220 герц, более медленные, звук раздается более низкий. С помощью этой информации слуховая кора мозга, расположенная в височных долях, немного ниже ушей, воссоздает частоту, скорость, интенсивность и расположение источника звука, опознает любые звуки, от кошачьих воплей в кустах до любовного блюза Фрэнка Синатры.

Среди тайн нейронауки особняком стоит восприятие музыки. Почему красивая песня вызывает выброс дофамина [см. стр. 41] и доставляет удовольствие людям? Почему квартет арфисток снижает уровень кортизола [см. стр. 45], гормона стресса, и повышает уровень иммуноглобулина, антител в крови? К тому же никакой очевидной связи между естественным отбором эволюции и музыкой не просматривается.

Давно известно, что зоны наслаждения музыкой расположены в областях мозга, обладающих самыми разными функциями. В 2015 году исследователи из Массачусетского технологического института обнаружили в слуховой коре область, отвечающую только за восприятие музыки. Другое исследование, выполненное в университете Йювяскюля в Финляндии, выявило с помощью технологии МРТ, что при слушании музыки возбуждаются области мозга, расположенные довольно далеко от височных долей [см. стр. 75]. Ритм, одна из фундаментальных характеристик музыки, волнует области мозга, отвечающие за движение, что свидетельствует о тесной связи музыки и танца. Мелодия, ее темп и тональность, то есть последовательность частот, описываемая математическими функциями, вызывает реакцию в лимбической системе, в центре эмоций. Ощущение гармонии (на самом деле в финском исследовании речь шла о «тембре»), похоже, связано с «режимом по умолчанию», то есть областями мозга, активными в состоянии покоя и отвечающими за богатство воображения и в конечном счете за творческие способности [см. стр. 184].

Ученые полагают, что музыка представляет собой универсальное переживание, в том смысле, что оно присутствует во всех человеческих культурах. Доказано, что заниматься ею полезно, у музыкантов мозолистое тело развито сильнее, чем у нем музыкантов, так же как и зоны контроля движения, слуха и координации в пространстве. Некоторые исследователи полагают, что совместные занятия музыкой, синхронизация ритма и темпа с другими музыкантами и певцами провоцируют выделение окситоцина, так называемого гормона привязанности [см. стр. 42]. Возможно, именно поэтому наши дальние предки предавались церемониальному пению перед сражением или совместной охотой. Чувство дружеского плеча и единства с товарищами, поддержанное окситоцином, придавало сил и создавало преимущество в борьбе за выживание. И в наши дни люди, увлекающиеся хорovým пением, отмечают, что оно имеет оздоровляющий эффект.

Другим преимуществом, обретенным человеком в эволюционном соревновании, стала способность понимать речь, ее обеспечили слух и способность коры мозга к расшифровке произнесенного. Возможно, это наиболее важное отличие вида *Homo sapiens* от других животных. В способность человека разговаривать вовлечены не только области Вернике (специализируется на понимании речи) и Брока (специализируется на производстве речи) [см. стр. 74], но и многочисленные другие группы нейронов и нейронные пути; они превращают звуковые волны в слова, несущие смыслы, ассоциации, классификации. Слова, произнесенные определенным образом, способны успокоить или, наоборот, вызвать бурные эмоции в лимбической системе.

Не так уж много нужно этих самых слов, чтобы показать, сколь сильное влияние постоянное общение оказало на эволюцию человеческого вида и цивилизацию. Если бы слуха не было, следовало бы его изобрести специально.

6.1.5. Осязание

Всякий раз, как специалисты говорят об органах чувств, осязание оказывается последним. Дать определение осязанию, по правде сказать, довольно трудно. Более помпезным, но при этом более уместным было бы название «**соматосенсорная система**», поскольку через нее в мозг транслируется невероятное количество самой разной информации, поступающей со всей поверхности тела.

Наше тело буквально усеяно датчиками, специализирующимися на разных параметрах: осязательными рецепторами, рецепторами давления, боли, температуры, вибрации и положения в пространстве. Они отправляют в мозг сигналы от кожи, мускулов, костей, внутренних органов и даже сердечно-сосудистой системы. Попробуйте угадать, какой орган единственный не обладает сенсорными датчиками? Какой орган, надежно запечатан в хранилище, никогда не посылает сигналов боли? Это легко: это мозг, в нем нет никаких рецепторов, даже боли⁸.

Механизм прекрасен своей хитроумностью. Он является неотъемлемой частью периферийной нервной системы, и в нем действуют сенсорные, так называемые афферентные нейроны [см. стр. 26]; их сома расположена в спинном мозге, и аксон [см. стр. 32] связывает ее со специализированными рецепторами (например, боли), которые способны превратить укол булавкой в электрохимический сигнал, понятный нейрону. Сигнал передается на высокой скорости, через два других нейрона, которые действуют как эстафетная команда сквозь спинной мозг, и достигает продолговатого мозга [см. стр. 57], затем центра сортировки информации в таламусе [см. стр. 62] и поступает наконец в соматосенсорную кору в теменных долях, где обрабатывается окончательно и смешивается с миллионами других сигналов.

Первичная **соматосенсорная кора** разделена на четыре зоны, ответственные за разные процессы; она получает информацию в соответствии с точной картой тела, естественно, перевернутой. Сигналы от правой стопы поступают в конкретный участок левой теменной доли, а сигналы от левой ладони попадают в определенную точку правой теменной доли. Рецепторы наиболее многочисленны в самых чувствительных уголках тела, таких как пальцы рук, губы и язык, и соответствующие области соматосенсорной коры имеют пропорциональную чувствительности величину.

Этот механизм был открыт около века назад. В 20-х годах прошлого века канадский нейрохирург Уилдер Пенфилд проводил операции на мозге. Он сделал более сотни операций, вскрывая черепную коробку под местной анестезией, и обнаружил, что игла, воткнутая в мозг, не причиняет пациенту боли. Пенфилд решил воспользоваться этим свойством мозга для научных целей и начал внедрять электроды в серое вещество своих терпеливых пациентов, чтобы наблюдать последствия возбуждения. Так он открыл, что электрическая стимуляция височных долей активизирует воспоминания о прошлом, а также что затылочные доли содержат закодированный образ тела, пропорциональный чувствительности отдельных его членов.

Если нарисовать этот образ на бумаге, то перед нами предстанет странный человечек с огромными кистями и стопами, вываленным наружу языком и огромными вывернутыми губами. Таким примерно видит наше тело наш собственный мозг. Этого человечка назвали гомункулусом: в интернете можно найти его изображение, сделанное ассистентом Пенфилда. Существует и трехмерная модель карты тела – она поражает скромными размерами, которые имеют на ней гениталии, и это при их выдающейся чувствительности! Это объясняется банально – стыдливостью Пенфилда, который опасался осуждения и стал жертвой царившего тогда ханжества.

⁸ А как же головная боль? В черепе есть участки с рецепторами боли, такие как черепные нервы или мозговые оболочки, мембраны, обволакивающие мозг и удерживающие спинномозговую жидкость [см. стр.].

6.1.6. Чувство времени

Если сравнивать мозг со знакомыми нам техническими устройствами, то мы сразу заметим одно важное отличие – он не имеет внутри себя часового механизма, который бы отмечал неумолимый бег времени. Но это не значит, что время, четвертое измерение, не имеет значения внутри черепной коробки. Как раз наоборот, имеет, и огромное. Время является фундаментальным компонентом сенсорной системы и восприятия мира. На чувстве времени базируется весь континуум опыта, лежащий в основе самосознания. Каждый человек осознает себя именно самим собой, а не кем-то иным, и час назад, и час спустя. У мозга нет регистратора, который бы фиксировал проходящие секунды, ощущение времени включено неотъемлемо в основные органы чувств – именно ощущение текущего времени придает смысл человеческой жизни.

Мозг обладает определенным набором инструментов, позволяющим определять течение времени, но, в противоположность компьютерным часам, время в мозге носит не абсолютный, а относительный характер. Другими словами, оно зависит от личности, которая его проживает. Ученые полагают, что восприятием времени управляет особая система, включающая в себя участки коры [см. стр. 70], мозжечка [см. стр. 59] и полосатого тела [см. стр. 68]; она непрерывно обрабатывает информацию, поступающую от всех пяти органов чувств.

Биологи продолжают спорить о том, что такое время в восприятии нашего мозга; но тот факт, что в детстве и юности дни, месяцы и годы идут медленнее, а в зрелом возрасте становятся все короче и короче по мере старения, является общеизвестным и несомненно подтвержденным нашим собственным опытом. Для мозга малыша все чувственные переживания являются чем-то новым и неизведанным, его мозг только формирует конфигурацию нейронной пластичности [см. стр. 87]. Мозг взрослого человека, наоборот, выполняет повторяющиеся операции по давно проторенным синаптическим путям, ставшим привычными и незаметными. Эта разница между восприятием времени, оценкой будущих его резервов разными поколениями выглядит порой как страшное издевательство: юношам жизнь кажется медленной и обещает впереди бесконечность, а их родители вдруг обнаруживают, что дни и недели начали лететь с бешеной скоростью.

Это наглядный пример многочисленных иллюзий, которые может нам преподнести наше восприятие времени. На личном опыте каждый человек давно убедился, что время летит при занятии чем-то увлекательным или приятным. И наоборот, когда одолевают скука и уныние, минуты нарочно устало тащатся.

Огромное количество психологических экспериментов доказало, что существует некая закономерность в восприятии времени: люди склонны помнить недавние события так, будто бы они случились в более отдаленном прошлом, чем на самом деле [см. стр. 83]. Порой восприятие времени выдает макроскопические эффекты: к примеру, мгновения дорожной аварии или страшного происшествия заметно замедляются. Дэвид Иглмен, невролог, тщательно исследовал этот феномен (его подтолкнул к этому личный опыт – в возрасте восьми лет он упал с крыши дома) и пришел к выводу, что иллюзия замедления времени служит лучшему запоминанию несчастного случая. Происшедшее запоминается во всех деталях, как бы «плотно упаковывается» в памяти, и воспоминание становится похожим на замедленное кино. Ясно, что подобный эффект замедления опасной травмирующей ситуации имеет эволюционный смысл, ведь наши далекие предки рисковали жизнью с частотой, с которой мы сегодня чистим зубы.

На восприятие времени влияют состояние мозга, окружающая среда, состояние органов нейротрансмиссии и в значительной степени психологические факторы. А также солнечный свет – он служит одним из часовых механизмов мозга. Мозг не считает минуты и даже часы, но регистрирует дни, движение солнца от восхода к закату. Этот механизм задает **циркадные**

ритмы (от *circa un giorno* – «около суток»), вырабатываемые в нейронном ядре гипоталамуса [см. стр. 65] и регулирующие поток изменений в мозге в течение дня и ночи. Основным двигателем этой системы служит свет, она включает и выключает гены, задающие ритм всему организму.

Циркадные ритмы играют роль регулятора сна, производства гормонов, температуры тела. Они задают правильный темп работе мозга. Изобретение электрической лампы полтора века назад фатальным образом повлияло на механизмы сна [см. стр. 105], люди начали спать заметно меньше, чем требует их биологическая сущность, и это приводит к многочисленным негативным последствиям – сбоям циркадных ритмов, различным видам депрессий и другим патологиям. Чтобы представить себе эффект, который производит на ничего не понимающий гипоталамус этот сбой, достаточно совершить межконтинентальный перелет с большой разницей во времени.

Конечно, восприятие этих сбоев ощущения времени носит очень индивидуальный характер. Некоторые люди обладают специфическим хронотипом и способны засыпать в разное время, но нередки и крайности, когда человек на закате уже клует носом либо готов бодрствовать до самого рассвета.

ОДИН ДЕНЬ В ЦИРКАДНЫХ РИТМАХ

Пример среднестатистического циркадного ритма



ПОСЛЕ ПОЛУНОЧИ

Справа налево, по часовой стрелке

глубокий сон
подъем температуры тела
подъем давления
прекращение производства мелатонина
активизация кишечника
максимум тестостерона
максимальная готовность



ПОСЛЕ ПОЛУДНЯ

Справа налево, по часовой стрелке

максимум координации
самая быстрая реакция
максимум сердечно-сосудистой эффективности
максимум давления
максимум температуры
начинается выработка мелатонина
прекращается деятельность кишечника

Восприятие времени, несмотря на склонность к иллюзиям и отсутствие специального измеряющего его органа, придает человеческому существованию четвертое измерение, это зеркало, в котором отражаются одновременно память о прошлом, переживаемое настоящее и планы на будущее. Расхожее выражение «время – деньги» на самом деле неверно, время – это жизнь, которую нам осталось прожить. И наш мозг, хоть и не имеет внутри себя часов, прекрасно это знает.

6.2. Чувства и эмоции

Пренебрежение, привязанность, дружба, восхищение, любовь, страдание, вина, сострадание, преданность. Достоинство, отчаяние, разногласие, восторг, раздражение, счастье, доверие. Разочарование, ревность, удовлетворение, безразличие, негодование, зависть, раздражение, скорбь, тоска, удивление. Мужененавистничество, мизантропия, женоненавистничество, скука, тоска, ненависть, честь, гордость. Страх, покаяние, прощение, жалость, гнев, благодарность, угрызания совести, обида, возмездие. Недоверие, солидарность, одиночество, уважение, печаль, месть, стыд.

Выше перечислены пятьдесят разных чувств и эмоций, но список их далеко не исчерпан. Составить полный список всех человеческих переживаний не представляется возможным – часто мы испытываем несколько эмоций одновременно, они пересекаются даже лексически. К тому же их названия и оттенки заметно меняются от культуры к культуре. Например, в датском языке есть слово *hygge*, которое означает приятное ощущение комфорта, вызванное посиделками в дружеском кругу возле камина. В немецком языке есть слово *schadenfreude*, которое означает злорадство, вызванное неудачами врага. В Мексике сочетание *pena ajena* применяется для описания неловкости, испытываемой при унижении другого человека.

Многие слова, употребляемые для описания чувств в одних языках, переводятся с трудом на другие языки. И это вполне естественно – датское *hygge*, немецкое *schadenfreude* и мексиканское *pena ajena*, так же как любовь и ненависть, существуют только в мозгу того, кто их испытывает. И одна важная деталь: очень часто, чтобы не сказать почти всегда, эти чувства вызываются внешними событиями, никак не зависящими от мозга.

Частичная, но при этом весьма заметная неспособность человека контролировать свои эмоции является проявлением способа, каким эволюция организовала церебральные связи. Нейронных путей, ведущих от лимбической системы (эмоции) к коре (разум), гораздо больше, чем тех, что передают информацию в обратном направлении.

Анализ трех основных чувств поможет составить представление о том, как функционирует система и как она эволюционировала: страха (одно из древнейших чувств, чье происхождение связано с инстинктом выживания), любви (у млекопитающих оно появилось в связи с размножением и необходимостью заботиться о потомстве) и счастья (ради него люди готовы перевернуть мир).

6.2.1. Страх

Страх возник многие миллионы лет тому назад, он удовлетворял весьма конкретным целям – обеспечение выживания в случае опасности. Он является неотъемлемым признаком работы головного мозга и в целях большей надежности действует бессознательно и мгновенно.

Например, человек гуляет в лесу и получает вполне осознанное удовольствие от того, что ощущают его органы чувств: пение ветра и птичек, вид деревьев, озаренных солнцем, запах нагретой листвы и ароматы цветов. И вдруг на сетчатке его глаз появляется кто-то длинный, зловещий, ползущий по земле в кустах. Информация поступает в таламус [см. стр. 62], который немедленно переправляет ее в миндалевидное тело [см. стр. 63], центр управления страхом. Несмотря на то что полученные данные еще весьма приблизительны, миндалевидное тело дает команды [см. стр. 159]: мозговому стволу немедленно заблокировать все движения тела (чтобы не приближаться к опасности), лицевым мышцам разинуть рот и распахнуть глаза (чтобы предупредить соплеменников об опасности), гипоталамусу [см. стр. 65] начать выработку адреналина, который ускорит сердцебиение, повысит давление и ускорит дыхание (установка «драться или бежать»). Самое поразительное, что все эти приготовления длятся всего около 400 мил-

лисекунд, меньше половины секунды, то есть прежде, чем мозг поймет, что в двух метрах впереди ползет огромная ядовитая змея.

Этот механизм работает у животных уже многие сотни миллионов лет и успешно срабатывал миллионы и миллиарды раз. По мнению психологов, страх является одной из немногих врожденных эмоций и бережно сохранялся эволюцией на протяжении всей истории жизни на Земле благодаря очевидным практическим результатам: выживание отдельной особи и всего вида. Очевидно, однако, что страх не возникает сам по себе, для его активации нужен прогноз последствий опасности [см. стр. 55].

Вернемся к случаю в лесу. Одновременно с пересылкой информации на бешеной скорости в миндалевидное тело, таламус посылает данные в зрительную кору, она их обрабатывает и отправляет уже без спешки назад в то же миндалевидное тело. Это была ложная тревога: оказывается, в кустах не сидела в засаде огромная змея – просто кривую ветку сбил с дерева ветер. Ее цвета и формы было вполне достаточно для сигнала тревоги, но секунду спустя миндалевидное тело отменило мобилизацию, и организм вернулся к прежнему состоянию. Сердечный ритм замедлился (если бы змея оказалась настоящей, он бы усиливался в соответствии с химическими посланиями «дерись или беги»).

Однако процесс еще не закончен – ведь миндалевидное тело предупредило гиппокамп [см. стр. 64] и лобные доли [см. стр. 73], ответственные за процессы познания и обучения и формирующие воспоминания, которые могут пригодиться в другой опасной ситуации, например, в случае настоящей встречи со змеей или, что гораздо вероятнее в наши дни, с автомобилистом, не соблюдающим правила проезда пешеходного перехода.

В конечном счете именно кора головного мозга вырабатывает способность отличать рациональный страх змеи от иррационального страха кривой ветки. Иррациональный страх в последнее время получил собственное имя – **фобия**. В интернете сегодня можно обнаружить бесконечный список всех фобий мира, названия которых создаются на основе древнегреческих слов. Клаустрофобия (страх закрытых пространств), глоссофобия (боязнь публичных выступлений), арахнофобия (страх пауков) – одни из самых известных. Существуют также менее известные аблютофобия (страх купания и стирки), вампирофобия (боязнь вампиров), нозокомефобия (боязнь больниц), ксилофобия (страх лесов, в которых живут ползучие гады) и множество еще более экзотичных [см. стр. 218].

Страх возник как средство выживания и, безусловно, спас жизни многих представителей человечества, живущих сегодня на планете. С большой вероятностью страх помог спасти жизнь и того, кто читает эти строки. Хотя бы потому, что память подсказывает нам принять меры предосторожности при переходе через оживленную улицу.

«Предосторожности конструктивны, но жить постоянно в состоянии страха – разрушительно», – пишет Гевин де Беккер в книге *«The gift of fear» («Страх как дар»)*. По мнению автора книги, страх может стать разрушительным, поскольку «приводит в состояние паники, имеющей гораздо более опасные последствия, чем потенциальный риск, которого боится человек. Это отлично знают пловцы на дальние дистанции: не вода тебя топит, а паника». Страх – это ожидание опасности, паника – это страх, подстегивающий сам себя и бесконечно растягивающий ожидание. Это знание может пригодиться: к примеру, во время плавания. Чтобы утонуть, совершенно не обязательно переплывать Мессинский пролив или Ла-Манш, достаточно совсем невысоких волн.

Длительное пребывание в состоянии страха может стать разрушительным и в другой ситуации. Стресс (понятие и термин возникли примерно в 1930 году, поэтому он так называется практически во всех языках мира) тесно связан с механизмами возникновения страха, но обладает более мягким действием, чем, к примеру, вышеупомянутая встреча со змеей. В любом случае длительная стимуляция реакции «дерись или беги» провоцирует постоянную выработку кортизола [см. стр. 45], способного разрушить здоровье и иммунную систему.

Страх является стандартной реакцией всякого человека. Доказано, что люди с поврежденным или недоразвитым миндалевидным телом совершенно не способны испытывать любые эмоции типа боязни или ужаса. При этом некоторые случаи чрезмерного страха поддаются лечению с помощью лекарств и психотерапии. А многие представители человечества даже испытывают удовольствие от химических реакций, происходящих в мозгу во время просмотра фильмов ужасов или катания на американских горках. И для любого мозга полезно упражняться в распознавании реальной опасности и ее отличия от мнимой. Слишком много страха – плохо [см. стр. 136].

Как сказал Франклин Делано Рузвельт в 1933 году совершенно по иному поводу во время Великой депрессии, «единственное, чего следует бояться, – это самого страха».

6.2.2. Любовь

«Дорогой, я люблю тебя всем гипоталамусом», – призналась одна студентка факультета биологии, но ее возлюбленный, который учился на юриста, обиделся и ушел навсегда. Эта история могла бы стать микророманом в стиле Twitter, однако в ней все истинная правда – любовь живет вовсе не в сердце.

Она обитает в мозге, в особом нежном участке лимбической системы. Это, конечно, не значит, что нужно всерьез запретить все песни и стихи о сердце, полном любви, однако наше время открыло суровую реальность: любовь – это не что иное, как деятельность нейронов.

За любовь убивают и умирают. Любовные переживания вызывают в мозге нагрузки не менее сильные, чем голод или жажда. И все это благодаря химическому коктейлю, поступающему в определенные участки мозга.

Как правило, все начинается с сексуального влечения. Тестостерон и эстроген, мужские и женские гормоны, работают на поощрение – или предотвращение – знакомства. При этом активизируется сеть рецепторов опиатов, разбросанных в разных частях мозга и реагирующих на морфин (эндогенные опиаты, производимые внутри нашего тела).

В порядке эксперимента мужчинам вводили лекарство, приостанавливающее деятельность рецепторов опиатов, и показывали фотографии красивых женщин; они вызывали у испытуемых гораздо более яркую реакцию, чем у контрольной группы. Таким образом, чтобы отношения получили развитие, они должны пройти тестирование гормонами и эндорфинами [см. стр. 45] и проверку обонянием, активно участвующим в формировании сексуального влечения [см. стр. 42]. Элен Фишер из Ратгерского университета, работая консультантом на сайте знакомств Match.com, собрала данные о результатах знакомств и выяснила, что любовной историей заканчивается хорошо если треть всех встреч. Любовное влечение переходит на второй уровень.

Группа исследователей под руководством Фишер изучала мозг влюбленных с помощью технологии МРТ – объектом их внимания стала вентральная область покрышки [см. стр. 59], дофаминовый рай, особенно активный в период любовной страсти. Дофамин [см. стр. 41] вызывает желание и возбуждение, они типичны для второй стадии влюбленности, того, что называется «зацепило». Уровень кортизола [см. стр. 45], гормона стресса, поднимается под влиянием новых любовных ощущений, вызывающих беспокойство и снижение серотонина [см. стр. 41]. Нехватка серотонина характерна также для обсессивно-компульсивных патологий [см. стр. 223], это объясняется тем, что влюбленный мозг не может думать ни о чем ином, кроме как о возлюбленном существе, летая в небесах до появления первых разногласий.

Развитие любовной истории идет быстро: когда две визуальные системы входят в контакт, то есть, другими словами, влюбленные смотрят в глаза друг другу, адреналин и норадреналин [см. стр. 40] готовятся ускорить сердцебиение и создают эффект опьянения, как от рюмки спиртного или понюшки кокаина.

Третья стадия, когда любовь приобретает долговременный характер, длится несколько лет или даже всю жизнь, переживания регулируются вазопрессином, отвечающим за долговременные связи между людьми, и окситоцином, гормоном и нейротрансммиттером, играющим важную роль в истории человечества: его называют молекулой привязанности [см. стр. 42].

Так называемая романтическая любовь – счастливый дар, отклонение, характерное для цивилизации *sapiens*. Цель любви проста и естественна – воспроизведение вида.

Если смотреть на любовь с эволюционной точки зрения, то история ее возникновения выглядит примерно так: для того чтобы маленький человек вырос здоровым, желательно длительное присутствие рядом с ним и отца, и матери. Хотя это и не строго обязательно, тем не менее полное отсутствие кого-то, кто будет кормить, ухаживать за малышом и защищать его, смертельно для представителя вида *Homo sapiens*. Человеку необходимы длительные детство и юность [см. стр. 97] именно для того, чтобы у него успел сформироваться столь сложный и удивительный инструмент контроля, как мозг.

Именно поэтому не только при оргазме вырабатывается окситоцин; при кормлении ребенка он вырабатывается также в мозге молодой матери, укрепляя ее связь с новорожденным. У собак, которые смотрят на любимого хозяина, происходит в мозге выброс окситоцина. Эта молекула привязанности обладает поразительной химической и психологической властью.

Сегодня ясно, что самое яркое чувство в мире, прославленное художниками и поэтами всех человеческих цивилизаций на протяжении истории человечества, возникает в результате работы специальной структуры любви в нашем мозгу, появившейся в процессе эволюции и естественного отбора над выживанием центральной нервной системы, в том числе и вместилища разума – лобной коры. Не зря же как минимум в пятнадцати языках существует поговорка «любовь слепа»?

Любовь способна благодаря поразительной фармакологической оснащенности привести в полное смятение систему вознаграждений, вплоть до того, что иногда превращается почти в наркотическую зависимость. Доза нейротрансммиттеров, высвобождаемая в мозгу влюбленного человека, может стать спусковым механизмом для возникновения зависимости, а ее отмена вызвать настоящую абстиненцию, связанную с разрывом травматичных отношений.

Со временем, как правило спустя пару лет, кортизол и серотонин возвращаются к нормальному уровню: стресс ослабляется и навязчивые мысли постепенно уходят. Дофамин тем временем может продолжать свое счастливое воздействие; точно так же и уровень окситоцина может десятилетиями оставаться повышенным в связи с особенностями его выработки в мозге [см. стр. 41]. Эти выводы доказаны с помощью исследований МРТ.

Таким образом, в противовес тысячам песен, стихотворений, картин, романов и шедевров кинематографа, воспевающих любовь как самое чудесное, прекрасное чувство, это краткое описание природы любви может вызвать разочарование. Увы, эти выводы сделаны на основе серьезной экспериментальной работы.

Представления о романтической любви суть социальная конструкция и меняется от культуры к культуре, а любовные переживания индивидуальны и в каждом мозге свои⁹, отсюда огромное количество всевозможных художественных образов, обожествляющих любовь.

Поэтому ваш мозг вполне мог только что, при чтении этой главы, испытать синаптический конфликт, вызванный взаимодействием ГАМК и глутамата [см. стр. 40], успокаивающего и возбуждающего вещества, – их совместное действие и проявляется в виде дискомфорта.

Для лучшего понимания можно вспомнить ответ одного из самых тонких умов XX века физика Ричарда Фейнмана другу, противопоставившему яркую свежесть и красоту живого цветка расчлененному растению под микроскопом ботаника. «Все эти интересные вопросы,

⁹ Эмоции, порождаемые любовью или представлениями о ней, могут быть самыми разными в зависимости от индивидуальности человека, который их переживает [см. стр. 137].

порожденные научным знанием, только добавляют азарта, тайны и благоговения перед этим цветком. И я не понимаю, как это все можно разъединить».

Любовь – это чудо, но чудо, скрытое в нейронах.

6.2.3. Счастье

Всем известно, что 8 Марта – Международный женский день. Календарь ООН весь усеян праздничными метками в честь различных важных для человечества понятий; отмечаются Международный день демократии, Международный день мира и Международный день борьбы за полную ликвидацию ядерного оружия. А 20 марта, день весеннего равноденствия в Северном полушарии, назначено было Международным днем счастья, «признавая актуальность счастья и благополучия как общечеловеческих целей и устремлений в жизни людей во всем мире».

Погоня за счастьем – главный движитель человечества, мера социального, географического и геополитического неравенства. Мечта о счастье стала стержнем Декларации независимости Соединенных Штатов Америки в 1776 году, упоминается оно и во Всеобщей декларации прав человека 1948 года. А в 1972 году король Бутана подписал правительственную программу, главным критерием оценки выполнения которой стал не прирост ВВП, а индекс Валового национального счастья. Эта идея измерения уровня счастья быстро обрела научное обоснование и получила с помощью международного научного сообщества политико-экономическую методику расчета. Резолюция ООН в 2012 году утвердила Международный день счастья и определила его как «фундаментальную цель человечества».

Счастье – самое вожаемое из всех человеческих переживаний, скрывающееся часто в речи под масками довольства, удовлетворения, забавы, удовольствия, награды, радости, эйфории и прочих приятных ощущений. Как и все другие состояния мозга, оно зависит от химических (нейротрансмиттеры), электрических (церебральные волны и потенциалы) и архитектурных (структурные связи конкретного мозга) факторов, действующих одновременно.

Последние исследования показали, что префронтальная кора левого полушария [см. стр. 73] заметно активизируется во время приятных переживаний, и наоборот, кора правого полушария связана с грустными впечатлениями. Что касается дофамина и окситоцина, управляющих системой вознаграждения [см. стр. 159] и любовной привязанностью, они весьма активно вовлечены в процесс создания ощущения счастья, вызывая всю гамму чувств – от просто хорошего настроения до экстаза.

Переживание удовольствия создается эндоканнабиноидами, такими как анандамид [см. стр. 110], молекулами, похожими на те, что содержатся в конопле, но вырабатываемыми внутри человеческого тела. Они влияют на переживание удовольствия и память, координацию движений и ощущение времени. Похожее действие оказывают и эндорфины, они, как и опиаты, способны снимать болевые ощущения. Молекулы ГАМК, специализирующиеся на дезактивации нейронов, способствуют обретению спокойствия и снятию тревожности. Если принять во внимание адреналин, который помимо многих других полезных свойств обладает способностью повышать самооценку, можно сделать вывод, что человек имеет целый химический арсенал для создания ощущения удовлетворения [см. стр. 41].

Счастье в общественном сознании связано тесно с богатством, хотя статистические данные показывают, что его уровень не сильно зависит от того, в каких странах проводятся опросы при условии, что жители самых богатых стран опрашиваются отдельно от жителей бедных. Исследования показывают, что средний уровень счастья растет тогда, когда страны находятся в состоянии экономического роста, и падает, когда ситуация ухудшается. Как показывают жизненный опыт и мировая история, деньги и счастье находятся далеко не в прямой зависимости друг от друга. Тем не менее народная мудрость гласит, что приличный счет в банке счастьем не помеха.

Общеизвестно, что счастье – понятие относительное. Голландский социолог Рут Винховен создал портал World Database of Happiness (Всемирная база данных по счастью), на котором собрал десятки тысяч научных исследований, посвященных этому феномену. Его исследования показали, что богатый человек не становится счастливее, становясь еще богаче. Вполне возможно, что житель Карибских островов, владеющий хижинкой и двумя свиньями, чувствует себя счастливее, чем европеец, представитель среднего класса, мечтающий о доме, машине и газоне не хуже, чем у соседа. Психологи называют это гедонистическим колесом, по аналогии с колесом, в котором крутится белка; гедонизм – философия, в которой целью любого действия является удовольствие. Идя путем приобретения вещей, можно исчерпать все возможности получать все новые и новые удовольствия и утратить желания. Самый лучший способ успокоить свой вечно недовольный мозг – осознать, что мы то, что мы есть, и удовлетвориться тем, что имеем; ведь этот способ проверен веками [см. стр. 41]. Однако можно сделать и дополнительный шаг к счастью.

Чувство счастья ассоциируется не только с удовольствиями, но еще и с увлеченностью (каким-то интересным делом), с социальными связями (с семьей или коллегами), с чувством принадлежности (к стране, благотворительной организации волонтеров, религиозному движению) и с другими видами самореализации (и связанным с ней успехом).

Счастье зависит и от природных склонностей (некоторые люди испытывают постоянное ощущение несчастья, что связано, скорее всего, с генетическими заболеваниями), от культуры, последовательности жизненных событий. Распространенное мнение гласит: «Достижение целей – будешь счастлив», однако скорее именно счастливый человек легче достигает своих целей.

Эволюция явно не случайно добавила в свою оперативную систему полуавтоматическую опцию счастья. Примером может служить забавное исследование 1988 года, авторы которого оценивали способности испытуемых удержаться от смеха во время просмотра уморительных мультфильмов, зажав во рту карандаш. В первой группе участники эксперимента держали карандаш между губами перпендикулярно лицу (стараясь удержать мрачное выражение на лице), а члены второй группы зажимали карандаш зубами горизонтально (стремясь удержать натянутую улыбку). В результате, как можно догадаться, тем, чьи лицевые мышцы должны были сохранять улыбку, те же самые мультики показались более смешными.

Если достаточно просто привести в движение лицевые мускулы и улыбнуться, чтобы поднять себе настроение, то какой силой должно бы обладать так называемое позитивное мышление [см. стр. 172]? Одна из основных способностей системы когнитивного контроля, способность мозга приспособлять поведение к внешним обстоятельствам в режиме реального времени, состоит именно в умении отбрасывать негативные мысли в пользу позитивных. В случае сбоя этой способности ей можно научиться и защищаться с ее помощью от мрачных мыслей [см. стр. 194]. Мозг некоторых людей обладает механизмом подзарядки хорошего настроения, они легко запускают собственное гедонистическое колесо – так почему бы им не перевернуть его в обратном направлении и ощутить благодарность за то, что природа была к ним щедра [см. стр. 247]?

Хоть нам и кажется порой, что все пропало, но поверьте, всегда найдется тот, кому значительно хуже, чем нам; одна эта мысль запросто может запустить выработку дофамина. Любопытный факт: стимулом для церебрального вознаграждения могут служить и благородный поступок или щедрое пожертвование.

Согласно множеству исследований, способностью активировать (и надолго) префронтальную кору левого полушария может медитация. Физические упражнения тоже повышают выработку эндоканнабиноидов; занятия сексом тоже помогают (хотя и не обязательно) повысить уровень счастья – во время секса тоже вырабатываются дофамин, окситоцин и различные эндорфины [см. стр. 45].

И наконец, чтобы не упустить ничего, следует упомянуть и про климат: похоже, в умеренно холодном климате люди более счастливы, чем в жарком. В докладе ООН об уровне счастья в мире в 2017 году среди 155 обследованных стран (не удалось получить данные примерно от 40 стран) самыми счастливыми признаны Норвегия, Дания и Исландия, а самые несчастные – Танзания, Бурунди и Центрально-Африканская Республика. Конечно, роль температуры – просто шутка: в процессе исследования специалисты учитывали прежде всего уровень ВВП на душу населения, доступность социальной помощи, продолжительность жизни, развитость благотворительной деятельности, восприятие коррупции и свободу выбора. Глобальные показатели счастья за последнее столетие выросли. И хотя в каждой из стран наблюдаются свои взлеты и падения, в целом человечество становится счастливее.

Рост уровня счастья положительно сказывается на сердечно-сосудистой системе, на семейных отношениях, на работе и в целом на человеческом существовании: именно поэтому руководителям государств стоит всегда помнить о стремлении людей к счастью.

6.3. Сознание

Сознание – одна из самых универсальных вещей в мире. Оно практически всегда к нашим услугам и сопровождает нас во всякую минуту бодрствования, не ведая усталости. Нам кажется абсолютно естественным, что и во сне оно находится наготове и начинает трудиться мгновенно после пробуждения.

Сознание – одна из самых многомерных вещей в мире, причем мы не знаем точно, что это такое. Даже хуже – мы не можем дать ему никакого определения. Это способность ощущать, испытывать. Это восприятие себя как субъекта. Это и самосознание, и представление об окружающей среде. Мышление. Свобода воли. Командный центр нашего ума. И все это вместе, и одновременно, и в сочетании со многими другими свойствами и способностями.

Сознание – одна из самых загадочных способностей мозга. Таинственная настолько, что притягивала всегда теологов и философов, начавших интересоваться им задолго до ученых. Природа сознания на протяжении веков была предметом самых яростных дискуссий; особо напряженными в XVII веке их сделал Рене Декарт посредством своей знаменитой теории дуализма. С одной стороны, «я мыслю, следовательно, существую»: значит, существует, бесспорно, и сознание. С другой стороны, его физическую природу невозможно ощутить, и, если убрать мозг, в котором оно существует, оно не может быть ни наблюдаемо, ни описано. Отсюда вывод Декарта – как это часто случается с вещами, которые мы не в состоянии объяснить, – сознание есть дар сверхъестественный.

Сознание не имеет, конечно, таких характеристик, как масса или скорость, и его невозможно измерить – отсюда возникло сходное восприятие сознания и концепции души и многочисленные табу, окутывавшие это свойство мозга в течение долгих лет. Ученые не знали, как приступить к его изучению, поскольку сознание невозможно было исследовать в лаборатории.

Первым покров тайны сорвал Френсис Крик, один из первооткрывателей двойной спирали ДНК. В последние годы своей жизни он смог приоткрыть завесу тайны над сознанием. В своей книге «*The astonishing hypothesis*» («*Удивительные гипотезы*»), написанной им в возрасте 78 лет, он весьма осторожно, но упорно выдвинул «удивительные гипотезы» о том, что «ментальная активность человека является результатом взаимодействия нейронов, глиальных клеток, а также атомов, ионов и молекул, их составляющих и на них же влияющих, и не более того». Сегодня эта догадка уже не является поразительной, а современная нейробиология перестала воспринимать ее как гипотезу. Тело и сознание только кажутся двумя разными вещами, однако в реальности суть единое целое.

Но тайна все еще окружает сознание. Австралийский философ Дэвид Чалмерс полагает, что сознание ставит перед нами дилемму: первая ее часть «простая» (каким физическим образом мозг управляет памятью, вниманием и разумом?), а вторая – «сложная» (как так получается, что комок чуть более килограмма биологического желе умудряется превратить электрохимические реакции в ощущение «желтизны» цвета и «терпкости» вкуса лимона?).

Можем ли мы быть уверены в том, что для создания нескольких уровней сознания нужен сложный человеческий мозг? Приматы, эволюционно близкие к *Homo sapiens* (шимпанзе, бонобо, горилла и орангутанг), демонстрируют определенный уровень самосознания, но эта способность есть и у других млекопитающих, таких как слоны и дельфины. И это еще не все – в 2012 году группа нейробиологов сформулировала **Кембриджскую декларацию**, которая гласит: «Отсутствие коры головного мозга не может помешать живому организму чувствовать. Многочисленные исследования доказывают, что животные обладают субстратами сознания на нейроанатомическом, нейрохимическом и нейрофизиологическом уровнях, а также способностью совершать предумышленные действия. Это доказывает, что люди не обладают монополией на неврологические субстраты, создающие сознание». Термином **нейронный субстрат**

обозначаются различные части центральной нервной системы, принимающие участие в определенном действии или эмоции. Таким образом, сознанием в разной степени обладают не только люди, но и животные, и птицы.

В последнее время сознание стало предметом изучения в многочисленных трудах на стыке различных наук и философии; особо следует отметить **теорию информационной интеграции**. Она была предложена неврологом из Трентино Джулио Тонони и лауреатом Нобелевской премии в области медицины Джеральдом Эдельманом. В формализованном виде теория весьма сложна, ее понимание требует глубокого знания математики. Словами ее суть можно попытаться выразить в виде цитаты: «Любая физическая система обладает субъективным феноменальным переживанием в той степени, в какой она способна интегрировать информацию». Если подумать, то ведь наш собственный мозг получает мозаику различных видов информации извне (зрение, слух, ощущения) и изнутри (мысли, чувства) вначале в разрозненном виде. Таким образом, субстрат сознания представляет собой систему, составленную из множества различных поставляющих информацию элементов; и чем успешнее некое живое существо объединяет их в единое целое, тем выше уровень развития его сознания.

Тем самым подтверждается предположение о том, что оперативная система, установленная природой в нашем мозге [см. стр. 187], позволяет ему быть наиболее интегрированной на сегодняшний день моделью сознания, полностью способной осознать самое себя, то есть построить собственное «я».

6.3.1. Самооценка

Наш мозг научился существовать как самостоятельная единица. Он умеет отделять себя от сородичей в пространстве и времени. И у него есть врожденная потребность осознавать самое себя, даже ценой невинного обмана.

В двух словах – сознание, восприятие себя и самооценка не существуют друг без друга, они взаимозависимы. Несомненно, чувство самоуважения знакомо каждому. Полуавтоматическая программа, заложенная в нас, наводит на мысли типа: «я крут», «и пусть кто-то только попробует сказать мне», «ну уж в этом я сильна».

Самооценка встроена в оперативную систему, чтобы отвечать на непредвиденные ситуации (для наших предков это было регулярной каждодневной практикой) и является составной частью системы мотивации [см. стр. 171].

Психология требует от нашего мозга иметь представление о самом себе как о хорошем человеке. Любопытно, но мозг верит в то, что сам себе внушает¹⁰, и это происходит на подсознательном уровне [см. стр. 158]. Вероятно, это результат навязчивой потребности центральной нервной системы предвидеть будущее [см. стр. 79] и убедить себя в своей способности справиться с мелкими и большими трудностями жизни как в джунглях, так и в городах на нашей планете.

Одно из недавних исследований показало, что центр самооценки в мозге приматов расположен в медиальной префронтальной коре (отвечает за восприятие самого себя) и связан с вентральным стриатумом в полосатом теле (управляет мотивацией и вознаграждением). Другое исследование позволило заключить, что, чем менее активна эта часть лобной (префронтальной) коры, тем человек более склонен «смотреть на мир через розовые очки» и тем менее рациональны его поступки. «Я – избранный, толпа мне не указ», – подсказывает избыточный серотонин [см. стр. 41].

«Позитивное мышление», разрекламированное в последнее время глянцево-прессой и поверхностными философами, тем не менее имеет положительное влияние на мозг, поскольку,

¹⁰ Это явление становится еще более любопытным, если вспомнить, как нас убеждают, что мы себя недооцениваем.

представляя в воображении идеального себя, преодолевающего проблемы, человек подкрепляет прогнозы своего сознания уверенностью в том, что готов к трудностям. «Позитивный» мозг настроен на счастье, радуется успеху, уверен в том, что справится с возможными затруднениями.

И наоборот, центральная нервная система, настроенная на негатив, предполагает, что не готова к переживаниям, тревожна и беспокойна. И неудивительно, что многие из этих печальных прогнозов сбываются – например, такому человеку трудно найти работу.

Конечно, нельзя воспринимать мир в черно-белом цвете, он многогранен, и его палитра полна разных оттенков. Каждый мозг уникален, и уникальны его способности. Человек бывает позитивно настроен по отношению к одним жизненным и профессиональным областям и негативно – к другим. Чрезмерное превознесение самого себя (что может быть близко к нарциссизму, связанному со сбоем в системе вычислений [см. стр. 206]), так же как и нехватка уверенности в себе могут превратить жизнь в ад – все хорошо в меру.

Многочисленные психологические эксперименты показали, что человеческий мозг все-таки склонен видеть вещи в более розовых тонах, чем они есть на самом деле: речь идет об особенностях программы самооценки, установленной самой эволюцией с целью стимулирования ощущения счастья [см. стр. 146]. На самом деле мозг, находящийся в середине психологической шкалы, где нижняя точка – нигилизм, а верхняя – нарциссизм, обладает оптимальным балансом внутренних сил, направленных на преодоление жизненных трудностей. Такие люди лучше справляются с проблемами и более довольны жизнью.

Самооценка – программа полуавтоматическая в том смысле, что в нее можно вносить изменения. Депрессия может накрыть любой мозг в определенные периоды жизни. Но за исключением хронических случаев, граничащих с патологией [см. стр. 221], его внутренние резервы в сочетании со способностью к социализации [см. стр. 152] позволяют достичь впечатляющих результатов. Всегда есть что-то хорошее, о чем можно думать. Простая мысль «меня уволили, но у меня есть двое детей и собственный дом» может служить примером того, как обмануть собственный мозг. И это работает! В случае необходимости каждый может найти подходящую ему лично фразу, которую следует произносить при появлении упадочных мыслей.

Хорошо бы еще помнить, что сбалансированный уровень самооценки сильно зависит от того, каким образом происходила установка программы [см. стр. 95], то есть от того, что происходило с человеком в детстве. Речь не идет о том, чтобы непрерывно твердить детям о том, что они сильные, смелые и умные. Самооценка базируется на ощущении, что тебя принимают таким, какой ты есть, а также на каждодневном преодолении трудностей в школе, в спортивной секции, во дворе. Если вы уже смешали свой генетический материал с материалом другого человека или только готовитесь это сделать, помните, что правильная установка программы самооценки в мозг нового человека зависит во многом от его родителей.

Итак, **самооценка** – важная часть самосознания, но не только, – она позволяет понять и другого. Это не только физическое ощущение того, что твое тело существует отдельно от других, но и прежде всего осознание собственной индивидуальности, своего собственного «я». Это понятие сегодня, после долгих веков философских споров, оказалось в центре самых передовых научных поисков: сможет ли искусственный интеллект достичь со временем постижения самого себя? Пока этот вопрос не получил ответа. Он носит чрезвычайно щекотливый характер для человечества, ибо предполагает возможность того, что создание может превзойти создателя [см. стр. 261].

Человеческий мозг допускает узнавание себя в других, более примитивных видах, таких как шимпанзе, горилла, слон или дельфин. Но пока ни одно животное не смогло превзойти человека умом, способным предсказать будущее, планировать слова и действия, и не может разделить с человеком ответственность.

Самосознание, конструкция человеческого «я» – это, по сути, способность мозга регулировать информационные потоки в режиме реального времени, которая позволяет поддерживать психологическое равновесие и осознавать свою личность. В тех случаях, когда эта способность отсутствует или нарушена, можно наблюдать весьма трагические патологии, связанные с деперсонализацией. «Мудрый человек не уклоняется от двадцати восьми, – гласят буддийские книги, – и принимает процветание и упадок, честь и бесчестие, хвалу и порицание, страдание и удовольствие». Самосознание является бесценным даром и позволяет нам пережить как трудные, так и счастливые моменты жизни. Оно служит нам пропуском, подтверждающим социальную идентичность и позволяющим преодолеть границы эмпатии.

6.3.2. Эмпатия

Эмпатия, то есть сочувствие, появилась в мире около 65 миллионов лет назад, когда ужасное событие планетарного масштаба – столкновение нашей планеты с гигантским астероидом, остатки которого до сих пор можно наблюдать в Мексике, на полуострове Юкатан, – прекратило доминирование рептилий в животном мире Земли. Согласно оценкам палеонтологов, около трех четвертей всех видов животных погибло в результате катастрофы, положившей конец меловому геологическому периоду и царствованию самого многочисленного на тот момент отряда динозавров.

Так на Земле распространились млекопитающие. В течение последующих 43 миллионов лет (периода, именуемого палеогеном) они бурно размножились и из существ, напоминающих мышей, преобразовались в самые разные отряды и виды, такие как рукокрылые (летучие мыши), китообразные (киты), непарнокопытные (лошади) и гоминиды (все вымерли, кроме вида *Homo sapiens*). Царство яйца сменилось царством плаценты.

Появился и распространился совершенно другой способ производить потомство.

Яйцо способно само за себя постоять: рептилия, вылупившись из него, полностью готова к самостоятельной жизни. Дитя, оторвавшееся от плаценты или выводковой сумки, нуждается во внимании, защите, тепле и пище. Его надо научить различным элементарным вещам, зависящим от условий жизни вида. А вид *Homo sapiens* вообще вынужден ходить в школу.

Таким образом и эволюционировала лимбическая система – она стала необходима для управления эмоциональными сигналами, возникшими в результате рождения потребности в общении [см. стр. 127]. Общение же потребовало умения понимать как можно лучше потребности других.

Объясняет поведение, вызванное реакцией на поведение другого живого существа, **теория разума, или модель психического состояния**. В ее основе лежат представления о том, что другие существа ощущают свои собственные, независимые от наших переживания, у них свои собственные, независимые желания и намерения, которые существуют отдельно от нас. Человеку все это кажется само собой разумеющимся, однако это чрезвычайно важные представления. Мы не можем проникнуть в чужой мозг и тем более увидеть его мысли. Однако мы можем представить себе чужие переживания благодаря эмпатии – сочувствию, сопереживанию. Мы обладаем способностью поставить себя на место другого, наш мозг может представить себя мозгом другого человека и даже мозгами сразу нескольких человек.

Шимпанзе тоже обладают в определенной степени подобной способностью, они могут представлять себе ощущения других членов семьи, но, конечно, они никогда не смогут понять переживания типа: «Представь себе, Мария знала, что я радовалась, что она помирилась с Альберто, но, естественно, я не хотела, чтобы она рассказала об этом Саре!» Это все чисто человеческие штучки.

Даже в этом случае трудно выделить конкретную зону в мозге, с которой можно связать эмпатию. По поводу этой зоны нет единого мнения – исследователи помещают ее в разные

места. Спектр человеческих эмоций, вызываемых попытками понять мысли и чувства другого человека, в том числе и для того, чтобы помочь и поддержать его, чрезвычайно широк. Иногда людям удается испытать чужие эмоции, как если бы их лимбические системы были способны подключаться друг к другу по некой беспроводной связи. Во многих случаях мы испытываем боль человека, совершенно нам незнакомого, увиденного, к примеру, в новостях. Наш мозг может проникаться состраданием даже к персонажу книги или фильма, вообще никогда не существовавшему на свете.

Эмпатия, насущная необходимость для мозга млекопитающего и шедевр эволюционных достижений приматов [см. стр. 150], лежит в основе как продолжения и выживания рода, так и зарождения цивилизации. Способность посылать и получать сложные эмоциональные сообщения, проецировать психическое и физическое состояние на другого являются полуавтоматическими функциями человеческого мозга: естественно, у разных людей эти способности различаются.

Все мы постоянно строим внутри себя некие модели реакции на события, происходящие вне нас. Например, мы сопереживаем спортсменам во время просмотра любимой спортивной передачи по телевизору (в этом нам помогают зеркальные нейроны, управляющие эмоциональными процессами). Или пугаемся, когда смотрим кино (еще бы, Индиана Джонс зашел в пещеру, полную змей, мороз по коже), чувствуем близость, обмениваясь мнениями с друзьями в баре (любой рассказ будит воображение, и мы строим внутри себя сцены ссор, скандалов на работе, различные ситуации, случившиеся не с нами). Наш мозг безостановочно строит модели реальности в передних частях височных долей [см. стр. 75]. Чтобы понять кого-либо правильно, мы сравниваем его переживания со своими собственными, используя хранящийся в мозге образец. Это важный шаг к эмпатии.

Более того, наш мозг способен с помощью воображения переноситься не только в другое место, но и в другое время и становиться другой личностью. Он вполне способен представить себя в теле другого человека. Многочисленные исследования доказывают, что женские мозги активнее проявляют эмпатию, эта способность сопровождается более развитой речью, контактностью и готовностью к заведению новых знакомств и связей в обществе. И наоборот, мозг мужчины привлекают машины, он склонен к систематизации и классификации. Некоторые исследователи предлагают даже любопытную гипотезу: они считают, что аутизм – это крайняя форма мужского варианта мозга.

Люди, страдающие различными видами аутизма, – проявления этого недуга сильно различаются у разных пациентов, – страдают в большей или меньшей степени затруднениями в понимании проявлений эмоций, распознавании выражений лиц, смысла фраз, вплоть до полного отсутствия способности к эмпатии. Психопатолог Саймон Барон-Коэн, профессор Кембриджского университета, выдвинул гипотезу о том, что в основе этой патологии лежит гипермаскулинизация мозга. Она не имеет отношения к другим гендерным различиям – в 20 % случаев [см. стр. 197] она поражает и мозг женщин [см. стр. 201]. Для члена общества эмпатия чрезвычайно важна.

Порой она меняется в силу профессиональных обстоятельств – например, врачи и медицинские работники должны уметь находить оптимальную степень выражения эмпатии, чтобы не пострадала их психика. Поразительно, но результаты магнитно-резонансного сканирования показывают, что при виде скальпеля, врезающегося в плоть, мозг хирурга активизируется в меньшей степени, чем мозг обычного человека. Однако это профессиональное искажение, необходимое медикам для работы, имеет свою обратную сторону: например, солдат, до войны бывший нежным юношей, превращается в убийцу после трех месяцев боевых действий.

В становлении человеческого общества важную роль сыграла не только способность к сопереживанию, но и сотрудничество. Исторические книги кажутся нам рассказом не о сочувствии, а скорее о бесконечной войне за ресурсы, конфликтами всех со всеми. Однако реаль-

ность отличается от книг. Разработанная Джоном фон Нейманом в 1944 году теория игр, раздел математики, интерпретирующий конфликты и сотрудничество как способы взаимодействия игроков, наделенных разумом, трактует историю как серию игр с нулевой суммой, в которых один проигрывает, а другой выигрывает (как в боксе или теннисе) и с ненулевой суммой, в которой каждый из игроков что-то получает в результате.

Прогресс в области социальной защиты, медицины, искусства, технологии, экономики и политики в последние пять, десять и даже двадцать веков стал результатом небольших, но многочисленных игр с ненулевой суммой между мозгами, способными к сопереживанию. Постоянное, все ускоряющееся и охватывающее все большее количество людей распространение идей, научных открытий, техники и технологий способствовало культурной эволюции, ставшей продолжением, дополнительным инструментом эволюции биологической. Скорее всего, если бы в мозге одного из наших далеких предков-гоминидов не появилась совесть, человечество не выжило бы.

Взгляд на историю с высоты сегодняшнего дня меняет видение мира в целом.

6.3.3. Мировоззрение

Это понятие можно трактовать как наше понимание всего, то есть себя самого, других, мироздания, культуры, веры, убеждений, идей, наклонностей и ценностей, этики и всего, что включают в себя перечисленные понятия. Это видение мира, *Weltanschauung* Иммануила Канта; великий философ рассматривал мировоззрение как компонент сознания, и до сих пор многие философы используют немецкое слово для обозначения понятия **мировоззрение**.

Мировоззрение являет собой мозаику из множества различных представлений мозга о мире идей, точек зрения, собственных философских наблюдений. В него входит и эпистемология, то есть понимание природы знания; метафизика, то есть представления о фундаментальной природе вещей; телеология, или представление о целях существования мироздания. А также космология, антропология и даже аксиология – что правильно, что неправильно?

В детстве видение мира, как правило, имеет довольно размытый характер. В подростковом возрасте его формирование часто сопровождается бунтом. По мере взросления, одновременно с усложнением когнитивных связей, появлением длительных отношений [см. стр. 193], мировоззрение может даже радикализироваться. В том смысле, что оно становится более ригидным, человеку все труднее проникнуться новыми идеями или представлениями. Способности к изменению, гибкость характерны для тех людей, которые на протяжении всей жизни учились и не чурались новых знаний и умений, новой информации: недаром специалисты рекомендуют заставлять мозг работать в любом возрасте [см. стр.].

Мировоззрение – это постоянное движение. Пластичность мозга, формирующаяся в самые первые дни жизни человека [см. стр. 87], теоретически функционирует до самых последних его дней, поскольку новая информация, новые события формируют новые представления, под более или менее осознанным воздействием ранее сформированных убеждений и даже предубеждений, невольной жертвой которых может стать любой человек [см. стр. 208].

Однако, поскольку мозг обладает способностью к эмпатии, сочувствию и сопереживанию, все тот же любой человек вполне может допускать, что представления о мире девушки, родившейся и выросшей на одном из островов в Тихом океане, пакистанского крестьянина из «горячей точки» на границе с Индией и адвоката фирмы Goldman Sachs в Нью-Йорке могут весьма заметно различаться.

Но только ли культура влияет на наше мировоззрение? А как же природа, генетика? Возьмем, к примеру, предрасположенность к восприятию нового, которую психологи считают одной из основных характеристик личности, а значит, и мозга [см. стр. 69], и которая, несомненно, сказывается на формировании мировоззрения. В европейских странах эта способ-

ность обычно характерна для политиков левой части политического спектра, в то время как их оппоненты чаще пропагандируют идеи традиционалистские и консервативные. Конечно, исследования связи политических взглядов с работой мозга проводились неоднократно. В целом можно предположить, что представители либеральных течений обладают чуть более длинными поясными извилинами [см. стр. 68] (части лобной коры, расположенные под мозолистым телом), в то время как консерваторы, возможно, демонстрируют гипертрофию правого миндалевидного тела.

Подобные особенности мозга могут иметь генетическую природу. Однако можно с уверенностью сказать, что мировоззрение в основном формируется в семье, в дружеской среде, в школе. Позднее в дело вступают такие факторы, как социальное взаимодействие, учеба, работа, телевизор или интернет. Подкрепленные так называемой предвзятостью подтверждений (психологически обусловленное стремление искать информацию или сходство, подтверждающие уже существующие представления), представления о мире закрепляются в мозгу [см. стр. 114], поскольку, как вы уже знаете [см. стр. 79], мозг стремится предвидеть будущее на основе уже существующих индивидуальных моделей [см. стр. 152], а также все расставить по местам, каталогизировать, соединить причину со следствием в каждом конкретном случае.

Например, такие оскорбительные названия, как «нелегал», «ниггер» или «пидор», быстро вызывают в мозгу соответствующие ассоциации. К примеру, в европейской стране произнесение подобных определений вслух свидетельствует о том, что перед нами обладатели крайне правого или крайне левого мозга, хотя при этом они могут иметь в виду совершенно разные вещи.

Мировоззрение включает в себя и мораль. Наш мозг не обладает неким специальным «центром морали», однако моральные переживания, похоже, связаны с префронтальной корой и миндалевидными телами, ответственными за рациональное мышление и импульсивность. Исследование с помощью технологии МРТ мозга людей, характеризующихся как «склонные к насилию, асоциальные психопаты», показало, что соответствующие тормозящие механизмы в их мозге не работали должным образом.

Возникает весьма сложная с моральной точки зрения ситуация. Если асоциальное поведение вызвано недоразвитием мозга, как общество может судить таких людей? Если преступление совершено в результате генетического нарушения и/или жестокого детства, мозг, который его задумал, следует ли сажать за решетку? Если насилие вызвано было чрезмерно высоким уровнем тестостерона, оправдана ли смертная казнь?

Реакция синапсов вашего мозга на прочитанный только что абзац может продемонстрировать, каково ваше собственное мировоззрение. Каким бы ни было моральное суждение в столь непростой ситуации, представление о границах биологической ответственности, следует подчеркнуть, что неврология продолжает находить поводы для пересмотра в определенной степени международной судебной системы, и прежде всего в странах, применяющих до сих пор смертную казнь.

Различные представления о мире носителей разных культур становятся порой темой для анекдотов («Итальянец, француз и англичанин входят в бар...»). Однако существует и общечеловеческое представление о мире, разделяемое в той или иной степени всеми людьми. Население Земли в своем подавляющем большинстве сходится во мнении, что наша планета имеет шарообразную форму, что все люди размножаются одним и тем же способом, хотя во многих более частных вещах мы сильно различаемся.

Кто знает, но, может быть, в этом веке, в условиях глобализации и тесных связей между людьми, через одно-два поколения человечество выработает универсальное мировоззрение, которое станет общепринятым¹¹.

¹¹ Прежде всего, наверное, следовало бы решить две или три проблемы планетарного масштаба, начиная с потепления

климата, которое может серьезно нарушить равновесие на Земле. К тому же накопленный человечеством опыт показывает, что «локальные» идеологии, направленные на «всеобщее счастье», не дают ожидаемого экономического и политического эффекта.

6.4. За пределами сознания

Большая часть деятельности нашего мозга происходит за пределами сознания. То, что мы ощущаем и замечаем, касается всего лишь малой части всей непрерывной работы нейронов. Сложность и изощренность центральной нервной системы вполне позволяет нам не чувствовать того, что происходит внутри организма. Но человеку нелегко принять тот факт, что порой и его собственное поведение неосознанно – казалось бы, уж в этом-то точно наше сознание должно принимать участие, ведь все наши слова и действия происходят в буквальном смысле «у нас на глазах». И тем не менее весьма часто мы делаем что-то безотчетно.

Интерес к взаимоотношениям сознания и бессознательного возник после работ Зигмунда Фрейда, который начал свои исследования с области на стыке обеих сфер мозговой деятельности, но впоследствии сосредоточился на бессознательном. Это увело ученого из области строгих научных исследований. В этой книге речь пойдет именно о подсознательной активности мозга, где **подсознание** определяется на латыни как область, находящаяся *sotto la soglia* (*за порогом*) сознания, – с целью избежать ненаучной трактовки понятий.

Фрейд был убежден в том, что подсознательная деятельность мозга влияет на наше поведение непосредственно. Однако предложенные и использовавшиеся им методы психотерапии – копание в прошлом с выискиванием странных взаимоотношений с родственниками – сейчас выглядят по меньшей мере спорными. И не только потому, что научная обоснованность психоанализа вызывает сомнения (результаты зависят только от психотерапевта и пациента), но и потому, что между сознанием и подсознанием нет связи. В противоположность общепринятым представлениям в мозге нет области, отвечающей за действия, производимые подсознательно. Фрейд умер в 1939 году, за полвека до изобретения магнитно-резонансных методов сканирования, и не мог этого знать.

Классические представления о том, что все процессы в мозге доступны для его носителя, сегодня благополучно забыты и похоронены. И не надо далеко ходить за доказательствами. Мы привыкли считать, что то, что мы видим, – истинная картина мира, однако она может быть результатом множества разных оптических иллюзий [см. стр. 123]. Такая функция мозга, как память, во многом основана на процессах, происходящих подсознательно, с помощью памяти имплицитной (мы не задумываемся, как писать ручкой или ездить на велосипеде) [см. стр. 85].

Такая удивительная способность, как речь, стала для нас обыденностью, а ведь она работает благодаря тому, что две системы функционируют в тандеме, производя последовательность фонем без участия сознания, при этом их совместная деятельность проявляет себя как сознательные рассуждения, в виде вполне осознанных слов.

Сознание работает в **последовательном режиме**, производя действия одно за другим: все хорошо знают, что думать о нескольких вещах разом очень трудно. А подсознание, наоборот, может работать сразу с несколькими видами информации, от эмоций до воспоминаний, в **параллельном режиме**, объединяя все потоки в единое целое одновременно. Таким образом, две системы работают как единое целое, и именно это мы и ощущаем.

Важно понимать, что, когда вы собираетесь приобрести дом, продать квартиру или жениться, не следует опираться только на доводы разума, принимая важное решение. Можно и ошибиться – не стоит отмахиваться от смутного беспокойства.

6.4.1. Система вознаграждения

Мы верим в существование сознания по двум причинам фундаментального характера:

1. Миллионы наших предков дожили до репродуктивного возраста.
2. Они смогли произвести потомство.

Если бы хотя бы один из них, из всего уходящего корнями в глубокую древность генеалогического древа, не смог защититься от опасностей, найти питание и укрыться от холода или жара и в один прекрасный момент не вступил в сексуальные отношения, нас, пишущих и читающих эту книгу, просто не было бы.

Если вы испытываете удовольствие – значит, в вашем мозгу произошел выброс дофамина. Эта молекула спасала людей от различных рисков, помогала им находить пищу и побуждала заниматься сексом.

Держись подальше или хватай! Принимай или отвергай! Человечество эволюционировало благодаря этим автоматическим командам, встроенным в мозг на подсознательном уровне и служащим для банального выживания: найти еду и держаться подальше от опасности, драться или бежать. Эта система получила название **система вознаграждения**, поскольку она производит церебральные стимулы, которые «вознаграждают» человека за определенные действия и, наоборот, подавляют нежелательные поступки. Эта система работает в тандеме с системой обучения [см. стр. 179] (это позволяет укрепить мотивацию и закрепить последовательность действий) или с системой памяти [см. стр. 83] (чтобы запомнить урок на будущее). Все это продолжает быть актуальным и сегодня, ибо без системы вознаграждения гамбургер с картошкой, оргазм, компьютерные и азартные игры, шоппинг не имели бы значения.

Система вознаграждения использует в качестве главной своей валюты дофамин [см. стр. 41]. От среднего мозга, точнее – от вентральной области покрышки [см. стр. 59], аксоны дофаминергических нейронов тянутся до группы нейронов, называемых прилежащим ядром, в полосатом теле [см. стр. 68] (**мезолимбический путь** от среднего мозга к лимбической системе) и достигают префронтальной коры (**мезокортикальный путь**). Эти клетки называются дофаминергическими, поскольку способны направить дофамин в синапсы. По другим путям из вентральной области покрышки дофамин поступает также в миндалевидное тело (эмоции) [см. стр. 63], в гиппокамп (память о событиях) [см. стр. 64], в стриатум (обучение) [см. стр. 68]. Существуют также и другие пути, которые ведут от среднего мозга в черную субстанцию [см. стр. 58].

Теперь, когда вы немного разобрались в этом хаосе электрохимических реакций, вы понимаете, что, когда дофаминергические нейроны возбуждаются, человек испытывает удовольствие, которое побуждает его повторить вызвавшие приток дофамина действия. В памяти остается эмоциональная зарубка и более или менее осознанное впечатление. Но если вы решите понюхать испорченную еду, ваша вентральная область покрышки отметит, что было что-то неприятное, что от этой вещи лучше держаться подальше, и пошлет сигнал в прилежащее ядро, приказывающий выработать чувство отвращения, а также предупредит гиппокамп, что приближаться к еде синеватого цвета не надо никогда.

Доказательства того, что без дофамина система не смогла бы работать подобным образом, были получены с помощью несчастных лабораторных мышей (они обладают на 97,5 % тем же генетическим кодом, что и *Homines sapientes*). Когда мышкам вводят вещество, блокирующее рецепторы дофамина, они прекращают есть и могут умереть от голода. Если же в процессе эксперимента рецепторы вновь активизируются, животные начинают питаться как ни в чем не бывало.

А эксперименты над шимпанзе (98,8 % генома совпадает с человеческим) обнаружили, что называть дофамин «молекулой удовольствия» не совсем корректно. Многочисленные лабораторные исследования продемонстрировали вопреки прежним представлениям, что нейронное вознаграждение активизируется не в конце информационной цепочки, а, наоборот, еще до того, как действие будет совершено [см. стр. 39]. Или даже так: дофамин поступает в мозг еще до того, как крыса поймет, что именно трехкратное нажатие на рычаг заставляет небеса послать ей удовольствие. А когда она понимает, что нужно делать, нейротрансмиттеры наводят ее мозг, побуждая ее к действию *ex-ante* (*до того*), а вовсе не вознаграждая за действия

ex-post (задним числом). Новая гипотеза заключается в том, что дофамин не вознаграждает, он скорее побуждает.

Эксперименты над шимпанзе, макаками и другими приматами добавили новых деталей в головоломку системы вознаграждения. Научившись некоему трюку, животные со временем привыкали к удовольствию, получаемому по желанию, а лишившись его (в ходе эксперимента одного ученого-садиста), начинали нервничать. Они демонстрировали симптомы вождения и зависимости; таким образом, активация дофаминового пути может стать привычкой.

Привычки – повторяющиеся действия, которые весьма полезны для повседневной жизни. К примеру, человек внимательно учится заводить двигатель и совершать последовательность операций, требуемых для вождения автомобиля, чтобы потом совершать эти действия автоматически, не замечая. Привычки служат также и мотором экономики. Регулярно заходя в один и тот же магазинчик и покупая там сливочный рожок, мы запускаем механизм привычки и подсознательную систему вознаграждения. Именно на этой системе зиждется реклама, маркетинг и методы привлечения покупателей, принявшие уже планетарные масштабы и задействовавшие огромный денежный оборот. Вентральная область покрышки покупательницы активируется, когда она видит определенную марку зубной пасты, про которую реклама в телевизоре ей рассказала столько удивительного.

Иногда привычки берут верх над волей и становятся приоритетным фактором. «Хочу» превращается в настоятельную необходимость, настолько мощную, что она может разрушить здоровье, репутацию, карьеру, семью. На этой стадии привычка становится зависимостью [см. стр. 212]. Гамбургер с картошкой, оргазм, интернет, игры, кокаин, шопинг становятся в жизни главным. Обратная сторона пластичности мозга – зависимость от жирной пищи, порнофильмов, компьютерных игр, рулетки, алкоголя, или безудержного накопления, или траты денег, с самыми неприятными последствиями.

Биологи пытаются понять, почему некоторые люди склонны к зависимости: в настоящее время проводятся исследования индивидуальных психологических и нейропластичных путей возникновения зависимостей. В будущем, возможно, они помогут людям избавиться даже от самых невинных, но ненужных зависимостей [см. стр. 212].

В одном из недавних исследований показано, что внутренняя система вознаграждения представляет собой сложный комплекс прошлых опытов, наложенных на сегодняшние переживания, а также на память о прошлом. Эти опыты проецируются в будущее, чтобы принять, как кажется человеку, сознательное и обдуманное решение. Однако на самом деле, к сожалению, именно подсознание влияет на наши действия в значительной степени.

6.4.2. Свобода воли

Недавно, вместо того чтобы читать электронную почту, вы взяли в руки книгу. Прочитали несколько страниц и решили закрыть ее (а может быть, взять другую книгу). Возможно, вы потянулись к телевизору, но вместо этого все-таки дочитали эту книгу до страницы, на которой вы сейчас находитесь.

Жизнь человека кажется последовательностью действий, сводящихся к свободному выбору. Однако, по мнению многочисленных философов и ученых, вся эта свобода выбора не более чем иллюзия. Свободы воли не существует. Читая эту книгу и эти конкретные слова, вы следуете уже существующему сценарию.

Это заявление идет вразрез с нашим повседневным опытом. Допуская, что этот опыт может быть иллюзорным, все же довольно трудно представить себе, что причинно-следственные связи, которым мы привыкли доверять, иллюзорны, как и поставить под сомнение концепцию ответственности человека за его деяния, лежащую в основе всех гражданских и уголовных кодексов мира. Многие мировые религиозные доктрины в своих заповедях и запретах

базируются на достаточно широко трактуемом понятии свободы воли. Эта же проблема закономерно образом мучила и мучает выдающиеся умы человечества.

Теперь, когда и вы задались этим вопросом, следует разобрать его детально. Успокоить гормоны стресса, бродящие в мозгу после неприятных открытий, можно, сказав себе, что, во-первых, речь идет о вопросе, на который нет до сих пор ясного и научно обоснованного ответа. Во-вторых, решение в значительной степени зависит от того, насколько точной будет постановка задачи. И, в-третьих, наличие некоторой степени свободы воли все-таки у человека предположить следует. Но все по порядку.

В истории философии не было ни одного мыслителя, от Аристотеля до Канта, кто не задавался бы вопросом о свободе воли. Идеи, циркулировавшие в умах философов эпохи Просвещения, были чрезвычайно сложны и всеобъемлющи. Максимально упрощая, можно определить суть философских дискуссий как борьбу концепций свободной воли и **детерминизма** (в его основе лежат представления о том, что у каждого события существует причина, следствием которой является именно это конкретное событие). Детерминизм уходит корнями в античную Грецию, однако был возрожден к жизни после открытий Исаака Ньютона, доказавшего, что Вселенная изменяется в соответствии с законами физики, не имеющими обратного действия.

Человеческое тело (включая и мозг) состоит из атомов: они же служат строительным материалом для Вселенной, в которой человек обитает.

Примерно сто лет назад физики совершили открытие – они доказали, что внутри микровселенной атома правила игры могут внезапно и непредсказуемо меняться. В микроскопическом мире, в котором действуют законы **квантовой механики** (атом водорода имеет в диаметре около 25 пикометров, то есть 25 триллионных метра), «обитают» микрочастицы, такие, к примеру, как фотоны и электроны, обладающие одновременно свойствами волны и частицы. И не только: ими управляют законы относительности, то есть на субатомном уровне детерминизм больше не действует, его заменяет вероятность.

Только в 1985 году психолог Бенджамен Либе придумал эксперимент, позволивший измерить время, которое проходит между волевым актом и действием. Он подсоединил испытуемых к электроэнцефалографу, который измерял церебральную активность, и к электромиографу, измерявшему активность мышечную. Либе попросил участников эксперимента делать движение запястьем точно в момент, когда они решат действовать. Открылась удивительная вещь: в области передней коры, отвечающей за подготовку движения, активность (так называемый **потенциал двигательной готовности**) регистрировалась за 350 миллисекунд до того, как испытуемый объявлял о своем желании действовать. В этой ситуации для свободы воли места нет.

Под нажимом биологических выводов можно было бы снять этические ограничения в определении вины [см. стр. 222], однако отсутствие понятия свободы воли самым жутким образом могло бы сказаться на всей цивилизации, базирующейся на понятиях гражданской ответственности и наказания за нарушения закона. Это может привести по-настоящему к жутким последствиям. В психологическом исследовании 2008 года двум группам добровольцев зачитали цитаты из трудов знаменитого ученого: первая группа прослушала текст про общие представления о сознании, в то время как другая узнала о полном отсутствии свободы воли. А затем исследователи организовали игру с денежными вознаграждениями. Игра была построена таким образом, что обмануть соперника было очень легко, и оказалось, что те, кто прослушал лекцию об отсутствии свободы воли, совершили на 45 % больше жульничеств, чем контрольная группа.

К счастью, среди смешения теорий детерминистов, либертарианцев и ревизионистов встречаются также и **инкомпатибилисты**. Они полагают, что в нашем детерминированном мире, несмотря ни на что, есть все-таки пространство для свободы воли.

Английский физик Роджер Пенроуз предположил, что квантовая механика, определяющая поведение материи на субатомном уровне, может объяснить как существование сознания, так и наличие свободы воли. Ученые, не согласные с этой гипотезой (они утверждают, к примеру, что она противоречит уровню температуры мозга), называют просто фантазией его теорию «квантового сознания» [см. стр. 229].

Философ Даниэль Деннет, автор книги *«L'evoluzione della libertà»* («Эволюция свободы»), считает, что мы просто «более свободны, чем отдельные органы, из которых мы состоим, и не надо наводить таинственность» и разница в степени свободы обоснована не физикой, а биологией. Миллиарды лет назад на Земле не существовало никакой свободы воли, но потом постепенно эволюция добавляла живым организмам все больше способностей и знаний. Вид *Homo sapiens* произвел революцию, став вершиной животного мира со своей способностью предвидеть последствия поступков. Эта его способность и стала основой для морали и социальной жизни.

Тут надо хорошенько подумать. Если кто-то задает вопрос «почему вы это сделали?», вы в состоянии ответить точно и разумно. Мозг подает команды действовать по причинам, которые ему понятны на сознательном уровне, хотя влияние на принятие решений оказывает и подсознание. Возможно, что граница между этими уровнями мозговой деятельности может сдвигаться. Например, когда вы учите иностранный язык, вы часто совершаете сознательные усилия, чтобы найти правильное спряжение глагола для того, чтобы выразить мысль; а на родном языке все это происходит в подсознании. Или, к примеру, для профессионального саксофониста импровизация на тему известной песни не составляет труда, хотя он должен принять от пяти до десяти «решений» в секунду. Если бы он делал это сознательно, это не вылилось бы в мелодию, поскольку на каждую ноту уходило бы слишком много времени. Руками и дыханием саксофониста управляет не волшебство, а весь его мозг целиком, видимая и невидимая его части, действующие в этой ситуации идеально, как единое целое.

Выдающийся биолог Джерри Койн полагает, что, возможно, правильным было бы считать свободу воли «иллюзией столь убедительной, что люди отказываются не верить в ее существование». Не веря в ее существование, как бы человек мог жить – под угрозой были бы и его жизнь, и здоровье, и вообще существование общества.

«Вы верите в свободу воли и независимую возможность выбора?» – такой вопрос задали однажды журналисту и писателю Кристоферу Хитченсу. И он мгновенно нашелся с ответом: «У меня нет иного выбора».

6.4.3. Личность

Самого счастливого человека в мире зовут Джордж, однако никто не знает ни кто он такой, ни где живет. В одном из научных исследований, опубликованных в 1983 году, можно прочесть, что Джордж решил покончить с собой. Ему было 19 лет, он был прекрасно успевающим студентом, но при этом отлично знал, что его диагноз не оставлял ему никаких шансов: его обсессивно-компульсивное расстройство [см. стр. 223] было причиной того, что вдобавок к другим страданиям он был вынужден мыть руки десятки раз в день. Он был практически одинок и сильно страдал. И однажды он взял пистолет и выстрелил себе в голову, но не умер, а попал на операционный стол. Джордж выжил, и повреждения, нанесенные выстрелом, полностью прекратили его страдания: пуля попала прямо в группу нейронов, пораженных болезнью. Он очнулся другим человеком.

Джордж стал намного счастливее, чем Финеас Гейдж, выживший после повреждения лобных долей коры головного мозга и ставший жертвой резкого изменения личности в худшую сторону [см. стр. 75]. Благодаря этому трагическому случаю ученые середины XIX века заподозрили, что между биологией и поведением существует прямая зависимость. Поведение

является проявлением во времени и пространстве человеческой личности, будучи результатом взаимодействия сознания и подсознания. Личность также можно определить как неповторимый отпечаток человеческого разума, созданный из смеси ценностей, воспоминаний, социальных взаимоотношений, привычек, страстей, интересов. Психологи, изучающие поведенческие модели, создали уже множество различных классификаций, пытаясь найти и определить общие признаки в многообразии личностей, порожденных человеческой расой. Самый распространенный метод классификации делит мир на пять категорий, предполагая, что все личности можно внести в ту или иную из них согласно ряду признаков.

Открытость, к примеру, определяется по склонности ко всему новому. Человек может быть предрасположен отвергать любой более или менее новый опыт, интеллектуальный или чувственный. Или наоборот, хотеть из принципа сделать, увидеть, услышать, попробовать все на свете. Как правило, мозг того или иного человека находится в одной из точек на шкале между этими двумя крайностями.

Добросовестность – здесь имеются две крайности. Есть те, кто прописывает и тщательно организует в мельчайших деталях всю свою жизнь, избегая всех видов случайностей, так и те, кто действует исключительно по принципу «как бог пошлет», ничего не планирует и не соблюдает сроков. Конечно, мозг, который бы воплощал ту или иную абсолютную крайность, не существует: большинство имеют разную склонность к порядку.

Экстраверсия – пример самого яркого критерия, по которому можно классифицировать личности: это человеческое качество сразу бросается в глаза и носит весьма очевидный характер, его легко оценить. Экстраверт – это не тот, кто приходит первым на вечеринку или ужин в компании, но это тот, кто до самого последнего момента стремится быть в центре внимания. И наоборот, интроверт – это вовсе не тот, кто стоит в углу с бокалом на вечеринке или первый с нее сбегает. Это тот, кто вообще не приезжает на праздник.

Обаяние, наоборот, зависит от взаимоотношений с другими людьми и поэтому носит скорее субъективный и изменчивый характер. Его сила зависит от мозга, который делает либо все, чтобы его полюбили, либо, наоборот, все, чтобы его возненавидели.

И наконец, **невротизм**, самая сложная и трудноопределимая категория со всех точек зрения. Мозг, который можно назвать невротическим, испытывает всевозможные негативные эмоции, такие как беспокойство, страх, ярость, разочарование, ревность, чувство вины и тому подобное.

Деление всех людей на пять категорий, называемых некоторыми учеными «*Big Five*» («*Большая пятерка*»), грозит утратой оттенков огромного богатства человеческих проявлений, хотя иногда они и помогают разобраться в крайне изменчивом море характеров.

Правильный вопрос таков: что определяет личность – природа или культура?

Как правило, один и тот же мозг в шестьдесят лет ведет себя не так, как вел себя в двадцать, часто сужая открытость к новому. Но даже в течение одного-единственного дня в зависимости от происходящего, окружающей атмосферы или гормональных выбросов степень экстраверсии или добросовестности может заметным образом меняться. Тем не менее, как всякий может убедиться на своем опыте, люди проявляют себя достаточно стабильно в том, что мы называем характером или темпераментом: мальчишка с ярко выраженным чувством юмора (важное качество, отсутствующее в «*Большой пятерке*») наверняка вырастет остроумным мужчиной. Причина противоречий в том, что личность зависит как от природы, то есть от генетической наследственности, так и от культуры, царящей в семейной среде, но часто не в равной степени.

ДНК и культурная среда влияют в пропорции пятьдесят на пятьдесят на развитие интеллекта, однако в ситуации с личностью все может быть иначе. Многочисленные неврологические и психологические исследования показывают, что степень экстраверсии или невротизма

зависит больше от материнских хромосом, чем от того, что она говорит или делает. То есть «натура» влияет на личность больше, чем «культура».

Эта идея, высказанная и аргументированная психологом Джудит Рич Харрис, полностью опрокинула предшествующие теории, основывавшиеся на том предположении, что жестокая семья воспитывает жестокого сына: это предки-экстраверты порождают потомка-экстраверта.

Таким образом, можно прийти к следующему выводу: попытаться переформировать личность сына родителям вряд ли удастся. Это один из тех редких случаев, когда курица рождается раньше яйца. Если родители были спортивными людьми, их дети унаследуют спортивную фигуру и склонность к физкультуре. Если они любят читать, то и дети, скорее всего, полюбят книгу. Наклонности и способности будущего человека запечатлены в генах матери и отца – вот они и суммируются непредсказуемым образом, пятьдесят на пятьдесят, в новом геноме.

Эта гипотеза была подтверждена многочисленными исследованиями на однояйцевых близнецах, обладающих идентичным генетическим кодом. Весьма сложный эксперимент, поставленный в Дании, в ходе которого были обследованы 14 тысяч взрослых, усыновленных в детстве (исследователи сравнивали их биологических родителей с приемными, делая упор на судимости), показал, что склонность к криминальному поведению имеет скорее наследственный характер. Другое исследование, выполненное в 2015 году в университете Копенгагена совместно с университетами штатов Джорджия и Техас, было посвящено сравнению с помощью магнитного резонанса анатомии мозга 107 шимпанзе. Обезьян классифицировали по темпераментам, и оказалось, что особи с доминирующим темпераментом обладали большим количеством серого вещества в префронтальной коре правого полушария мозга; открытые экстраверты могли похвастаться обилием серого вещества в передней поясной коре обоих полушарий. И так далее.

Но волноваться не стоит – это не так уж плохо. Это значит, что никто посторонний – ни с помощью насилия, ни с помощью изоляции – не может повлиять на нашу личность. Но это не значит, что мы сами не можем приложить к ней усилия.

Конечно, тот, кто избегает праздников, вряд ли станет ведущим корпоративов. А тот, кому нравится брать на себя ответственность, решать проблемы, с трудом согласится на роль отшельника. Но тем не менее мозг, как уже известно, пластичен. Личность находится под влиянием системы вознаграждения, которая тоже может пластично видоизменяться. Не очень добросовестный человек может решить повысить свой градус надежности, столкнувшись с серьезными жизненными проблемами, поняв, что так ему будет лучше. Человек, пугающийся всякого куста (в том случае, если его страхи не перешли границу патологии), может поставить себе цель ослабить невротизм [см. стр. 167].

Но для этого надо понять, где у мозга «панель управления» и каковы ее основные функции.

7. Панель управления

С помощью «панели управления» человек может регулировать произвольные функции мозга, такие как внимание, обучение, воображение и эмоциональность. Однако и здесь все неоднозначно. Всякий мозг формируется под влиянием генной наследственности, закодированной в хромосомах, эпигенетических факторов (изменения экспрессии генов, вызванные механизмами, не затрагивающими последовательности ДНК) и культурных кодов (культурная среда, окружающая ребенка после рождения). В результате в мире нет двух абсолютно одинаковых людей и не существует «единого руководства» по использованию «панели управления» мозгом.

К счастью, существуют некие общие принципы, согласно которым функционирует человеческая нервная система, и каждый представитель людской расы может до определенной степени контролировать свои мысли и действия. Но степень этого контроля все-таки существенно ограничена: произвольные действия требуют, сообразно своей природе, значительного напряжения воли.

Без мотивации трудно удерживать внимание, а без внимания учиться трудно. Не получив соответствующего образования, нельзя брать на себя ответственность, без активных знаний воображение увядает. Без работы воображения невозможно пытаться начать что-то новое, тем более что в новом деле всегда хватает неожиданностей, воображение помогает принять правильное, разумное решение и решать самые трудные задачи.

Так что же общего во всех этих способностях мозга? То, что в конечном итоге любой мозг способен к обучению, улучшению, совершенствованию. Он может научиться учиться, развить в себе творческое начало, обуздать порывы и даже избавиться от нежелательных привычек. В целом наш мозг способен достичь того, о чем многие только мечтают.

7.1. Мотивация

Мотивация представляет собой часть «стандартного набора инструментов» мозга. Тем не менее причины, которые утром отправляют человека в ванную и на кухню, отличаются от тех, которые побуждают его учиться играть на гитаре или зубрить испанские глаголы. Первые имеют скорее автоматический характер и зависят от природных потребностей, в то время как вторые требуют участия собственной воли человека, вырабатываемой в соответствующих зонах коры головного мозга [см. стр. 70]. Именно вторые зарождаются в «панели управления» мозга.

Прокрастинация, главный враг мотивации, возникла не в цифровую эпоху. «В некоторых вещах я ненавижу опаздывать и откладывать», – написал Цицерон более двадцати веков тому назад. Некоторые исследователи утверждают, что хронической прокрастинации подвержены около 20 % людей в мире, однако можно предположить, что разная степень синдрома «я сделаю это завтра» распространена гораздо шире. Мысли зарождаются в двух параллельных системах мозга – молниеносно, практически на автомате проносятся в подсознании и медленно, постепенно проговариваются «внутренним голосом» в сознании. Первые возникают в примитивных структурах «рептильного мозга» [см. стр. 55] и мозга «млекопитающего» [см. стр. 66] (таких как мозжечок и миндалевидное тело); вторые формируются в сложнейшей зоне мозга «примата» [см. стр. 69], неокортексе. Просто они соревнуются между собой.

Именно неокортекс решает, что пришло время записаться в спортивный клуб по причинам как наглядным (растущий живот), так и рациональным (здоровье). Это желание заставляет ноги отправиться в клуб и заплатить за карту клиента у стойки регистрации, чтобы ощутить потом удивительное удовольствие от собственного поступка в результате выброса дофамина [см. стр. 41]. Удовольствие тем более удивительное, поскольку награду мозг получает за то, что принял правильное, здоровое решение, даже если оно, по всей вероятности, окажется иллюзией [см. стр. 165]. В Америке (в Европе нет соответствующих статистических данных) 67 % записавшихся в тренажерный зал никогда в него не приходят. И тут мы имеем дело с типичным вмешательством «рептильного мозга», перехватившего инициативу. Самые глубокие слои нашего мозга шевелиться не любят и ненавидят изменения. Они капризны и хотят командовать. Взгляд на торт, на красивого пешехода, бульканье мобильного телефона – и эти глубинные слои немедленно переключают наше внимание с важных вещей, таких как работа, управление автомобилем или учеба, на нечто более приятное. Это не значит, что «мозг примата» не может приказывать не отвлекаться, погрузиться в работу и усилить внимание. Он это как раз делает, и часто это ему удается. Но иногда наш мозг действует как ребенок и решает, что самое время заглянуть в Facebook или что идти на конференцию именно сегодня не стоит из-за «отличной погоды/ужасной погоды, автобуса долго ждать, у велосипеда спустила шина» и т. п. Если мотивация недостаточно сильна, примитивный мозг всегда выигрывает. Скорее всего, такое бывало в жизни с каждым.

Но на самом деле мозг можно обмануть, используя его собственные уловки, заставляющие его работать, – **эмоциональную подпитку**. В конце концов, мотивация возникает в результате ассоциаций: когда мы думаем о результате, которого хотим достигнуть, мы представляем себе состояние, в котором окажемся после реализации мечты. Вспоминая удачные эксперименты из прошлого (память напрямую связана с эмоциями), человек настраивается позитивно. Многие известные теннисисты признаются, что, чувствуя себя очень одиноко во время матча, они начинают говорить сами с собой, порой вслух, чтобы «подзавестись». И это помогает! На работе можно варьировать формы занятости, добавлять что-то новое в ежедневные обязанности – это помогает зарядиться положительными эмоциями.

Психологически гораздо проще закончить уже начатую работу, чем начинать новую. Множество поговорок придумано людьми для описания **когнитивных искажений** [см. стр. 208], то есть влияния на поведение различного вида стереотипов, общепринятых представлений, возрастных сбоев. К примеру, кажется, что «правильное начало – считай, полдела сделано». В этой ситуации помогает разделение работы на части или блоки, составление списка дел – так она субъективно кажется менее объемной и более простой.

Система вознаграждения. Прокрастинация вызвана желанием получить вознаграждение немедленно [см. стр. 159]. Мотивация же смотрит в будущее, она предлагает действия, которые получают вознаграждение потом, такие как диплом или известность. Только человеческий мозг способен мысленно представить конечный результат деятельности, отнесенный на годы в будущее. Один только воображаемый результат работы по достижению отдаленной цели может доставить удовольствие. То же самое происходит и тогда, когда цель достаточно близка во времени, – этого результата можно достичь, распланировав учебу поэтапно или разделив работу на блоки. Таким образом можно по несколько раз день получать прилив дофамина, а неокортекс сможет устоять перед соблазнами «рептильного мозга».

Пластичность. Способность мозга находиться в состоянии мотивации или демотивации обусловлена его структурой и связями, которые возникают между отдельными его частями. Оксфордские ученые, исследуя два типа наклонностей с помощью функционального резонансного сканирования [см. стр. 254], обнаружили разницу в области связи между поясной извилиной и премоторной корой лобных долей [см. стр. 73]. Эта область связана с процессом выбора того или иного действия. Весьма интересный факт – максимальную активность можно обнаружить не в мозге мотивированного человека, а, наоборот, в мозге человека демотивированного, инертного, как будто его побуждений недостаточно для того, чтобы начать действовать, и ему требуется приток энергии для перехода от мыслей к движениям.

В свете этих исследований можно понять, почему некоторые люди чувствуют себя более усталыми, чем другие. Однако, если вам не хватает мотивации, чтобы что-то начать делать, вспомните о пластичности [см. стр. 87] – она способна помочь в этом случае.

Мотивация и внимание необходимы для того, чтобы начались химические реакции, предваряющие созидательный порыв и укрепляющие синапсы. Таким образом, оптимизм или беспокойство, в свою очередь, изменяют структуру мозга, мотивационная практика оказывает действие на пластичность в долгосрочной перспективе.

Эти части мозга, древняя, то есть отвечающая за автоматические реакции и эмоции, и возникшая совсем недавно в ходе эволюционных изменений, взаимодействуют друг с другом постоянно – ежедневно, ежечасно. Мы держим нашу жизнь в собственных руках, или, точнее, в лобных долях коры головного мозга.

ДА	НЕТ
Планировать и действовать	Прокрастинировать — откладывать, не доделывать
Помнить, что существует конфликт между «рептильным мозгом» и неокортексом	Верить, что все зависит от начальства и власти
Знать, что мотивацию можно стимулировать	Соглашаться пассивно с тем, что ничего нельзя сделать
Использовать эмоции, систему вознаграждения, пластичность мозга и брать управление на себя	Отдаться на волю судьбы, не попытавшись ничего изменить, ничего не хотеть

7.2. Внимание

Читая книгу, человек сосредоточивает взгляд на последовательности значков, которые обозначают слова. Значки, то есть буквы, кодируют определенным образом смысл, а наш мозг умеет их интерпретировать. Более простыми словами – вы сосредоточиваете свое внимание на тексте, когда читаете.

Однако это только кажется легко и просто. Одновременно вы ведь ощущаете, как тело давит на стул, из окна дует легкий ветерок и ласкает кожу, из кухни пахнет жареным мясом, вдали шумит оживленная трасса, а соседский ребенок терзает виолончель. И не только это! Помимо потока информации, поступающей в наш мозг извне, внутри него тоже бродят разные мысли, смешивающиеся со словами книги. Как же нам удастся во всем этом массиве информации хоть что-то понять? Как удастся сконцентрироваться на чтении и не обращать внимания на все остальное?

Система внимания – неотъемлемая часть человеческого мозга, она существует в нем с самого рождения. Она служит направляющей для разума, концентрирует его на стимулах, которые требуют ответной реакции: от объятий матери и ребенка, нуждающегося в материнском молоке, до дикого зверя, затаившегося в кустах, от которого надо срочно бежать. В наш постиндустриальный век интеллектуальной работы стало больше, чем физической, и способность сосредоточиться стала одним из фундаментальных ресурсов экономики, мерой продуктивности. Увы, эта способность не безгранична, к тому же подвергается все более жестким испытаниям.

Идея мультизадачности возникла в результате сравнения человеческого мозга и компьютера. Компьютер может выполнять несколько задач одновременно; и некоторые предполагают, что и мозг, родившийся и выросший в эпоху цифровых технологий, вполне может делить внимание между работой, чтением смс, электронной почты и сообщений в Facebook или WhatsApp. Увы, но это абсолютная чушь. Человеческий мозг может, конечно, назначать свидание по телефону, одновременно управляя машиной и слушая радио, однако это чревато аварией. Возможности внимания имеют границы, к тому же переключение внимания с одного предмета на другой требует временной задержки примерно в полсекунды (так называемое *attentional blink* – *выключение внимания*), в течение которой система вообще не реагирует ни на что. Если человек при этом управляет машиной, мчащейся со скоростью более 100 км/час, промедление может стать фатальным.

Кроме того, следует различать автоматическое внимание (обернуться на звук собственного имени) и внимание осознанное (решить обязательно прочесть книгу). Часто оба этих вида внимания между собой конфликтуют: доказано, что перерывы, вызванные звонком по телефону, получением электронного письма или иных сообщений, негативно сказываются на успеваемости студента. Мало того, ученым удалось измерить даже количественные показатели – продуктивность работы снижается почти на 40 %.

На внимании сказываются не только внешние раздражители, но порой и внутренние, зависящие от персональной конфигурации конкретного мозга. Только в 80-х годах XX века было доказано существование синдрома дефицита внимания (диагноз чаще звучит как СДВГ, синдром дефицита внимания с гиперактивностью), этот недуг был обнаружен у многих детей в 90-е годы. Он встречается у мальчиков в три раза чаще, чем у девочек, имеет генетическую природу и характеризуется невозможностью сконцентрироваться, импульсивностью и гиперактивностью, мешающими нормально учиться. То, что раньше называлось в школе отвратительным поведением, сегодня, с некоторыми оговорками, классифицируется как патология. Как правило, этот синдром исчезает к концу подросткового возраста, однако у 30 % пациентов

сохраняется и во взрослом возрасте. По некоторым оценкам, около 2 % людей страдают им всю жизнь.

Система внимания регулируется с помощью дофамина [см. стр. 41]. Несмотря на то что конкретной зоны, связанной именно с вниманием, в мозгу не существует, при концентрации на чем-либо наиболее заметная активность регистрируется в области лобных и височных долей коры [см. стр. 75], нейроны этих участков коры начинают буквально «вопить». «Повышая голос», они как бы создают специально шум, делают свои сообщения очень яркими и заметными, чтобы отфильтровать постороннюю информацию. Исследования биологов показывают, что мозг достигает повышенной концентрации, синхронизируя ритм активизации нейронов, и на основе этих выводов некоторые специалисты даже предлагают снижать проявления синдрома СДВГ с помощью занятий музыкой.

Неврологи, занимающиеся проблемами внимания, пытаются понять его механизмы в самых благородных, но при этом утилитарных целях: дефицит внимания часто становится причиной несчастных случаев, социального неравенства и к тому же лечится сегодня (в том числе и у детей) тяжелыми препаратами с большим количеством побочных эффектов [см. стр. 250].

Нашему мозгу приходится постоянно учиться. Он направляет все возможные усилия, чтобы лучше сконцентрироваться, улучшить внимание и таким образом мотивировать себя на получение новых знаний с помощью системы вознаграждения [см. стр. 159]. В первую очередь ему необходимо отвлечься от постоянно поступающих – к примеру, через телефон или планшет, через средства массовой информации – ненужных или отвлекающих данных. Попытка делать несколько дел сразу увеличивает уровень стресса и не дает ожидаемого эффекта: вместо того чтобы сделать, казалось, больше, мы делаем куда как меньше, чем если бы приступали к делам по очереди.

К тому же внимание вниманию рознь. Можно уголком сознания рассеянно следить за футбольным матчем и читать книгу, концентрируясь на игре только тогда, когда голос комментатора становится более возбужденным. Однако если вы учите что-либо наизусть, надо полностью сконцентрироваться. Эта концентрация требует воли, и ей можно научиться и постепенно ее улучшать. Некоторые исследователи полагают, что внимание связано со способностью блокировать ненужные мысли или несущественные желания. Однако очевидно, что никто не способен поддерживать пристальное внимание бесконечно долго.

Один итальянский ученый разработал специальную технику концентрации, которую назвал *potodoro technique* (*техника помидора*), поскольку использовал для нее кухонный таймер в форме помидорчика. Он предложил разделить все предстоящие задачи на блоки по 25 минут с 5-минутными перерывами между ними. После завершения четырех блоков, или двух часов работы, можно сделать длительную паузу продолжительностью 20 минут. Поддерживать внимание на одинаковом уровне концентрации в течение четырех часов кряду не только очень трудно, но на самом деле просто контрпродуктивно. Паузы для отдыха позволяют лучше сконцентрироваться.

Эта техника «экономии внимания», разработанная в 70-х годах прошлого века, была взята на вооружение пионерами новых технологий, такими как Google, Apple, Facebook, Netflix, Amazon; и они смогли победить в конкурентной борьбе компании с традиционным укладом, завоевали публичное признание.

Внимание стало технологическим ресурсом – и, как любого другого ресурса, его сразу стало не хватать. Мы не можем внимательно следить за перипетиями героев сериала, новостями на сайтах, порталах, играть в компьютерные игры более чем несколько часов в день. Прав был Кэл Ньюпорт, профессор информатики Джорджтаунского университета, предположив в своей книге «В работу с головой», что способность сосредоточить внимание стало новым фактором конкуренции. По его мнению, мозги, которые умеют сознательно блокировать отвлекающие факторы, смогут преуспеть в новой экономике будущего. Не только потому,

что интеллектуальная работа станет все более востребованной, но и потому, что способность сконцентрировать все внимание на проблеме постепенно размывается в современных условиях информационного изобилия.

ДА	НЕТ
Пытаться не обращать внимания на посторонние сигналы	Пытаться постоянно делать сразу несколько дел одновременно
Улучшать способность к концентрации	Думать, что способность к концентрации внимания дана от природы и лучше ее не сделать
Работать в заранее спланированном ритме и делать регулярно паузы для отдыха	Сосредоточиваться в режиме аврала
Медитировать	Давать волю эмоциям

Как всегда, с помощью сознательных усилий и повторения, матери учения, можно повысить и способность к концентрации внимания. Некоторые специалисты полагают, что большую пользу могут принести и медитационные практики [см. стр. 245], если, конечно, не бросать периодически взгляды на смартфон.

7.3. Обучение

Наш мозг, как известно, начинает учиться еще в утробе матери, плавая в тишине и темноте. Именно там завязываются первые синаптические связи в преддверии информационного цунами, затопляющего мозг после рождения [см. стр. 95]. Постепенно он превращается во все более совершенную самообучаемую машину, самый совершенный в мире аппарат для познания.

Между прочим, в живом мире все учатся – даже растения. Все животные в той или иной степени, но обязательно учатся. И никто не учится столько, сколько *Homo sapiens*, построивший на основе своей эволюционной способности к познанию целую цивилизацию.

Сегодня человеческий мозг пока еще намного сложнее, гибче и мощнее, чем машины – носители искусственного интеллекта, появившиеся в результате последнего технологического прорыва [см. стр. 261]. Годовалая девочка учится держать равновесие намного успешнее, чем самый умный современный робот. Трехлетний мальчик распознает в движущемся объекте грузовик независимо от его формы, цвета или положения в пространстве. Пятнадцатилетний подросток умеет писать, жонглировать ногой мячом и здраво рассуждать о проблемах мировой политики. Всю человеческую жизнь память запоминает новые и новые события, мозг обрабатывает огромные объемы информации, идет бесконечный процесс модификации личности.

Если подумать, то можно прийти к выводу, что мы сами, наша личность – это то, что мозг создал и знает лучше всего. Способность учиться – самая ключевая способность человеческого мозга, действующая с момента зачатия и до смерти. Люди, семьи, нации прекрасно это знают, хотя порой только теоретически. Не существует лучшего вложения сил и средств, как вложение в развитие синаптических связей [см. стр. 33], в развитие потенциала аксонов [см. стр. 32], в производство миелина [см. стр. 33] в своем собственном мозге или в мозге детей и сограждан.

И не обязательно вспоминать о вундеркиндах, как, например, англичанин Тристан Пэнг, который научился читать и освоил высшую математику в два года, а в двенадцать поступил в университет, или таких, как индонезийский джазист, пианист Джон Александер, который получил премию Грэмми за свой первый альбом в возрасте одиннадцати лет. Механизм функционирования мозга вундеркиндов пока не изучен. Их объединяет потрясающая способность к концентрации внимания и сильнейшая мотивация еще в детском возрасте, превращающая книги или фортепиано в любимую игрушку. Однако следует отметить, что в доме, где родился Тристан, на полках стояли книги по математике, а Джон имел возможность играть на пианино и слушать джаз с младенчества. Если бы Моцарт родился в деревне в далекой Сибири, а не в Страсбурге, в доме с клавесином в гостиной, история музыки могла бы быть другой.

Но таких юных гениев на Земле всего 0,0001 %, остальные 99,9999 % должны прилагать усилия, уставать, чтобы учиться. Когда вам тяжело познавать математические формулы или играть гаммы на пианино, знайте, что это абсолютно нормально. Главное в другом: нравится ли вам эта усталость, связанная с учебной, или вы ее терпеть не можете? Хорошо, когда эта усталость в радость: она свидетельствует о том, что ваши синапсы работают и подготовились к работе на перспективу. Исследования психолога Кэрл Дьюик показывают, что наш мозг становится умнее, когда верит, что может стать умнее [см. стр. 93]. То есть мозг учится лучше, если убежден в том, что способен познать новое, и не верит в дурацкую идею о том, что талант от Бога.

Исследования механизмов обучения показали: чтобы стать настоящим специалистом в той или иной области, научиться хорошо говорить на иностранном языке или овладеть музыкальным инструментом, следует буквально выпихивать себя за пределы зоны комфорта (не теряя голову, конечно), зоны, в которой не нужно напрягаться.

Журналист Малькольм Глэдуэлл в своей книге «Гении и аутсайдеры», в которой он рассказывает про истории успеха, предложил так называемое правило «10 тысяч часов»: человек становится мастером, чемпионом своего дела, если учится или тренируется не менее 10 тысяч часов, то есть в течение 20 часов в неделю в течение 10 лет. Конечно, это достаточно условное время, но суть не в количестве часов. Например, если бы юный пианист, даже выучившись гениально исполнять три пьесы, успокоился и занимался только тем, что хорошо получается, не выходя за пределы зоны комфорта, правило «10 тысяч часов» не сработало бы, он никогда бы не достиг выдающихся результатов. Джон не жил бы в Нью-Йорке с визой EB-1, выдаваемой в США гениям.

Повторение составляет часть процесса обучения, поскольку на его основе работает память [см. стр. 83]: нейроны, активизирующиеся вместе, вместе и передают данные, гласит правило Хебба. Это адаптированная версия правил – на самом деле они записываются в виде сложного математического уравнения [см. стр. 19]. При постоянном использовании синапсы укрепляются [см. стр.]. Бессонная ночь перед экзаменом поможет, возможно, сдать этот экзамен, но толку будет немного: настоящих знаний после такого наскока не останется. Даже гений должен повторять и повторять упражнения, хотя, возможно, будет чуть меньше уставать. Но без повторения гениальность растает. В процессе обучения коротких путей не бывает.

Повторение нужно не только для формирования синапсов: вся система запоминания и обучения полностью зависит от повторяющегося и поступательного прогона информации не только по нейронам; в процессе овладения знаниями участвуют также и глиальные клетки [см. стр. 33]. Астроциты контролируют деятельность аксонов и, когда она усиливается, приказывают олигодендроцитам добавить миелина, чтобы защитить передаваемый сигнал от воздействия другой информации. Доказано, что между количеством белой материи (миелин аксонов) и интеллектом, познаниями и опытом существует прямая зависимость. Наш познавательный аппарат воистину поразителен, но надо уметь им пользоваться и знать, как он работает.

Наши способности к обучению и познанию нового на самом деле практически не имеют границ. Когда мы учим иностранный язык – например, польский или испанский, – в процессе участвуют многие области мозга. А овладение спортивными навыками – например, плавания или катания на коньках – заставляет работать совсем другие зоны в голове, так же как освоение игры на флейте или пианино. Кажется, что мы обладаем не одним мозгом, а несколькими – лингвистическим, спортивным, музыкальным и так далее. Будто в нашем черепе прячутся не только три, а гораздо больше различных специализированных мозгов.

Развитие нейронной сети в детстве и подростковом возрасте проходит несколько важных периодов [см. стр. 97], в течение которых обучение определенным навыкам дается легче (например, в дошкольном возрасте изучение языка не создает никаких проблем), именно поэтому мы в раннем возрасте посещаем школу, бассейн, танцевальный кружок и так далее, и тому подобное... Тут семейные интересы пересекаются с государственными, поскольку именно государство сегодня определяет приоритеты образования.

В каждой стране развивается собственная система образования. Например, школьная система Финляндии, занимающая в последние годы первое место в рейтинге Всемирного экономического форума, во многом отличается от таковых в Канаде, Италии или Сенегале. Однако в большинстве школ мира учащимся дают весьма приблизительные знания о том, что собой представляет процесс обучения (в учебнике средней школы в Италии только 9 страниц посвящено мозгу, в то время как кишечнику – целых 12) и вообще ничего не рассказывают о последних открытиях нейробиологии.

К примеру, разнос строгого учителя или сдача экзамена вызывают в мозге ученика выброс кортизола [см. стр. 45], гормона стресса [см. стр. 216]. Страх возбуждает самые примитивные структуры мозга, и они требуют от высших структур прекратить процесс обучения, оно мешает спастись [см. стр. 134]. В Финляндии, например, первый экзамен учащиеся сдают

в возрасте шестнадцати лет, потому что подросток находится в том периоде развития [см. стр. 95], когда небольшой стресс ему даже интересен.

Конечно, не только в Хельсинки живут учителя, которые любят свою работу и выполняют ее прекрасно, в детском садике или в университете. Они умеют сделать процесс обучения увлекательным и интересным, даже не зная ничего о циркуляции **дофамина** и его способности углублять синаптические связи.

Эти преподаватели не стоят столбом на кафедре, а устанавливают контакт с каждым учащимся, что вызывает в мозге производство **ацетилхолина** [см. стр. 42], нейромодулятора внимания. Они вносят в свои лекции, семинары, уроки элементы новизны (например, используя неожиданные наглядные материалы, взаимодействуя с аудиторией), побуждая тем самым мозг вырабатывать **норадреналин** [см. стр. 48], повышающий внимание и желание познать больше.

Конечно, если ученики переходят некие границы дозволенного, можно прибегнуть и к строгому окрику, впрыскивая в мозг маленьких хулиганов небольшую дозу **адреналина**.

Главное – не превращать угрозы и ругань во время учебы в привычку, иначе **кортизол** сведет на нет все результаты зубрежки.

Итак, на сегодня удача – попасть в класс к хорошему учителю, а потом – на курс к профессору, любящему свой предмет (или родиться в Финляндии)¹². На международном уровне проблема будет решена тогда, когда органы просвещения внедрят в местные системы последние достижения нейробиологии.

Для тех, кто школу уже давно закончил, эти рассуждения могут показаться скучными. Однако достаточно вашего согласия, что способность учиться – одна из ключевых способностей нашего мозга, и, хотя она пока еще в силу социально-культурных представлений ассоциируется с молодостью, на самом деле ее работа не прекращается никогда.

Можно ли научиться играть на музыкальном инструменте в шестьдесят лет? А говорить на иностранном языке в семьдесят? Ответ простой – конечно, да. Конечно, все зависит от того, как вы провели предыдущие шестьдесят или семьдесят лет. Чем больше человек тренировал свои синапсы, чем больше накопил миелина в школьные и последующие годы, тем лучше усвоится новое знание. Те, кто занимался всю жизнь спортом, вполне могут на пенсии научиться играть в гольф, но это будет очень трудно для тех, кто провел жизнь на диване. Точно так же те, кто много читал всю жизнь [см. стр. 175], относительно легко изучат португальский или освоят методы статистического анализа и в шестьдесят с лишним. Никому ничего не запрещено!

¹² В Финляндии дети идут в школу в семь лет, и до тринадцати лет они не делают никаких домашних заданий. В шестнадцать лет они сдают первые экзамены. Все учителя имеют степень доктора философии, выбираются из лучших выпускников, у них весьма приличная зарплата, которая заметно возрастает в зависимости от стажа.

ДА	НЕТ
Знать, что можно научиться учиться	Верить, что талант от Бога
Уставать с удовольствием, зная, что мозг развивается	Бояться усталости и сдаваться при малейшем усилии
Повторение — мать учения: правило работы памяти	Забыть, что память легко забывает
Иметь широкий круг интересов, стремиться к новым знаниям и умениям	Иметь ограниченный круг интересов и повторять «зачем мне это?»

7.4. Воображение

Что общего у арки, астролэбии, аркебузы, азбуки и аэроплана? Все просто – все эти предметы помимо того, что их названия начинаются на А, суть творения человеческого гения, появившиеся в разные времена – от периода выживания до периода познания. Они представляют собой крошечную часть всего огромного объема результатов человеческого творчества и изобретательности, ценностей, созданных за тысячелетия человеческой деятельности. Соединяет же отравленные стрелы бегающего по лесу предка с полетом межконтинентального лайнера работа человеческого воображения.

Воображение было дано человеку эволюцией для разрешения проблем; оно соединяет в себе сильную мотивацию, способность сконцентрировать внимание и освоить максимум доступных на данный момент времени знаний. Как охотиться на дикого зверя, не приближаясь к нему? Как повысить урожай? Как направить лодку в нужном направлении? Как ориентироваться в открытом море? Как пересечь океан? И так далее – вплоть до якоря, ядра, ящика, яхты и яда.

Где бы вы ни находились в данный момент, вы, конечно, ощущаете окружающую атмосферу и происходящие вокруг события. Можно провести мысленный эксперимент: представьте себе, что перед вами вдруг возникли три ковбоя из вестерна или три кинозвезды, и представьте, что случится в ближайшие тридцать секунд.

Ковбои принялись палить во все без разбору? Джулия Робертс уселась на диван рядом с вами? Что бы вы ни представили, ваш мозг при этом творит параллельную реальность, которая возникает благодаря **дивергентному мышлению** и выбирает самую, на его взгляд, подходящую из множества альтернатив. Мы имеем дело с одной из самых поразительных способностей нашего мозга. В качестве одного из наглядных примеров можно привести Альберта Эйнштейна, сумевшего с помощью необыкновенной любви к знаниям, сильнейшего любопытства к неизведанному и способности полностью сконцентрировать внимание на проблеме открыть новые свойства пространства-времени, создать теорию относительности.

Но воображение – это не прерогатива лауреатов Нобелевской премии, оно находится в распоряжении любого представителя человечества. Оно помогает искать в уме альтернативный путь, чтобы избежать пробки, писать стихи, ухаживая за возлюбленной, изобретать рецепты новых блюд. Воображение – это выход для творчества, то есть способности создавать новое на основе оригинальных идей, имеющих порой ценность не только для нас самих. Так были созданы плуг, колесо, якорь.

В постиндустриальном обществе творчество возведено на уровень фундаментального фактора экономического развития. По некоторым данным, общая сумма ценностей, создаваемых в издательском бизнесе, рекламе, искусстве, дизайне, моде, кинематографе, музыке, театре, программировании, в 2011 году представляла собой 3 % всего ВВП Европы, 500 млрд евро в стоимостном выражении, и давала работу 6 миллионам человек. Сегодня эта сумма выросла в разы. Специалисты утверждают, что творчество скоро поменяется ролями с глобальной экономической конкуренцией и станет двигателем прогресса, поскольку новизна идей начинает играть более важную роль, чем цена.

Экономика знаний и новые виды индустрии основаны уже не на мускульной силе человека или мощи станка, но на дивергентном мышлении. Слово «знания» заняло свое место в определении нового экономического этапа человечества, поскольку он невозможен без системы патентов, экспертиз и охраны коммерческих секретов. Однако правильнее было бы назвать его этапом экономики творчества, поскольку новые ценности создаются именно с помощью креативных идей. Трудно сказать точно, когда этот этап начался (возможно, задолго до изобретения печатной книги?), но можно вполне утверждать, что впереди у нас еще доста-

точно времени, чтобы расширить, изменить, увеличить влияние творческого начала на мир. Сегодня коммуникации позволяют преодолеть географические и временные барьеры практически мгновенно.

Современная тенденция ярко проявилась в июне 2017 года, когда стоимость компании Google на Нью-Йоркской бирже была оценена в пять раз выше, чем совместная стоимость таких индустриальных гигантов, как Ford, General Motors и Fiat Chrysler. В самом начале XXI века творчество стало стратегическим ресурсом экономики, так что, вкладываясь в него, вы строите будущее.

Многие представители человечества обладают способностью активировать особые участки мозга, переключая внимание с внешней среды на внутренний мир. Эта способность была открыта в 2001 году; она получила название *default mode network* по аналогии с компьютером, так называемая *нейронная сеть оперативного покоя*, режим «запуска» церебральных механизмов. Она является основой размышления, погружения «в себя», памяти о прошлом и предсказания будущего. Говоря точнее, именно этот режим работает, когда человек «грезит наяву», погружен в свои мысли; то же самое происходит и во время творческого процесса, когда воображение разыгрывается и взлетает в недостижимые сферы.

Нейронная сеть оперативного покоя включает в себя многочисленные и разбросанные по всему мозгу зоны, которые тем не менее находятся в неразрывном контакте друг с другом [см. стр. 26]. Задействована префронтальная кора [см. стр. 73], как и в других случаях сложной мыслительной деятельности, работает поясная извилина [см. стр. 68], расположенная над мозолистым телом [см. стр. 70]), височные и теменные доли и даже обе половины гиппокампа [см. стр. 64]. Не следует забывать, что нейронная сеть оперативного покоя действует во время процесса самопознания и участвует в работе сознания [см. стр. 144].

Людям, привыкшим творить и изобретать, знакомо это состояние, в котором включается дивергентное мышление, способность абстрагироваться, внимание концентрируется на игре воображения. Как будто некий щелчок вдруг включает способность мозга творить. Профессор инженерных наук университета Окленда Барбара Оакли в книге «Думай, как математик», назвала это состояние «режимом рассеяния». В этом состоянии мысль способна охватить все аспекты задачи одновременно, и это типично для работы нейронной сети оперативного покоя, в противовес «режиму фокусировки внимания», активизации аналитических и рациональных способностей, связанных с префронтальной корой. Никто, ни один мозг не способен задействовать оба состояния одновременно.

Для развития воображения современная наука предлагает массу различных методик, книги о воображении и творчестве издаются на всех языках мира. Тем не менее единого подхода не существует. Прежде всего человеку следует определиться со своими собственными склонностями и желаниями и знать, что их всегда можно развить. Любопытно, конечно, попытаться заставить пятидесятилетнего менеджера учиться тому, чему он мог научиться в школе, – ведь дети обладают естественной склонностью к воображению. Именно в детском возрасте можно развить способности к творчеству, так же как и загубить их на корню, – все зависит от того, как ведет себя воспитатель, какое поведение, творческое или стандартное, он поощряет.

«Творчество – это соединение множества частей между собой», – сказал как-то Стив Джобс, человек, одной лишь силой мысли создавший компанию Apple, ставшую самой дорогой в мире. «Если вы спросите творческих людей, как они сделали что-то, они почувствуют себя немного виноватыми, потому что, в их понимании, они ничего не делали, а просто увидели картинку».

Конечно, вам встречались люди более творческие, чем вы. Но не стоит переживать – воображение является неотъемлемой частью нашего мозга и его можно развивать.

ДА	НЕТ
Дивергентное и конвергентное мышление	Только конвергентное мышление
Путь мотивация-внимание-знание	Путь демотивация-невнимание-незнание
Верить, что творческие способности можно развить	Верить, что творческие способности даются от природы
Научиться включать креативность	Не пытаться ничего сделать

7.5. Принятие решений

Скорее всего, вы убеждены в том, что важные решения следует принимать после тщательного взвешивания всех возможных альтернатив. Однако это не совсем верно.

Некто Эллиот был счастливым человеком, удачливым предпринимателем, хорошим отцом семейства. Однако опухоль в одной из лобных долей мозга привела его в больницу, на операцию. Хирургическое вмешательство полностью изменило его внутренний мир. Он полностью погрузился в себя, перестал испытывать эмоции и стал равнодушен даже к себе самому.

Историю этого пациента рассказал португальский невролог Антонио Дамасио в книге «Ошибка Декарта». Эмоции и разум сложно переплетены в мозгу человека. Операция нанесла Эллиоту ущерб, которого никто не мог ожидать, – разрыв эмоциональной цепочки сделал из него не рационально мыслящего человека, а человека, не способного сделать хоть какой-нибудь выбор. Во всем остальном его мозг остался функционирующим вполне нормально, интеллект не повредился. Однако психофизическая нормальность в сочетании с тотальной невозможностью принятия решений, что съесть на обед или какой ручкой написать свое имя, привели несчастного через короткое время к потере работы, жена от него ушла. В результате этого несчастного случая специалисты узнали, что эмоции вовсе не препятствуют принятию решений, скорее наоборот, вопреки общепринятым представлениям. «Когда мы утверждаем, что некто слишком эмоционален, мы лишь утверждаем, что он не способен к принятию решений. Согласно общепринятым представлениям, носителями интеллекта и логики являются люди, способные контролировать эмоции», – отмечает Дамасио в предисловии ко второму изданию книги. Его вывод парадоксален – разуму необходимы эмоции. Именно в этом, по мнению невролога, была «ошибка» Рене Декарта: тело и разум неразделимы, в них нет никакого дуализма.

И еще одна важная деталь: процесс принятия решения опирается как на опыт повседневной жизни, социальную практику, так и на особенности развития международной экономической системы. Не так давно появилась даже отдельная наука – нейроэкономика, которая исследует процессы принятия решений при покупке того или иного продукта, эмоциональные и рациональные причины действий покупателя.

Прокрастинация, зависимость [см. стр. 212] и ложная память [см. стр. 211] являются проявлениями нерациональной и импульсивной стороны мозга. Никакого «шестого чувства» на самом деле не существует, поскольку не было на свете еще человека, способного принимать исключительно правильные решения. Интуиция, подсознательная способность [см. стр. 157] принимать мгновенные решения при ограниченном доступе к информации – на самом деле удивительная способность нашего мозга. Человек пользуется ею, когда у него нет времени для серьезного и рационального обдумывания действий. Конечно, это решение на самом деле является результатом подсознательной обработки когнитивной информации [см. стр. 158], маскирующейся под интуицию, и несет в себе риск роковой ошибки. Наивно было бы думать, что если интуиция позволила «угадать» правильно один раз, то в следующий раз все будет так же хорошо. Увы, может быть, да, а может, и нет.

Центр принятия решений, по данным биологов, расположен в передней части поясной извилины, под лобными долями [см. стр. 73], в орбитофронтальной коре (прямо за глазами) и ее медиальной префронтальной зоне (чуть глубже за глазами). Этот центр тесно связан с «мозгом примата», «мозгом млекопитающего» и «рептильным мозгом» [см. стр. 55], мозжечком, соединяя таким образом анатомически рациональность, эмоциональность и импульсивность и варьируя их долю время от времени.

Взаимодействие разума с интуицией не всегда успешно. Все зависит от эмоционального состояния, времени суток, обстоятельств принятия решения, от того, выспался ли человек ночью, от впечатлений, полученных ранее, и даже от погоды. Например, не рекомендуется

ходить в супермаркет в обеденный перерыв: чувство голода заставит вас купить продуктов больше, чем вы собирались, и выбросить их несъеденными. Чем труднее предстоящее решение, тем серьезнее его надо обдумывать. Для того чтобы принять правильное решение, хорошо бы собрать максимум информации, выбрать подходящий с точки зрения физического и психологического самочувствия момент, желательно нормально выспаться. Это не значит, что с решением надо затягивать, как Пенелопа в знаменитом греческом мифе (она, храня верность Одиссею, ткала бесконечное покрывало, пообещав выйти замуж после того, как закончит, а сама ночью распускала сотканное за день). Знание о том, что на решение могут повлиять самые неожиданные вещи (от пустого желудка до веры в собственную интуицию), помогает сделать правильный выбор. Если вы знаете, что чувство голода вы переносите с трудом, лучше перед тем, как решать что-то важное, закусите. В магазин же лучше ходить после обеда, и со списком в руках.

Однако не следует подходить слишком серьезно ко всем решениям в жизни и искать рациональное зерно во всех жизненных событиях. Каждодневная жизнь далека от этого. Увы, считать современного человека, *Homo economicus*, разумным во всех его проявлениях нельзя, он вовсе не таков.

Принятие решений, или, как принято говорить сегодня в офисах, *decision-making* и *problem-solving*, требует осознанной мотивации, внимания, знаний и воображения и умения брать на себя ответственность. Очевидно, что не все проблемы одинаковы, трудности, которые встречаются нам в жизни, могут оказаться поворотным моментом и вывести на дорогу, как ведущую к счастью, так и в обратном направлении.

Одно и то же решение может оказаться и гениальным, и ошибочным, в зависимости от времени и обстоятельств. Оно может оказаться удачным и неудачным вне зависимости от того, под влиянием эмоций или разума было принято. На ошибках мы учимся и после них начинаем все заново, но уже на другом уровне. Именно из-за них люди становятся умнее и осторожнее с годами. Мудрость и благоразумие являются высшим уровнем, которого мы стремимся достичь с помощью нашего аппарата управления.

ДА	НЕТ
Помнить, что эмоции влияют на решения	Верить, что все можно контролировать
Думать, когда можно довериться интуиции	Полностью положиться на интуицию
Выбирать лучший момент для принятия решения	Откладывать выбор на потом и не принимать решение
Признать свои предубеждения и взвешивать решения	Предубеждения? Какие предубеждения?

7.6. Когнитивный контроль

Маршмеллоу – далеко не самое вкусное лакомство на свете. Оно изготавливается в США со времен послевоенного бума рождаемости, в его состав входят корень алтея (использовавшийся в качестве лакомства еще древними египтянами), сахар, яйца и желатин. Это жевательные конфетки в виде блеклых, мягких, вязких цилиндриков, и выглядят они гораздо менее привлекательно, чем, к примеру, шоколадка. Однако именно маршмеллоу вошли в историю психологии в 60-х годах прошлого века в результате любопытного эксперимента, проведенного в Стэнфордском университете.

Детишек в возрасте от четырех до пяти лет рассадили вокруг стола, на котором лежало лакомство. «Сидите здесь, – сказала исследовательница, – а я отвернусь на пятнадцать минут. Тому, кто сможет удержаться и не съесть маршмеллоу со стола, я дам еще одну конфетку. Ок?» И ушла. На самом деле детей, естественно, снимали на кинокамеру. Те из них, которые смогли, ерзая и бросая вожделяющие взгляды, удержаться от поедания лакомства, оказались более развитыми и интересными, чем те, кто не удержался. Эксперимент открыл ученым глаза на феномен «отложенного вознаграждения», чисто человеческую способность отказаться от дофаминового вознаграждения [см. стр. 41] в пользу будущего, более значимого, хоть и отложенного во времени.

Что любопытно, исследователи из Стэнфорда продолжили следить за жизненными успехами детей, принимавших участие в эксперименте, чтобы выявить статистические зависимости между мотивацией и ее результатами. Те, кто в детстве смог воздержаться от маршмеллоу (особенно с помощью хитрого решения – спрятавшись под столом, чтобы не видеть соблазна), с возрастом достигли более высокого положения в обществе и имели более низкий индекс массы тела. Иными словами, они смогли преодолеть нежелание учиться или соблазн съесть весь шоколадный торт за один присест.

Отложенное вознаграждение – одно из свойств когнитивного контроля, процесса, благодаря которому мы корректируем наше поведение в соответствии с целями и обстоятельствами. Можно сказать, это оборотная сторона процесса достижения наших целей, влияющая на наше поведение.

Концепция когнитивного контроля, несомненно, тесно связана с представлениями о сознании [см. стр. 144] и о свободе воли [см. стр. 162], это свойство мозга начинает развиваться в возрасте примерно четырех лет и окончательно формируется у подростка. Примерно в шестнадцать лет наступает пик импульсивности, а после двадцати лет она постепенно стабилизируется на определенном уровне, на котором держится всю взрослую жизнь. И только после семидесяти начинает снижаться.

Такие жизненно важные функции мозга, как внимание [см. стр. 175], оперативная память [см. стр. 83] или управление эмоциями [см. стр. 183], в значительной степени зависят от когнитивного контроля. С его нарушением связаны многие нейропсихиатрические патологии [см. стр. 220].

Отложенное вознаграждение тесно связано с управлением процессом торможения, то есть способностью мозга остановить порывы к действиям для достижения цели. Классическим примером такого торможения является подавление желания послать к черту начальника до того, как месячная зарплата окажется в кармане.

Даже наши привычки и пристрастия становятся порой способом затормозить деструктивные и импульсивные решения. К примеру, лучше потерять самообладание на краткое время, чем дать увлечь себя эмоциям, какими бы благородными они ни были. Уровень невротизма является одной из характеристик личности [см. стр. 166], но, если он мешает работе и жизни, лучше постараться снизить его.

Еще одной важной задачей когнитивного контроля является **подавление ненужных мыслей**. Каждый из нас отлично знает, какие дикие, нелепые и ужасные мысли может производить его мозг. Можно плыть по воле грустных и пугающих мыслей, а можно сказать себе «стоп». Это умение, а также умение направить поток мыслей в приятную и конструктивную сторону весьма полезны для психофизического состояния человека. Выработка анксиогенов, веществ, отвечающих за состояние тревоги (выделяющихся во время сражения или ранения), часто провоцируется именно порочным кругом мыслей, который мы не можем остановить.

В составляемый список успехов когнитивного контроля следует добавить также **контроль над стрессом**. Низкий уровень стресса способствует усилению когнитивных способностей, однако сильный и длительный стресс оказывает на организм и мозг токсичное действие. Его следует избегать любой ценой, но как?

Целью этой книги было разъяснение процессов, идущих в мозге, одной из самых сложных вещей на свете. Однако вряд ли можно понять, что происходит в каждом из миллиардов нейронов. Когнитивный контроль, во время действия которого гасятся искрящие электрические соединения, – еще более сложная штука, чем сам мозг. Восхитительное разнообразие человеческого вида и заключается в этом постоянном сражении между действием и реакцией, пониманием и иллюзией, надеждой и разочарованием, падением в бездны и взлетом в небеса. Открытие пластичности мозга [см. стр. 87] и работы подсознания [см. стр. 90], достижения позитивной психологии [см. стр. 140], эксперименты в области нейробиологии привели к тому, что античные представления о мозге как о чем-то статичном и неподвижном давно ушли в прошлое. Не существует предначертаний судьбы, мы не рабы своего характера, а значит, и обстоятельств.

Итак, каждый мозг может развить в себе способность к когнитивному контролю. Тренировать способность к отложенному вознаграждению следует начинать в детстве, но можно научиться ему и в зрелом возрасте. Способность к торможению порывов полезна не только для того, чтобы избежать увольнения, но и в любой другой общественной деятельности, в отношениях с друзьями и коллегами, с семьей. Людям, как правило, не нравятся те, кто быстро теряет терпение. Ненужные мысли могут помешать концентрации внимания, процессу обучения, работе, а мысли тревожные вообще ввергнуть человека в депрессию. Обычно этому методу самоконтроля люди учатся в детстве, во время развития церебральных функций, однако при определенных усилиях и регулярных упражнениях можно научиться контролировать свой мозг и в зрелом возрасте. Умение распознавать хронический стресс и предпринимать некие действия, чтобы снизить его уровень [см. стр. 216], сохраняет здоровье когнитивной системы в целом.

Дети, которые не устояли перед соблазном маршмеллоу, сорок лет спустя стали более толстыми и менее образованными, чем их товарищи детства. В течение этих сорока лет они вполне могли сменить стиль жизни и приоритеты, если бы они знали, что это им по силам.

А вы теперь знаете, и у вашего мозга больше нет оправданий!

ДА	НЕТ
Научиться оценивать вознаграждения	Лучше яйцо сегодня, чем курица завтра
Научиться контролировать импульсы	«Ах ты дрянь такая...»
Научиться избавляться от бессмысленных и тревожных мыслей	Наслаждаться «расчесыванием болячек»
Научиться держать под контролем уровень стресса	Наплевать на уровень стресса

8. Версии

Мозг производится природой в двух разных версиях. Версия F® (женский) и версия M® (мужской) имеют в своей конструкции некоторые различия. Заранее заказать у природы желаемую версию невозможно – процессом сборки правит его величество случай.

Соединение женской яйцеклетки со сперматозоидом объединяет материнскую половину наследственности с отцовской. С материнской стороны двадцать третья пара хромосом (определяющая пол) состоит из двух одинаковых хромосом XX, поэтому яйцеклетка всегда несет хромосому X. А вот с отцовской стороны эта же хромосомная пара имеет вид XY, и сперматозоид может принести либо X, либо Y. Если яйцеклетку догнал сперматозоид с хромосомой Y, новый мозг начнет формироваться по мужскому типу, если же победит сперматозоид X – по женскому. Увы, этого не знали наши предки: Анна Болейн, которая не могла родить Генриху VIII сына, возможно, осталась бы жива.

Версия F® является базовой – в первые восемь недель «сборки» нового существа (этот процесс мы именуем «беременностью») все мозги выглядят одинаково, можно сказать – «женственно». Однако позднее, в мозг M впрыскивается тестостерон, который вызывает последовательность небольших, но существенных изменений, завершающихся только после тридцатой недели «сборки», и вот вместе с телом, готовым к самостоятельной жизни, человек получает мозг определенной модели. Во время процесса развития эмбриона его мозг тесно связан с материнским телом, из него он получает в кровь питательные вещества и гормоны. Гормоны также влияют на мозг будущего человека, на создание версии F® или M® и мешают карты, разложенные наследственностью. Вероятно, именно так женский мозг обретает «мужские» черты, а мужской – «женские».

Уже давно известно, что на сексуальную ориентацию влияют гены, гормоны и структура мозга: человек становится гетеро-, гомо-, бисексуальным или вообще асексуальным. Ген гомосексуальности найден так и не был, и наконец-то западное общество оставило позади века гомофобии (хотя и сегодня случаются дикие эксцессы). Сегодня уже доказано посредством исследования методами функциональной магнитно-резонансной диагностики, что ориентация мозга зависит от биологических факторов: гомосексуальный мозг обладает лишь некоторыми особенностями мозга противоположного пола.

Совершенно ясно, почему дикие и архаичные требования вернуться к якобы «нормальной» сексуальной ориентации ничего, кроме страданий и боли, принести не могли и никогда не были успешны.

Экспериментальный опыт показывает, что в мире вообще нет ни одного мозга, строго соответствовавшего какой-либо одной версии, хоть мужской, хоть женской, – все мозги совершенно индивидуальны, и разница между двумя мужчинами может быть куда больше, чем между мужчиной и женщиной.

Однако способы действовать у мужских и женских версий мозга различаются, и заметно. Сравнить их весьма любопытно в свете всех гуляющих в мире предубеждений и анекдотов про «блондинок».

8.1. Версия F® и версия M® в сравнении

Никто не предполагает, что львица будет действовать точно так же, как лев, а петух так же, как курица. Но все становится крайне сложным, когда речь идет о мужчинах и женщинах. Поведение человека характеризуется диморфизмом (от греческого слова *dímorphos*, то есть «две формы»), поэтому долгое время биологи полагали, что мозги мужчин и женщин тоже существенно различаются между собой.

Парадокс заключается в том, что на самом деле они хоть и отличаются, но не так явно, как кажется. На каждое исследование, доказывающее разницу, приходится другое, демонстрирующее сходство. То есть различия, конечно существуют, но вовсе не такие, какие можно предположить, наблюдая традиционное поведение полов.

Таблицы ниже показывают современный взгляд ученых на человеческий диморфизм. Это не абсолютные характеристики, а приблизительные ориентиры, преобладающее поведение согласно статистическим данным. В жизни же разница между двумя типами может быть совершенно мизерной и практически незаметной.

ВЕРСИЯ F® (XX)	ВЕРСИЯ M® (XY)
Хромосома X включает в себя около 1500 генов, в которых закодировано производство основных белков, в том числе необходимых для мозга. Обладая двумя хромосомами X, версия F® имеет запасную копию кода	Хромосома Y (не случайно называемая «генетической пустыней») содержит менее 200 генов, из которых только 72 отвечают за формирование белков: у версии M® нет запасного кода, <i>backup</i>
Мозг работает более эффективно (потребляет меньше глюкозы на единицу веса)	Мозг в среднем больше на 10% (в соответствии с пропорциями тела)
Кора мозга более плотная, большей таламус	Большие миндалевидные тела, гиппокамп, стриатум и путамен
Более сложное в структурном отношении мозолистое тело	Мозолистое тело больше по размерам
Больше связей между полушариями, что облегчает связь между мышлением и интуитивными выводами	Больше связей внутри полушарий, что позволяет быстрее переходить от выводов к действиям

Долгое время ученые полагали, что когнитивные системы мужчин и женщин как раз отличаются незначительно. В результате женщины долгое время дискриминировались по результатам теста на интеллект: женщины получали результаты чуть ниже, чем мужчины,

в тестах, в которых надо было указывать свой пол, поскольку находились под влиянием предубеждений. Стоило устранить этот фактор, и результаты немедленно сравнялись.

Поведение людей, естественно, различается уже в самом раннем детстве. Но кто способен ответить на вопрос, что играет главную роль – природа или культура? Девочкам нравятся куклы, а мальчикам машинки, поскольку этого требует их пол (и соответствующие гормоны) или потому, что они идут путем имитации, присущей детям? Большинство специалистов полагают, что преобладает влияние биологических факторов, однако следует учитывать и влияние культуры и общества.

ВЕРСИЯ F [®] (XX)	ВЕРСИЯ M [®] (XY)
Преобладают лингвистические способности (говорит больше)	Преобладают математические способности (говорит меньше)
Способности к распознаванию эмоций (эмпатия, социальные взаимоотношения) выше, чем у версии M [®]	Способности к ориентации в пространстве и времени выше, чем у версии F [®]
Эмоциональный опыт и эмоциональная память развиты сильнее	Склонность преувеличивать собственную ловкость
Стресс (к примеру, перед экзаменом) снижает результативность	Некоторый уровень стресса повышает результативность
Контролирует свое поведение	Склонность к рискованным ситуациям
С друзьями старается поддерживать визуальный контакт и общение лицом к лицу	С друзьями предпочитает не смотреть глаза в глаза и предпочитает общение рука к руке или наискосок друг от друга

ВЕРСИЯ F [®] (XX)	ВЕРСИЯ M [®] (XY)
Последние изменения в обществе позволили женщинам работать на высоких должностях, служить в армии и быть более раскованными в сексуальном плане	Последние изменения в обществе сделали приемлемым для мужчин брать отпуск по уходу за ребенком, плакать в кино и пользоваться косметическими продуктами

Самец павлина, обладая чудесным разноцветным хвостом, гораздо заметнее самки скромного вида, хотя и существенно уязвимее. Самцы обезьян-мандрилов заметно крупнее, чем самки, почти в три раза массивнее. Подобные диморфизмы, как и любые другие диморфизмы на свете, имеют одну важную эволюционную функцию – добраться до кровати в спальне или лежбища в джунглях.

Не случайно, конечно, что именно тема секса и влияния на него наследства наших предков подвержена воздействию наиболее архаичных представлений. Поэтому мнимое «превосходство» той или иной версии мозга выливается в самые дикие стереотипы глянцевого журнала, как женских («Десять советов, как его вернуть»), так и мужских («Семь способов свести ее с ума в постели»).

ВЕРСИЯ F® (XX)	ВЕРСИЯ M® (XY)
Думает о сексе не всегда, чаще всего во время овуляции (возможно, на подсознательном уровне), когда наиболее расположена к заведению потомства	Думает о сексе постоянно, несколько раз в день, каждый день, но не желает в этом признаваться
Рассматривает секс как средство (с эволюционной точки зрения прочные отношения способствуют выживанию потомства)	Рассматривает секс как цель (с эволюционной точки зрения распространение генома способствует выживанию вида)
При выборе партнера его статус важнее, чем физический облик	При выборе партнера физический облик важнее статуса

ВЕРСИЯ F® (XX)	ВЕРСИЯ M® (XY)
Чем выше чувство самоуважения, тем ниже склонность к беспорядочным связям	Чем выше чувство самоуважения, тем выше склонность к беспорядочным связям
В случае ревности считает более серьезным «эмоциональное предательство» (ставит под угрозу отношения)	В случае ревности считает более серьезным «физическое предательство» (ставит под угрозу уверенность в отцовстве)
В состоянии влюбленности в мозгу преобладают дофамин, эстрогены и окситоцин	В состоянии влюбленности в мозгу преобладают дофамин, тестостерон и вазопрессин
«Для чего женщине оргазм?» — спрашивали многие обладатели мозга типа M в прошлом. На самом деле женский сексуальный опыт качественно сложнее и разнообразнее	Верил (или верит?), что его оргазм является центром вселенной
Психологические проблемы могут заставлять симулировать оргазм	Психологические проблемы могут заставить отказаться от секса

Разница между геномами (начиная с хромосом X и Y) и гормональными системами предопределяет склонность разных типов мозга к разным патологиям. Врачи полагают, что мечты о персонализированной медицине реализуются тогда, когда наука сможет разработать специфическую терапию для каждой версии мозга.

ВЕРСИЯ F® (XX)	ВЕРСИЯ M® (XY)
Депрессия, тревожность	Аутизм, шизофрения
Шопинг (некоторые психологи считают, что женщины склонны к азартным играм, но пока это не доказано)	Алкоголь, наркотики, азартные игры

ВЕРСИЯ F° (XX)	ВЕРСИЯ M° (XY)
Предменструальный синдром, имеющий около 200 различных физических и эмоциональных симптомов; длится до 6 дней и сильно меняет видение мира	Врожденная неспособность понять, что предменструальный синдром может регулярно возникать у версии F° каждые 28 дней
Не болеет гемофилией, дистрофией Дюшенна и почти никогда не страдает от дальтонизма	Не страдает от синдрома Ретта
«Слабый» пол имеет более высокий болевой порог	«Сильный» пол не смог бы вынести родовые муки

Список различий между мужской и женской половинами человечества мог бы быть существенно длиннее, однако в таблице ниже перечислены пять самых важных!

ВЕРСИЯ F* (XX)	ВЕРСИЯ M* (XY)
95% людей старше 100 лет на Земле — женщины	Только 5% людей старше 100 лет на Земле — мужчины
Относительно недавно получили избирательные права	В среднем зарабатывают больше
Феминизм политкорректен	Мужской шовинизм не политкорректен
В некоторых ситуациях не платит штраф	В некоторых ситуациях не берет на себя ответственность
Спрашивает: «Отчего мужчина не думает как женщина?»	Спрашивает: «Отчего женщина не думает как мужчина?»

9. Основные проблемы

В середине XIX века американский хирург Сэмюэль Картрайт написал трактат, посвященный «открытой» им болезни – драпетомании. Он описал совершенно «необъяснимое» расстройство личности: склонность рабов сбежать от хозяина. «Открытие» имело самые трагические последствия.

Сегодня, почти два века спустя, эту «болезнь» можно было бы принять за анекдот, если бы не пострадавшие от «лечения» люди. Точно так же и гомосексуальность была в списках психических заболеваний совсем до недавнего времени – до 1973 года¹³.

Веками многие заболевания, такие как хронический стресс или болезнь Альцгеймера, были причинами для стигматизации человека, различных преследований. Человек превращался в деревенского дурачка, которого пытались спрятать от мира, ведьму сжигали на костре только потому, что она чем-либо отличалась от окружающих. Сегодня человек может быть изолирован от общества из-за постоянных депрессий, стать объектом жалости с диагнозом «аутизм».

Мозг нельзя назвать совершенством. Эволюция наполнила его за долгие века самыми разными структурами, запиханными друг на друга и порой дублирующими одна другую; естественно, что при таком сложном процессе создания накопились несовершенства. Но это еще не все – генетическая информация, заложенная в каждом из нейронов, тоже порой дает сбой и приводит к предрасположенности человека к психическим заболеваниям.

Однако следует помнить, что «предрасположен» вовсе не означает «обречен». Исследования на однояйцевых близнецах (их геномы идентичны на 100 %) показали, что вероятность развития шизофрении у близнеца больного человека равна только 50 %. Гены играют огромную роль, но тем не менее не определяют судьбу.

Другой причиной сбоя в работе мозга может стать травма. Последствия предсказать порой весьма трудно – все зависит от зоны, которая была поражена: возможно даже полное изменение личности. Психологические травмы тоже могут изменить человека, его представления о себе и о мире; особенно опасны – и это тоже объяснимо – насмешки.

В мире не существует двух одинаковых депрессий; любые фобии, зависимости или расстройства сознания проявляются совершенно по-разному у разных людей. Даже случаи нейродегенеративных синдромов не бывают одинаковыми, хотя они более или менее следуют в своем развитии протоколам, записанным доктором Паркинсоном (1817 год) и доктором Альцгеймером (1906 год). Что уж говорить про аутизм, для которого был придуман специальный термин – **расстройства аутистического спектра**, подчеркивающий, что врачи имеют дело с целой палитрой патологий.

Можно страдать хронической депрессией и жить более или менее нормальной жизнью и, наоборот, быть полностью разрушенным ментально. Можно болеть шизофренией, но при этом не слышать никаких несуществующих голосов. Можно в меру зависеть от игр, от шопинга, зависимость же от героина носит абсолютно деструктивный характер. И это еще не главное: проблема в том, что граница между нормой и заболеванием чрезвычайно туманна, зыбка и неуловима и очень индивидуальна. Как определить, что такое «нормальность»?

К примеру, в одном британском исследовании приводятся расчеты, согласно которым ментальным расстройством хотя бы в минимальной степени страдает каждый четвертый чело-

¹³ Только в 1973 году Американская психиатрическая ассоциация проголосовала большинством голосов за то, чтобы изъять гомосексуальность из «Диагностического и статистического руководства по психическим расстройствам», номенклатуры ментальных заболеваний, однако окончательно вычеркнут диагноз был только в 1987 году. А в Международной классификации болезней, принятой во многих странах мира и составляемой под руководством Всемирной организации здравоохранения, этот диагноз сохранился до 1992 года.

век на Земле, то есть из 7,5 миллиардов человек около 1,8 миллиардов имеют ту или иную проблему в мозге, что в Европе, что в Китае. Но вряд ли подобное исследование стоит принимать всерьез.

Тем не менее определить, страдает человек психическим заболеванием или обладает просто дурным характером, очень трудно. К тому же нормы, принятые в одних странах, совершенно неприменимы в других. При выявлении заболевания следует учитывать, что некоторые патологии могут встречаться чаще в Европе, чем в Азии или Африке. И нельзя отрицать тот факт, что ментальные проблемы все-таки имеют у разных людей достаточно много общего.

Для этой книги автор составил список (далеко не исчерпывающий) самых распространенных психопатологий с целью познакомить читателя с основными направлениями современных исследований. Список поделен на две части, для того чтобы отделить **ошибки мышления**, которые может совершить мозг в случае вполне безобидной синестезии, от **серьезных нарушений работы мозга**, ведущих к множеству различных проблем и являющихся предметом внимания специалистов.

9.1. Вычислительные ошибки

Утрата внимания, рассеянность – всего лишь банальная ошибка мозга, занятого постоянными вычислениями, однако на автостраде она может иметь роковые последствия. Оптические иллюзии тоже представляют собой ошибку в расчетах, кардинально отличаясь от гораздо более опасных галлюцинаций. Ошибкой вычислений являются и случаи, когда человеку кажется, что у него нет ноги или руки, а также различные конспирологические мании типа мании преследования.

Некоторые крайние проявления личности следовало бы тоже вписать в ряды ментальных ошибок. Например, нарциссизм («я божественно прекрасен») и нигилизм («я – никто»). Психопаты, люди, страдающие «асоциальным расстройством личности», для которых характерны отсутствие эмпатии, крайний эгоцентризм или неспособность к раскаянию, – тоже жертвы ошибок.

Ошибкой вычислений можно объяснить отсутствие страха у парня, занимающегося паркуром по крышам, или, наоборот, страх микробов у девушки, не снимающей медицинскую маску; отсутствие усталости у тех, кто в поисках бесплатной еды и выпивки перемещается с вечеринки на вечеринку; крайнюю форму робости и неспособность выйти из дома антропобобов – людей, боящихся других людей. В этом списке те, кто обожает летать на самолете и бравировать количеством набранных «миль» (как герой Джорджа Клуни в фильме «Мне бы в небо»), и те, кто так боится летать, что рыдает и бьется об стенку весь полет (такое случилось несколько лет назад на рейсе Сидней – Дубай).

Огромное разнообразие мозгов у вида *Homo sapiens* объясняет и разнообразие всевозможных ошибок в расчетах. Не все из них можно отнести к патологиям, и не все из них играют судьбоносную роль, но некоторые случаи могут сделать жизнь по-настоящему ужасной. В приведенном ниже списке они классифицированы согласно серьезности ущерба.

9.1.1. Синестезия

Что общего было у Ференца Листа, Василия Кандинского и Дюка Эллингтона? Все трое были синестетиками. В их мозге раздражение в одной сенсорной системе (слух) вело к автоматическому, непровольному отклику в другой сенсорной системе (цветоощущение).

Вариации случаев синестезии весьма разнообразны. Слово «синестезия» составлено из двух греческих корней: *syn* (единство) и *aisthànesthai* (воспринимать, чувствовать), буквально – «чувствовать вместе». Довольно распространенный случай синестезии: человеку кажется, что к нему прикасаются, если он видит кого-то, касающегося другого человека. Некоторые испытывают при произнесении некоторых слов слабый вкус какой-нибудь еды. Например, произнося слово «приключение», они ощущают привкус малины. Иногда буквы, цифры, названия дней ассоциируются с антропоморфными образами. К примеру, четверг может стать толстым и раздражительным мужчиной. Акустико-тактильная синестезия соединяет физические ощущения со звуками. Таким образом, возможны десятки различных соединений разных сенсорных систем.

Благодаря ресурсу YouTube многие люди обнаружили у себя вид синестезии, называемый *autonomous sensory meridian response* – автономная сенсорная меридиональная реакция, АСМР. Она проявляется в странном, но приятном ощущении в области затылка, которое возникает при прослушивании шепчущих голосов или шумов, возникающих при трении разных материалов друг о друга. А также это ощущение возникает у некоторых людей при виде людей, делающих ручную работу, требующую точных движений. Кажется странным, но так оно и есть.

Синестезия – скорее приятное отклонение от нормы, оно помогает многим художникам видеть мир ярче. Только в некоторых случаях может стать пыткой – например, страдающие мизофонией испытывают ужас, ненависть и отвращение, когда слышат некоторые звуки.

Некоторые исследователи полагают, что синестезия может быть результатом чрезмерного развития некоторых нервных путей в детстве [см. стр. 97], что приводит к слишком тесному их контакту между собой.

9.1.2. Плацебо и ноцебо

Мозгу удастся поверить и даже почувствовать себя лучше, если он постоянно повторяет сам себе, что все не так уж плохо [см. стр. 147]. Однако насколько на самом деле легко обмануть центральную нервную систему? Правда ли, что интеллект, заикленный на сомнениях и подозрениях, можно водить за нос? Если в кругу ваших друзей есть профессиональный мошенник и врач-хирург, попробуйте спросить у них – они ответят: да. Наиболее поразительные истории вам расскажет хирург.

Уже много лет назад врачи заметили, что можно снять некоторые симптомы заболевания, если заставить пациента поверить, что он получает лечение. В XVIII веке это удивительное явление получило название «плацебо», от латинского «мне нравится». Феномен был проверен и перепроверен с помощью фальшивых врачей и симулянтов-хирургов, но остался удивительной тайной. Биологи знают, что можно заставить мозг производить нейротрансмиттеры, активировать различные зоны мозга, начиная от префронтальной коры, ответственной за стратегию [см. стр. 73], до эмоционального миндалевидного тела [см. стр. 63]. Известно также, что это работает не со всеми пациентами, только с некоторыми. Исследователи предполагают, что разница между этими группами находится на генетическом уровне, но не располагают никакими доказательствами.

Психологический трюк обманывает мозг самым счастливым образом – не только с помощью пилюли, но и с помощью сложных церемоний, совершаемых людьми в белых халатах, и помогает снять симптомы болезни – правда, при этом недуг никуда не девается. Когда эффект плацебо работает, он действует настолько успешно, что может вызвать даже обратный эффект, обманув окончательно несчастный мозг.

Некоторые пациенты уверены в обратном – что медики им не помогают, а только вредят, и чувствуют себя плохо, когда объективных причин для этого нет. Это тоже пример ошибки вычислений, которую может совершить мозг: она называется «ноцебо», то есть «мне вредит» на латыни. Это обратная сторона удивительного явления.

9.1.3. Когнитивные предубеждения

Экономические теории рассматривают человека как совершенно рациональное существо, заинтересованное в максимизации собственной выгоды, и называют его *Homo economicus*. Увы, эта идея рациональности человеческих поступков не имеет под собой никаких оснований, поскольку оба механизма мышления – подсознательный и сознательный [см. стр. 144, 157] – слишком часто путают все карты. Это не значит, что «рептильный мозг» «иррационален», он вообще не руководствуется такими категориями. Просто за самыми, казалось бы, разумными и рациональными убеждениями, идеями и поступками может скрываться целая цепочка когнитивных предубеждений, достаточно длинная, чтобы поставить под сомнение всю видимость рациональности принятия решений.

Все вышесказанное уже привело к созданию новой ветви науки – нейроэкономики, лежащей на стыке разных областей знания. Она изучает процесс принятия решений, похожий на айсберг. «Видимая», меньшая его часть – сознательный выбор альтернатив.

В этой главе представлены основные когнитивные ошибки (незначительная часть всех, описанных психологами), с которыми сталкивается в повседневной жизни большинство.

Апофения. Визуальная система стремится опознать нечто знакомое в картине мира, попадающей на сетчатку [см. стр. 121], а кора ищет закономерности в цепочке совершенно случайных событий. Примером может служить любое гадание – от кофейного осадка в чашке до карт таро.

Суеверия игроков. Они похожи немного на апофению. Некоторые люди верят, что если пять раз подряд при бросании костей выпадет, к примеру, одна и та же комбинация, то шестой раз вероятность получения счастливой выше. Математика категорически против: вероятность всегда одна и та же, 50/50. Точно так же бессмысленно искать «роковую» комбинацию карт, «тройка, семерка, туз» не помогают.

Феномен каравана. Стремление верить во что-то потому, что в это верят другие. Самые яркие случаи массовых фобий, случившихся в истории, происходили из-за этой ошибки мышления.

Феномен «мы задним умом крепки». Многие события после того, как случились, кажутся вполне предсказуемыми. «Я же знал» приходит на ум многим. Однако это неправда, поскольку иначе игры на бирже потеряли бы всякий смысл, тем не менее финансисты продолжают этим заниматься.

Предубеждение против другого мнения. Всякая новая информация – правдивая или не очень – подтверждает утвердившиеся знания и подтверждает ошибочность противоположного мнения. Это можно наблюдать в политических, религиозных или спортивных сообществах, где принято полагаться на общее мнение.

Пессимизм. Ощущение, что жизнь становится все хуже и хуже, все погружается в пучину тоски и безнадежности. Очевидно, что жизнь не должна быть чередой праздников и успехов, однако беспрерывный упадок тоже маловероятен.

Психологические якоря. Первая же информация, полученная о том или ином объекте или событии, становится базовой для последующих выводов. Этот трюк часто используют продавцы, назначая сначала нереально высокую цену (к примеру, для автомобиля) и потом снижая ее, – и покупка кажется определенно выгодной.

Консервативные предубеждения. Любые новшества и изменения воспринимаются с подозрением и оцениваются в соответствии с прежними убеждениями, принимаемыми за единственно верные.

Эффект необычности. Странная, смешная, шокирующая информация, подаваемая в визуальной форме, имеет приоритет в когнитивном восприятии по сравнению с любыми другими, менее яркими сообщениями. Они уходят на второй план. Например, из теленовостей зритель запомнит скорее чудака, который бросил торт в лицо королеве красоты, чем серьезные рассуждения о забастовке металлургов.

Стереотипы. Система запоминания базируется на ассоциациях и классификации, и, когда мозг располагает неполной информацией, он дополняет ее автоматически теми знаниями, которыми уже владеет [см. стр. 211]. Вуаля, таков механизм формирования стереотипов.

Иллюзия проницательности. Способность к эмпатии [см. стр. 150] действительно позволяет человеку заглянуть в мозг другого и представить, что там может происходить. Однако никто не может узнать доподлинно чужие мысли. Если вы считаете, что понимаете мысли собеседника, будьте уверены – это всего лишь иллюзия.

Слепое пятно в отношении когнитивных искажений (*Bias blind spot*). Уверенность в том, что все эти предубеждения и иллюзии влияют на представления друзей, коллег, родных заметно сильнее, чем на наши собственные представления о себе, – тоже предубеждение!

9.1.4. Ложные воспоминания

«Ум – это жена, воображение – любовница, память – служанка». Этот афоризм Виктора Гюго был написан в XIX веке, с современной точки зрения он не очень политкорректен. Писатель рассматривает разум как собственность, которую следует хранить и защищать, воображение – как приключение, а память – как положенный ему комплекс услуг.

Однако эти услуги не заслуживают того доверия, которое мы им оказываем. Наша память реконструирует события, а не воспроизводит их. То есть это не видеорегистратор, который воспроизводит заснятые карты, это скорее завскадом, который должен воссоздать все детали цепочки событий на основе сохранившихся в мозгу связей и ассоциаций. Каждый раз, когда человек вспоминает то или иное событие, некоторая часть памяти о нем слегка искажается, и при каждом последующем воспоминании ошибки множатся. В некоторых случаях, спустя время после события, воспоминаниям о нем уже нельзя доверять.

Множество экспериментов и психологических исследований уже доказали неоспоримо, что воспоминания искажаются, могут быть подвергнуты влиянию извне и даже созданы на пустом месте, «с нуля», причем довольно легко. Это ставит перед исследователями три категории вопросов. Во-первых, Элизабет Лофтус, известный специалист по ложным воспоминаниям, утверждает, что в США более 300 осужденных за различные преступления были освобождены после десятилетий, проведенных в заключении, благодаря анализу ДНК, и примерно три четверти из них, как оказалось, были отправлены в тюрьму по свидетельству человека, чьи воспоминания оказались ложными. Во-вторых, *fake news*, так называемые фейковые новости, распространяющиеся в сети интернет, стали в последнее время весьма тревожным явлением, они легко проникают в сознание и служат основой для когнитивных предубеждений. И в-третьих: это просто находка для лидера тоталитарного режима, который может легко внедрять фальшивые воспоминания в память народа, наглядный пример – представления жителей Северной Кореи о мире.

Существует и патология, связанная с ложными воспоминаниями, – синдром ложной памяти, человек уверен, что пережил тяжелую травму, однако все это случилось с ним в воображении. Профессор Лофтус считает, что синдром возникает в результате терапии по восстановлению утраченной памяти.

9.1.5. Привычки и зависимости

На самом деле привычка – очень полезное изобретение природы, она позволяет, к примеру, водить машину, не задумываясь каждый раз, что надо делать и с чего начать. Привычка чистить зубы помогает спасти их от кариеса, привычка заниматься регулярно физкультурой продлевает жизнь, привычка пить воду помогает перенести жару – многие привычки служат спасению от разных неприятностей.

Эволюция миллионы лет назад создала три взаимозависимые системы: систему обучения (то есть условных инстинктов) [см. стр. 79], систему памяти (механизм ассоциаций) [см. стр. 83] и систему вознаграждения (дофаминовая пружина мотивации) [см. стр. 159]. Очевидно, что все три системы развивались и изменялись в течение многих тысячелетий, чтобы в результате сформировалась скоростная и интегрированная в операционную систему *Homo sapiens* служба [см. стр. 23].

Но, увы, привычка может стать и проклятием. Именно она во многих случаях заставляет нас за телевизором съесть больше, чем нужно, не испытывая чувства голода; выкуривать сигарету за кофе без какого-либо особого желания; совершать ненужные покупки только потому, что стало грустно. Все это происходит автоматически, как бы неосознанно. Привычки укорен-

няются в мозгу довольно быстро, хотя и постепенно, приводя в результате к классическому феномену собаки Павлова [см. стр. 79]. В мозгу формируется нейронный путь, определяющий связь сигнала – телевизор, кофе, эмоциональный настрой – со жгучим желанием получить вознаграждение: кусок торта, глоток никотина, лишнюю пару туфель, которая сгинет в шкафу.

Но настоящим проклятием привычка становится тогда, когда превращается в неодолимую, навязчивую, неутолимую жажду. Это уже не привычка, а зависимость.

Зависимость может быть эндогенной (от пищи, алкоголя, никотина и различных химических веществ) и активировать систему вознаграждения, преимущественно через систему церебральных рецепторов, реагирующих, к примеру, на каннабиноиды или опиаты. В последнем случае зависимость может оказывать мощное разрушительное воздействие, поскольку толерантность (потребность во все возрастающей дозе) к этим веществам в организме человека понижена, абстиненция мучительна, а рецидивы весьма вероятны. Сильную зависимость вызывает не очень большое количество веществ – в основном это наркотики типа героина или кокаина. Люди, бросающие курить, могут испытывать сильную потребность в никотине, однако абстиненция длится всего пять или шесть дней и не так уж мучительна. Причины, которые не позволяют бросить курить, не физиологические – они кроются скорее в подсознании.

Но существуют и другие виды зависимости – от специфических типов поведения. Их распознать не так легко. За последние 10 тысяч лет технологический прогресс ускорился настолько, что оставил эволюцию как главный фактор изменчивости далеко позади. Шопинг, телевизор, видеоигры, порно и рулетка могут полностью подчинить себе человеческий разум. А начало XXI века показало, что опасно не принимать в расчет новые виды зависимостей, притом что Всемирная паутина окутала весь мир и игры и шопинг становятся доступны 24 часа в сутки, 365 дней в году, вдобавок с полным сохранением анонимности.

Далеко не все люди в равной степени подвержены риску превращения удовольствия от дофаминового выброса в постоянную потребность, которую нужно удовлетворять любой ценой. Многие представители человечества совершенно равнодушны к возможности наесться сладостей, курению или просмотру телевизора. Другие приобретают не самые лучшие, но вполне простительные слабости (грызут ногти или зависают надолго в Facebook) или неприятные особенности поведения (разъяряются из-за ерунды, видят во всем только плохое, мало двигаются). Большинство же имеют одну-две достаточно безобидные привычки, от которых можно при желании избавиться.

Но встречаются и те, кто теряет голову в буквальном смысле. Достаточно одного посещения Лас-Вегаса, чтобы увидеть, как азарт, никотин, алкоголь и беспорядочный секс затягивают человека в воронку, действуя рука об руку. Несомненно, что склонность к зависимости обусловлена генетически, и именно наследственность приводит к ее крайним формам. Врачи рекомендуют людям, ощущающим в себе опасность стать зависимыми, при малейшем подозрении обращаться в медицинские учреждения и различные волонтерские организации, занимающиеся этими проблемами.

Формирование зависимости происходит примерно так же, как и формирование привычек. Вечером перед сном или утром при пробуждении человек обещает себе больше никогда не повторять эти столь желанные, сколь и невыносимые действия – пить алкоголь, сокращающий жизнь, играть в игру, отнимающую время у жизни, есть торт с кремом, увеличивающий слой жира на талии. Казалось бы, он не хочет разрушать себя и свою жизнь. Однако позднее находят сотни рациональных причин отложить выполнение обещания и перенести начало новой жизни на завтра. И все повторяется снова.

Система вознаграждения отражается, несомненно, самым краешком в сознательной деятельности мозга (к примеру, мы испытываем удовольствие, выполнив отлично работу), однако доминирует все-таки подсознание, предпочитающее немедленное удовольствие. Умение откладывать удовольствие, воздерживаться от немедленного вознаграждения – одно из

главных достижений человеческого мозга и привычка, необходимая для выживания. «Оперативная система» нашего мозга не может считаться правильно установленной, если в детстве нам никто не говорил «нет»: мира изобилия и исполнения всех желаний не существует [см. стр. 192].

Самоконтроль и воспитание в себе позитивных привычек может помочь избавиться от привычек дурных, даже тех, что возникли помимо нашей воли. Разум, сознание с помощью самоконтроля могут повлиять на целый ряд автоматических действий и даже полностью их отменить.

Яркий пример влияния самоконтроля на избавление от дурных привычек – история американского журналиста Чарльза Дахигга, рассказанная им в книге «Сила привычки». Возьмем, к примеру, человека, привыкшего съесть кусок торта после собрания на работе, хотя его анализ крови на холестерин показывает, что ему нельзя есть жирное и сладкое. Однако выступление на собрании требует **вознаграждения**, и его окончание стало **сигналом** к утешительному поглощению шоколадного торта – оно превратилось постепенно в **привычку**: в результате человек получает приток эндорфинов и дофамина, усугубленный порцией сахара.

Этот банальный пример показывает, как формируются привычки, с которыми мы сталкиваемся ежедневно. Исследования показали, что для избавления от привычки надо установить тот сигнал, который запускает определенное поведение, и заменить одно вознаграждение на другое.

Например, после собрания можно поболтать с коллегами (социальная деятельность вызывает всплеск дофамина), выпить большой стакан воды (воображая себя похудевшим и более сексуальным). Заменяв сознательно прежний порядок действий на новый, можно постепенно сменить надоевшую привычку. А если приложить чуть больше усилий, можно справиться и с зависимостью.

Конечно, проще сказать, чем сделать. Поэтому прежде всего надо сформулировать основную идею: порочный круг можно заменить на полезный, используя тот же самый механизм выработки автоматических действий. Наш мозг пластичен, и об этом не следует забывать.

9.1.6. Хронический стресс

В 60-е годы прошлого века в Италии была очень популярна телевизионная передача, выражение «жизнь на износ» из которой стало крылатым. Однако «износ» начался миллионы лет назад, когда эволюция запустила на Земле удивительный автоматический охранный механизм, называемый страхом [см. стр. 134].

Вполне вероятно, что жизнь рептилии 300 миллионов лет назад была немного тяжелее, чем наша сегодня. Хотя и человеческая жизнь совсем еще недавно (да кое-где и сегодня) – в отсутствие законов, контрацептивов, супермаркетов, антибиотиков – была, похоже, полной стресса. Да, стресс появился на свете не вчера, как может показаться при просмотре рекламы успокаивающих средств. Как раз наоборот, стресс появился как реакция на факторы, которые не имеют ничего общего с требовательным начальником, очередью в налоговой инспекции или пробками в час пик.

Гипоталамус [см. стр. 65] не теряет времени и дает ответ на стресс немедленно (практически так же, как и в ситуации со страхом): он приказывает надпочечникам начать немедленное производство адреналина [см. стр. 40]. Гормон, подготавливающий человека к побегу или драке, повышает давление и сердцебиение, чтобы мускулы напитались кровью – это необходимо и для бега, и для сражения. Сегодня же многие люди (хотя далеко не все) находят это состояние даже приятным и готовы платить деньги за просмотр фильма ужасов или за прыжок с парашютом.

Однако если мозг продолжает издавать тревожные сигналы, надпочечники меняют оружие, и на сцену выходит кортизол, который даже получил название «гормона стресса» [см. стр. 45]. Разница между стрессом и страхом лежит в «четвертом измерении» – она зависит от времени [см. стр. 129]. Страх появился как защитная реакция, позволяющая избежать, к примеру, встречи с хищником, то есть он длится всего несколько минут – за это время вполне можно найти способ выжить. Стресс и его последствия стали результатом длительного воздействия тревожных обстоятельств, в течение месяцев и лет, таких как потеря любимого человека, неудачный брак или тяжелая работа в невыносимых условиях. Любой стресс длится достаточно долго и тем самым создает угрозу того, что допустимый уровень кортизола будет превышен.

Кортизол подавляет иммунную систему, воздействует на эндокринную систему и атакует гиппокамп [см. стр. 64], в самых тяжелых случаях может даже его физически повредить. Именно поэтому гормоны стресса оказывают отрицательное влияние на механизмы памяти и обучения, которые тесно связаны с гиппокампом (именно поэтому не рекомендуется грубо обращаться с детьми в школе, кричать на них) [см. стр. 179].

Таким образом, получается, что стресс жесток и опасен? Нет, не совсем так. Если бы это было действительно так, ни один атлет не смог бы пережить стресс. «Когда мяч находится возле твоих ног, а тысячи голосов призывают тебя бежать к воротам, – рассказывает Роберто Баджио, известный футболист, – у тебя вырастают крылья».

Определенный уровень стресса может даже способствовать отдыху, как видно из примера выше. Он может давать творческий толчок, поддерживать креативное состояние, необходимое, к примеру, для завершения книги в срок, предусмотренный контрактом с издателем. Многочисленные исследования подтверждают, что умеренный стресс может повышать производительность труда, при условии, что его уровень не переходит определенные границы (некоторые начальники умудряются этим неплохо пользоваться). Однако если стресс превысит роковой уровень, производительность и креативность упадут – все хорошо в меру.

В некоторых ситуациях мера стресса может быть не просто превышена, а превышена катастрофически, как, например, в случае **посттравматического стресса** – его последствия могут приводить к повреждениям в десятки и даже сотни раз более сильным, чем последствия стресса обычной жизни, порой полностью разрушая память.

Аналогичные последствия наблюдаются у стресса, вызванного насилием, как физическим, так и моральным, над детьми и подростками. Посттравматический стресс иногда принимает воистину национальные масштабы – Департамент ветеранов войны во Вьетнаме в США официально признал, что количество ветеранов, страдающих этим синдромом, достигает 830 тысяч человек. Пентагон может гордиться...

Стресс сам по себе не является ошибкой в расчетах мозга. Это скорее результат того, что расчеты просто зависают, когда механизм страха активизируется слишком часто и надолго. Именно поэтому управление стрессом является весьма важной частью когнитивного контроля, даже жизненно важной [см. стр. 192].

По оценкам ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения), стресс и другие ментальные проблемы преобладают в Европе и Северной Америке, минуя остальные страны мира. Вероятнее всего, во всем виновата капиталистическая система, рынок и в какой-то степени постоянные изменения жизни. Современная жизнь виновата в том, что древний стресс охватывает мозг человека.

9.1.7. Фобии и иллюзии

Страх будущего, согласно статистике ВОЗ, гораздо заметнее распространен в западном мире, чем в остальных уголках планеты. Этот страх принято называть тревогой.

Тревога, вкратце, представляет собой озабоченность событиями, которые только должны случиться, какими бы вероятными или невероятными они ни были. На эти события мозг отвечает привычно – страхом: выделяются гормоны, заставляющие сердце биться сильнее.

Вы можете провести эксперимент на себе: сконцентрируйтесь, закройте глаза и представьте себе событие, которое вам кажется ужасным, и попробуйте вообразить в деталях само событие и его последствия. Через мгновение вы почувствуете, как в груди бьется сердце; однако если открыть глаза, успокоиться, унять воображение, все пройдет.

Если же негативные мысли продолжают бродить у вас в голове, их невозможно остановить так называемым позитивным мышлением, поскольку они будут подкрепляться автоматическими механизмами памяти [см. стр. 83], и тревожное состояние может стать хроническим, вызывать различные нарушения, вплоть до ухудшения памяти.

В крайних случаях тревога может принять форму фобии. Постоянный страх какого-то предмета, события или ситуации порой приводит к паническим атакам, для которых характерен порочный круг спусковых механизмов, цепляющихся один за другой. Помимо всем известных фобий, связанных с боязнью толпы, пауков, змей, больших пространств, крошечных пространств, публичных выступлений, полетов и, само собой, смерти, существует множество иных, внесенных в различные каталоги. Можно бояться уходящего времени, демонов, стоматологов, холода, солнца, красного цвета, зародышей, чисел, запахов, снов, зеркал, преследования, одиночества и так далее.

Никаких новых механизмов фобии не активизируют: нейроны страха действуют одинаково – они вовлекают в процесс миндалевидные тела [см. стр. 63] и активизируют путь гипоталамус-гипофиз-надпочечники [см. стр. 65]. Фобии возникают на базе психологических травм, не без участия генетики. Доказано, что во многих случаях их можно устранить или приостановить с помощью когнитивно-поведенческой психотерапии. На портале YouTube выложены многочисленные видео, в которых бывшие арахнофобы играют с пауками.

Существуют патологии, не связанные с активизацией механизма страха, – например, ошибки мозга в расчетах могут привести к навязчивым состояниям, таким, например, как монотематическая навязчивость. Она может появиться после травмы, в результате повреждения мозга или церебрального заболевания. Человек начинает верить, что его друг или близкий человек был заменен на двойника, что он никогда больше не увидит прежних знакомых – все они лишь некто, обладающий способностью принимать чужую внешность. А кто-то считает, что не способен отражаться в зеркале. Или полагает, что его левая рука или правая половина тела ему на самом деле не принадлежат (это случается часто после инсульта), – эта патология получила название **соматопарафрения**.

Может быть и хуже. Мозг, пораженный **апотемнофилией**, мечтает об ампутации конечности, и эти мечты вызывают сильное сексуальное возбуждение. А **акротомофилия**, наоборот, характеризуется острым желанием вступить в сексуальные отношения с человеком с ампутированной конечностью.

Ниже – ситуации, когда ошибки в расчетах превращаются в болезнь.

9.2. Неполадки

Во время последних этапов эволюции вида *Homo sapiens* некие серьезные изменения в генетическом коде привели к резкому возрастанию активности мозга, качества синаптических связей и их пластичности.

Многие ученые считают, что эти усовершенствования открыли дверь для **психических** заболеваний, таких как шизофрения, и **нейродегенеративных** типа болезни Паркинсона. Другие животные тоже не застрахованы от подобных проблем, однако люди значительно более чувствительны к любым сбоям в работе мозга.

9.2.1. Аутизм

Дерек Паравичини живет в Лондоне и начал играть на фортепиано в возрасте двух лет. Сегодня, когда ему около сорока, он участвует в различных концертах и телевизионных шоу, играя по памяти любую мелодию, он их знает более 20 тысяч. Он родился недоношенным и стал жертвой поломки инкубатора. Дерек ослеп и страдает от проблем, вызванных неправильным развитием мозга с младенчества. Если бы он родился сто или двести лет назад, он бы зарабатывал деньги в цирке или в «шоу уродцев». Если бы родился еще раньше, то жил бы взаперти или вообще не выжил бы.

Дерек – аутист, как и еще 25 миллионов человек в мире. Сегодня заболевания аутистического спектра уже не считаются клеймом дьявола или нечистой силы, многие из них лечатся, а люди, ими страдающие, считаются уважаемыми членами общества.

Ни один из случаев этого заболевания не похож на другой. Обобщая, можно утверждать, что все они связаны с тем или иным уровнем затруднений, возникающих в процессе установления межличностных связей, проблемами коммуникаций, ограниченностью интересов (порой, правда, превращающихся в навязчивость) и пристрастием к повторяющемуся поведению. Разброс в проявлениях настолько велик, что возможны случаи рождения гениев-савантов, таких как Дерек Паравичини или персонаж Дастина Хоффмана в фильме «Человек дождя». В некоторых случаях повреждения мозга проявляются минимально, но в других – самым трагическим образом.

Среди заболеваний аутистического спектра выделяются такие патологии развития нервной системы, как **синдром Аспергера** (он никак не затрагивает речь и интеллект, однако сказывается на способности понимать других) или так называемое «неспецифическое первозивное расстройство развития» (атипичный аутизм, проявляющийся во взрослом возрасте, не получивший пока научного определения).

Несмотря на распространенные мифы, аутизм никак не связан с прививками. Его причины неизвестны, однако генетическая предрасположенность доказана исследованиями однояйцевых близнецов. К аутизму предрасположены мозги мужского типа M® [см. стр. 196].

9.2.2. Хроническая депрессия

Одна из самых трудных задач психиатрии – дать определение депрессии, причем сразу по двум причинам. Во-первых, это слово используется в совершенно разных контекстах (например, экономическая депрессия) и в самых разных ситуациях («наши проиграли, я в депрессии»). Во-вторых, упадок настроения может быть связан как с нарушениями в центральной нервной системе, так и с множеством иных причин – аутоиммунными заболеваниями, бактериальными или вирусными инфекциями, проблемами пищеварения, нарушениями в эндокринной системе, сотрясением мозга, склерозами, опухолями или другими проблемами психики

(например, **биполярное расстройство**, при котором фазы депрессии чередуются с фазами мании) – и тогда лечение должно быть иным.

Учитывая, что любой человек может переживать периоды упадка сил и настроения (и это не значит, что его мозг болен), хроническая депрессия требует серьезного подхода к терминологии. В наши дни распространенность этого заболевания принимает угрожающие масштабы. Согласно данным Всемирной организации здравоохранения, им страдают около 300 миллионов человек в мире, и количество их неумолимо растет. Грусть, тревога, отсутствие надежд на будущее, чувство пустоты и бессмысленности, порой комплекс вины – эти основные симптомы депрессии снижают уровень социальной активности, интерес к жизни.

Причиной депрессии ученые считают сочетание генетических, биологических, социальных и психологических факторов: трагическое событие может стать спусковым механизмом для полного выпадения из жизни. Американский национальный институт психического здоровья считает, что термин «клиническая депрессия» можно применять к пациентам, у которых вышеназванные симптомы проявляются почти каждый день на протяжении более чем двух недель. Европейские психиатры полагают, что две недели – все-таки слишком короткий срок для выявления тяжелой депрессии, но и они настоятельно рекомендуют обращаться к врачам, если вы длительное время страдаете от упадка сил и тревоги.

За последние двадцать лет в научной среде наконец распространилась гипотеза, связывающая депрессию с нарушением химического или биологического равновесия в мозге – после долгих веков непонимания и отвержения здоровыми людьми несчастных, страдавших этим недугом.

Пропаганду новых идей в науке подтолкнула маркетинговая кампания средств против депрессии, проводившаяся на телевидении США (американские законы разрешают рекламу лекарственных средств такого рода) и рекламировавшая таблетки от психического недуга с той же легкостью, как если бы это были таблетки от кашля.

Лекарства, содержащие селективные ингибиторы обратного захвата серотонина, способны блокировать переработку серотонина [см. стр. 36] и продлить его действие на синаптическом уровне. Эти таблетки врачи прописывают в огромных количествах по всему миру, хотя никто не может объяснить, почему уровень серотонина поднимается после начала лечения и сохраняется после нескольких недель приема лекарства. Оно помогает – и этим все сказано.

Но наука не стоит на месте, и в будущем, скорее всего, появятся новые и лучшие средства [см. стр. 248].

9.2.3. Обсессивно-компульсивное расстройство

Навязчивые действия, мысли и порой даже слова – человек может повторять одно и то же бесконечно. По пять раз проверяет, закрыл ли он дверь квартиры, моет руки по десять раз в час после того, как прикоснулся к чему-либо, думает об одном и том же событии часами – таковы симптомы обсессивно-компульсивного расстройства. По последним данным, им страдают в разные периоды жизни 2,3 % населения земного шара вне зависимости от географии, экономики или пола.

Современные методы поведенческой терапии в сочетании с лекарствами достаточно эффективны. Ученые не сомневаются, что основные причины этого заболевания лежат в области биологии. Весьма показателен случай юного канадца, который в начале 90-х годов прошлого века пытался покончить с собой, выстрелив себе в голову: он чудом выжил, а когда оправился после ранения, обнаружил, что навсегда избавился от проблем с психикой [см. стр. 166].

Очевидно, что эта патология не мешает многим людям, страдающим ею, быть весьма успешными. Примером могут служить проповедник Мартин Лютер, реформировавший хри-

стианскую веру, математик Курт Гёдель, произведший революцию в математической логике, изобретатель Никола Тесла, создавший условия для возникновения современных технологий.

9.2.4. Шизофрения

Путаные, странные мысли, речь, восприятие самого себя и окружающего мира – это шизофрения. Причины ее неизвестны, в основе этого заболевания лежит разбалансировка выработки дофамина, серотонина и глутамата, приводящая к нарушению системы восприятия, ее перегрузке.

Шизофрения часто сопровождается галлюцинациями – зрительными, обонятельными, слуховыми, вкусовыми и осязательными. Некоторые больные верят, что все их мысли внушаются кем-то извне, что самым трагическим образом сказывается на повседневной жизни их и их близких. Шизофрения почти никогда не возникает в детстве или, наоборот, в старости; как правило, она проявляется к концу подросткового периода и развивается постепенно, достигая пика проявлений в 25-летнем возрасте. Мужчины страдают ею чуть-чуть чаще, чем женщины, основные факторы риска имеют генетическое происхождение.

Дополнительно на развитие шизофрении могут повлиять плохие условия жизни: бедность, плохая диагностика, перерывы в лечении из-за нехватки лекарств могут усиливать проявления шизофрении.

По данным ВОЗ, шизофренией страдает около 21 миллиона человек в мире. Ее проявления связаны с уровнем поражения мозга, не всегда препятствуют нормальной жизни; лечение часто приводит к выздоровлению.

9.2.5. Нейродегенеративные поражения

В последнее время средняя продолжительность жизни постоянно растет [см. стр. 230]. Хорошая новость: человечество постепенно привыкает ко все более здоровому образу жизни, улучшается качество диагностики и терапии на государственном уровне. Средняя продолжительность жизни в мире достигла 71 года (68,5 у типа M® и 73,5 у типа F®) [см. стр. 196], хотя разница между странами пока еще весьма велика – в Японии это 83 года, а в Сьерра-Леоне – 50 лет. Однако не следует забывать, что в 1900 году средняя продолжительность жизни равнялась 31 году, а в 1950 году – 48 годам.

Плохая новость: долгая жизнь и успехи медицины привели к тому, что на первый план в качестве причин смерти стали выходить болезнь Альцгеймера и другие виды синильной деменции. В 2015 году они заняли первое место по смертности в Англии и Уэльсе по данным Национальной статистической службы Объединенного Королевства. Медики предсказывают, что эта тенденция вот-вот захватит весь индустриальный мир.

Среди многочисленных типов деменции, вызывающих поражения систем мышления и памяти, вплоть до полного нарушения нормального их функционирования, особо выделяются те, что связаны с истощением церебральных механизмов. На самом деле их вполне можно если не предотвратить, то задержать [см. стр. 231]. Такие нейродегенеративные поражения, как болезнь Альцгеймера (является причиной почти 50 % деменции), болезнь Паркинсона, болезнь Хантингтона, боковой амиотрофический склероз, поддаются лечению и профилактике гораздо труднее. Нейродегенеративные поражения, связанные со снижением уровня сложности нейронной сети, пока остановить невозможно, они сегодня неизлечимы.

Даже будучи сломанным, мозг показывает, насколько он сложен.

9.3. Опровержение распространенных мифов

Работа нашей центральной нервной системы часто окружена досужими мифами, предубеждениями, попадает в научно-фантастическую литературу и кино низкого качества. Пожалуйста, прочитайте внимательно список из десяти главных мифов, касающихся работы мозга, – вдруг вы уже стали жертвой одного из них? Если это имеет место быть, лучше немедленно выбросить антинаучную чушь из головы, это улучшит работу мозга.

Мозг видит мир таким, каков он был и есть. Ну конечно же нет!

Мозг не оправляется после нанесенного ему ущерба – нейроны не восстанавливаются, алкоголь и наркотики их убивают навсегда. Тот факт, что нейроны (в отличие от других клеток организма) рождаются и умирают вместе с их носителем [см. стр. 230], породил веру в то, что нейроны и синапсы суть нечто неизменное. Нет, их судьба совсем даже не predetermined – наоборот, пластичность мозга [см. стр. 87] позволяет деактивировать одни связи и укреплять другие и даже залечивать последствия травмы, создавая кружные пути передачи информации. Доказано, что в гиппокампе (а также, вероятно, в базальных ганглиях) некоторое количество нейронов образуется даже в зрелом возрасте. Снадобья, которые посредством нескольких молекул могут подчинить себе всю систему вознаграждения [см. стр. 159], не продают в мозгу «дыры», как думают некоторые. Алкоголь, который, как каждый знает по своему опыту, взаимодействует с нейротрансмиссией и делает мир веселее, не «убивает нейроны», как считают многие, – они вместе с нами переживают похмелье.

Те, кто используют левое полушарие, склонны к логике, те, кто правое, – к творчеству. Еще в 60-е годы XX века стало известно, что полушария выполняют немного разные задачи, левое больше занято речью, а правое – ориентацией в пространстве. Оба полушария связаны между собой надежным информационным путем, проходящим через мозолистое тело, и мозг функционирует как единое целое. Идея о том, что одни люди рождаются «правополушарными», а другие «левополушарными» и якобы объясняющая склонность одних к математике, а других к творчеству, все еще бродит среди обывателей, но давно дискредитирована в научной среде. Исследование, выполненное в 2012 году, доказало, что творческие идеи вызывают рост электрохимической активности во всем мозге.

Соната для двух фортепиано K448 Моцарта делает умнее всех, кто ее слушает. Эта заметка в 90-х годах прошлого века появилась на первых страницах многих газет мира: якобы интеллектуальные тесты группы малышей заметно улучшались после прослушивания этого произведения, и особенно возрастали способности к пространственному воображению. Однако ни одно исследование так и не смогло повторить результаты этого «эксперимента». Тем не менее в 1998 году в Грузии всем родителям маленьких детей выдали диски с записью, чтобы повысить их интеллектуальный уровень. А некоторые люди по-прежнему верят в «эффект Моцарта» и всерьез цитируют рекомендации.

После двадцати лет наши способности к обучению падают. Это неверно. Некоторые функции мозга достигают расцвета к двадцати годам, другие – к тридцати, как, например, речевые функции, а иные – к сорока. Возмужание и угасание мозга [см. стр. 231] – процесс гораздо более сложный, чем принято думать, поскольку самые разные факторы влияют на разные когнитивные способности.

Кроссворды и sudoku поддерживают мозг в форме. Нет, не совсем так. Различные головоломки или программы, рекламируемые как средство от старения мозга, тренируют

только способности решать кроссворды и головоломки. Это тест на память, но не на интеллект. Решать эти задачки полезно, но они не могут быть панацеей. Постоянное познание нового, желательно вне зоны персонального комфорта [см. стр. 179], вероятно, гораздо эффективнее. В двух словах – умственный труд полезен.

Зеркальные нейроны породили человеческую цивилизацию. В 90-х годах в Пармском университете было установлено, что у обезьян нейроны, отвечающие за моторику, активизируются не только тогда, когда они сами двигаются, но и при виде двигающегося товарища. Именно поэтому эти нейроны назвали зеркальными.

Индийский невролог Вилайяну С. Рамачандран предложил теорию, которая получила широкое распространение. Используя гиперболу как способ обобщения, он предположил, что зеркальные нейроны постепенно превратились в нейроны, отвечающие за эмпатию [см. стр. 150], и создали человеческую цивилизацию. В случае сбоя в развитии, по мнению невролога, они порождают аутизм. Сегодня все еще можно прочесть сентенции типа «зеркальные нейроны заставляют нас плакать во время просмотра фильма» или даже «полезно навещать друзей в больнице – это активизирует наши зеркальные нейроны». Недавние исследования (вовсе не умаляя важности открытия 90-х) установили, что зеркальные клетки являются лишь частью, а не основой весьма сложной нейронной сети, включающей в себя в том числе и процессы эмпатии, и способности к подражанию.

Существуют экстрасенсы, способные читать мысли на расстоянии. Этот миф возник в 30-х годах XX века; люди верят, что существуют некие экстрасенсы, получающие информацию не от органов чувств, но непосредственно с помощью мысли, интуиции, ясновидения, телепатии и даже телекинеза (способность двигать силой мысли предметы).

Наука, человеческая деятельность, направленная на понимание законов природы с помощью экспериментов с повторяемыми и проверяемыми результатами, утверждает, что все это чушь. Увы, в мире достаточно много тех, кто убежден в обратном, причем на достаточно высоких постах. Весьма показательна в качестве примера история группы «психошпионов», организованной в США во время «холодной войны». Они занимались разработкой способов чтения мыслей в военных целях. Об этой истории снят забавный фильм «Безумный спецназ».

Мозг используется всего на 10 %. И этот миф был использован Голливудом в качестве основы для сценария – в фильме «Люси» героиня Скарлетт Йоханссон получает по ошибке огромную дозу ноотропных препаратов [см. стр. 248], и ее интеллект растет не по дням, а по часам буквально, она овладевает телепатией, телекинезом и ментальной телетранспорцией. К сожалению, это всего лишь фантазия. На самом деле мозг загружен на все 100 %, поскольку он отвечает за все стороны человеческого существования – дыхание, сердцебиение, давление, пищеварение, движение, равновесие, мышление, планирование будущего и так далее. Мы можем смотреть телевизор, закусывая печеньем, – это, казалось бы, «ничего неделание» требует серьезной работы центральной нервной системы. Даже во сне наш мозг трудится. Эти мифические 10 % – всего лишь анекдот.

Квантовое сознание. Эта теория возникла благодаря физика Роджеру Пенроузу, который приписал квантовой механике определяющую роль в когнитивных процессах, в том числе и в работе сознания. То есть, согласно этой теории, церебральные функции необъяснимы с помощью законов классической механики, управляющей миром вокруг нас, и могут быть объяснены только с привлечением постулатов квантовой механики, управляющей субатомным миром. Эту гипотезу практически невозможно проверить сегодня, и вероятность, что ее можно будет проверить в будущем, тоже весьма мала. «Если вам кажется, что вы понимаете квантовую теорию... то вы не понимаете квантовую теорию», – пошутил когда-то американский физик Ричард Фейнман. К сожалению, рассуждения физиков породили всевозможные псевдофизи-

ческие байки о «квантовых способностях» и возможностях лечения болезней «на квантовом уровне». Увы...

10. К концу жизни

Любые устройства, которые положено продавать с инструкцией, озаглавленной «Руководство пользователя», имеют срок службы. Некоторые специалисты называют его «плановым сроком старения», намекая на ответственность производителя. Однако наш мозг был запрограммирован самой природой.

К примеру, клетки кожи живут в среднем около месяца. Красные кровяные шарики обновляются каждые три месяца, а клетки печени – каждые полтора года. Только нервные клетки остаются у человека на всю жизнь, они сохраняют до самой старости то, что мы узнали в детстве, и позволяют людям оставаться самими собой на протяжении жизни. Эта потрясающая жизнеспособность делает нейроны настоящими чемпионами выживания!

Только в последние несколько лет было доказано, что представления о том, что ежедневно в мозге отмирают десятки тысяч нейронов, абсолютно неверны. Сегодня известно, что в течение жизни в мозге действительно умирает некоторое количество нервных клеток, однако нарождаются и новые (в частности, в гиппокампе) [см. стр. 64]. Но за долголетие нейронов приходится платить.

Старение затрагивает молекулярную, клеточную, сосудистую системы мозга, изменяет его структуру. Эти механизмы пока недостаточно изучены, хотя уже известно, что на процесс влияют генетическая предрасположенность, образ жизни, изменение уровня гормонов и нейротрансмиттеров, играющих важную роль в процессе запоминания, в моторике и реализации исполнительных функций. Продолжительность жизни увеличивается – и все чаще с возрастом активизируются нейродегенеративные процессы [см. стр. 224].

Утрата синапсов уже в самом начале периода взрослой жизни приводит к постепенному истончению коры мозга. В возрасте между шестьюдесятью и семьюдесятью годами количество серого вещества начинает уменьшаться, особенно в лобных долях коры и в гиппокампе. То же самое происходит и с белым веществом, поскольку миелиновые оболочки аксонов медленно, но верно деградируют.

Мозг пожилого человека производит меньше транснамиттеров и обладает меньшим количеством рецепторов для их приема. Постепенная утрата памяти и склонность к депрессии связаны со снижением уровней дофамина, серотонина и ацетилхолина [см. стр. 36]. К вышеперечисленному добавляются износ сосудистой системы, связанный с повышением давления и риском инсульта (своеобразный вариант русской рулетки – последствия зависят от того, в какой зоне произойдет кровоизлияние) – на этом фоне морщины кажутся ерундой.

Буддисты считают старение одним из четырех испытаний жизни, остальные три – рождение, болезни, смерть. Проблемы накапливаются начиная со второй половины жизни, и совсем не лишним становится к ним основательно подготовиться (подготовиться при этом не значит начать трястись от страха).

Правильно организованная подготовка и продуманная стратегия в рамках здравого смысла [см. стр. 243] могут надолго задержать печальные последствия деградации нервной системы. Начать готовиться врачи рекомендуют загодя, это позволит надолго сохранить бодрость и интеллект.

10.1. Период подготовки

Способность стареть с достоинством – это настоящее богатство, щедрый подарок от хромосом предков. Не случайно биологи упорно ищут ключи от генома тех народностей, у которых продолжительность жизни сто лет – норма. Долгожители часто встречаются, к примеру, в провинции Ольястра на Сардинии, на севере острова Окинава в Японии и на острове Икарिया в Греции.

Ученые надеются найти способ замедлить разрушение теломер, концевых участков 23-й пары хромосом, состоящих из сотен повторений кода TTAGGG (большими буквами генетики обозначают азотистые основания – органические соединения, из которых состоят ДНК и РНК). Теломеры служат защитой для защиты генетического кода во время репликации ДНК, что приводит к постепенному их укорачиванию. Чем медленнее разрушаются теломеры, тем медленнее идет старение. Тот, кто найдет способ сохранить теломеры неизменными, совершит величайший прорыв в области медицины и разрушит государственные пенсионные системы.

Старение – это еще и искусство. Обладание хорошей наследственностью не гарантирует долгой и счастливой жизни, большое значение имеет образ жизни. Долгожители, сохраняющие, как правило, бодрый настрой и трезвый ум достаточно долго, следуют собственным правилам поддержания ментального и телесного здоровья (порой даже неосознанно).

Рекомендации, которые могли бы дать супергерои, прожившие более ста лет, сочетают в себе как достижения науки, так и элементарный здравый смысл и сводятся к пяти простым правилам.

Движение. Почти сразу после рождения мозг и тело (*mens* и *corpore* на латыни) нуждаются в физической активности, чтобы развиваться и нормально функционировать [см. стр. 109]. Прогулки, езда на велосипеде, работа в саду напрямую связаны с продолжительностью жизни. В этой книге мы даже не говорим о фитнесе (это просто замечательная альтернатива неподвижности), но о простом каждодневном движении.

Пожилые обитатели провинции Ольястра, островов Окинава и Икарिया – зон, описанных в книге «Голубые зоны» Дэна Бютнера, исследователя Национального географического общества, изучающего распределение долгожителей на нашей планете, – проходят пешком многие километры в день всю жизнь. Это и привычка, и необходимость. Точно так же и прихожане Церкви адвентистов седьмого дня в Калифорнии, ставшие объектом аналогичного исследования из-за высокой средней продолжительности жизни, каждую субботу своей жизни совершают паломническую прогулку по лесам и полям – для них привычка превратилась в удовольствие.

Таким образом, двигаться надо не тогда, когда стоишь на пороге старости, а всю жизнь. Чем раньше начать, тем лучше.

Питание. Аппетит приходит во время еды, но вслед за ним идут болезни. По данным ВОЗ, в 2014 году в мире было примерно 1,9 миллиарда человек с избыточным весом, треть из них страдают ожирением. Грубо, но правда: жирных долгожителей не бывает. Сообщества, живущие долго, питаются в основном растительной пищей, бедной животными жирами, но богатой микроэлементами, жирными кислотами омега-3 и антиоксидантами (к ним относятся, к примеру, зеленый японский чай или итальянское красное вино *Cannonau sardo*, в котором полифенолов больше, чем в любом другом вине)¹⁴.

¹⁴ Красное вино способствует долголетию, но только если пить его в умеренных количествах.

Исследования на обезьянах показали, что существует прямая зависимость между калорийностью диеты (речь ни в коем случае не идет о недоедании!) и поздним наступлением старения. В питании важное значение имеет не только качество, но и количество, а также потребление жидкости – гидратация [см. стр. 101]. На острове Окинава популярна поговорка, что «желудок надо наполнять на восемьдесят процентов». Конечно, не следует воспринимать этот совет буквально и считать проценты заполнения желудка, гораздо проще следить за количеством калорий, стремясь свести их к умеренному уровню.

Смысл. Социальная модель работа-пенсия, предполагающая резкий переход от занятости к безделью, на самом деле ужасна. Совсем не случайно многие пенсионеры ищут какие-то занятия или пытаются помогать в семье, это дает им ощущение того, что их любят, что они еще нужны. К сожалению, это далеко не всегда позволяет справиться со все ускоряющимся физическим и когнитивным разрушением. В «голубых зонах», где живут долгожители, существует веками освященное уважение к возрасту, пожилые считаются носителями мудрости, поэтому старик играет важную роль в передаче опыта молодым и смысла существования.

Чтобы замедлить собственное старение, важно иметь предназначение – так рекомендует японская философия «икигай». «Ики» буквально означает «жизнь, существование», а «гай» – «результат, плод». Все вместе можно перевести как «причина жить». В японской культуре каждый должен найти собственный «икигай», в соответствии с собственными предпочтениями и способностями, и после окончания работы предаться ему со всем удовольствием и страстью. А по данным Бютнера, жители Окинавы мыслят еще конкретнее: на одном из островов на юге префектуры «икигай» трактуется как «то, зачем я встаю утром».

Никто не даст вам рекомендаций по вашему собственному «икигай», ведь речь идет об индивидуальном выборе. Достаточно запомнить, что хитроумные механизмы нашего мозга устроены так, что одна депрессия провоцирует другую [см. стр. 221] и, наоборот, мотивация подталкивает мотивацию [см. стр. 171]. Смысл жизни в период окончания трудовой биографии (выход на пенсию) и перемен в семье (дети вырастают и уходят) совершенно необходим. Надо найти ответ на вопрос, который каждый задает себе утром: для чего я просыпаюсь? И проснуться в другом качестве.

Социальная жизнь. Известно, что между замедлением старения и вовлеченностью во взаимоотношения с другими людьми существует непосредственная связь. Долгожители часто живут в одном сообществе и вместе занимаются гимнастикой, устраивают совместные обеды и потому знают, зачем просыпаются утром. У них тесные связи с родственниками, детьми, друзьями и соседями. Значительное количество психологических исследований показывает, что участие в волонтерских кампаниях, принадлежность к религиозной общине, культурному или артистическому сообществу, совместное посещение театров и различных досуговых центров заметно снижают негативные тенденции, вызванные в мозгу старением.

На островах долгожителей возраст имеет традиционную особую роль, но в остальной части мира, особенно в городах, он часто становится проблемой. Продолжительность жизни имеет явную тенденцию к возрастанию [см. стр. 224], поэтому стареть с достоинством становится просто императивом для всех. Тот, кто предпочитает изоляцию, вероятно, в будущем вряд ли сможет обойтись без внимания – он ведь создаст проблемы не только для собственного здоровья и ментальных способностей, но и для общества.

Знание. Этот вывод никак не связан с наблюдениями за островными долгожителями. Тем не менее многочисленные исследования показывают, что есть прямая зависимость между уровнем образования и нейронной дегенерацией. Но эта тема заслуживает отдельного обсуждения.

10.2. Учиться, учиться и еще раз учиться

Одно любопытное исследование, проведенное в 1986 году, приоткрыло миру тайны болезни Альцгеймера, самого страшного недуга, связанного со старением. Группа ученых из университета Миннесоты обнаружила старые медицинские карты, заполненные десятки лет назад послушницами Конгрегации сестер нашей госпожи, католического религиозного ордена, в больницах для престарелых. В картах обнаружилась удивительная закономерность – чем выше был культурный уровень пациента, тем меньше у него были заметны проявления болезни.

Получается, что учение и знания являются лучшей профилактической мерой против синильной деменции. Исследователям из США надо бы рекламировать свое открытие на каждом углу! Сегодня, когда к семидесятилетию приблизилось поколение бебибумеров (рожденные между 1946-м и 1964 годом), ВОЗ прогнозирует весьма значительный прирост страдающих болезнью Альцгеймера. Подобное возрастание количества заболевших будет стоить обществу огромных средств, поэтому самой удачной инвестицией в планетарном масштабе было бы срочное вмешательство в образ жизни более молодых поколений¹⁵.

Отчет комиссии Делора (по имени знаменитого председателя Европейской комиссии Жака Делора) в 1996 году всколыхнул мировое сообщество. Документ рекомендовал ввести принципы *lifelong learning* (учеба длиною в жизнь) в школьное образование, обучение не должно, по мнению специалистов, заканчиваться никогда. Суть революционной идеи состояла в том, чтобы создать для человека возможности в любом возрасте развивать свои способности, повышать уровень знаний, выявлять собственные склонности посредством системы образования, базирующейся на «четырех столпах» – «учиться познавать, учиться делать, учиться быть, учиться жить вместе». Эта идея наполнена важным смыслом, экономически очень прогрессивна и базируется, как уже бесспорно доказано сегодня, на научных фактах. И тем не менее осталась утопией.

Наша книга советует воплотить ее в собственной жизни.

Lifelong learning – не значит, что надо до седин окружить себя учебниками, табелями успеваемости и экзаменами. Надо просто постоянно держать в тонусе свои нейроны, синапсы и асконы [см. стр. 24] – это вполне возможно делать по доброй воле и совершенно бесплатно. Надо просто задействовать свойственное всем людям любопытство и задействовать, к собственному удовольствию, поразительную пластичность нашего мозга [см. стр. 87]. Любопытство делает человека более образованным, более гибким работником, а его мозг – более устойчивым к старению.

Старая телевизионная передача, популярная когда-то в Италии и посвященная устранению неграмотности, называлась «Никогда не поздно». Публичная школа, публичное телевидение смогли в свое время устранить позорный социальный дисбаланс. А сегодня современные технологии сделали возможность бесконечного обучения как никогда доступной.

Развлекаться нравится всем – и бодрому тинейджеру, и седому бебибумеру. А *lifelong learning* предполагает именно новую форму развлечения. Свобода выбора предмета для изучения, деятельности, образа жизни и круга общения позволяет найти самое подходящее для конкретного человека. Система вознаграждения [см. стр. 159] с помощью дофамина обеспечит удовольствие от пополнения запаса знаний в новых нейронных модулях.

Можно, к примеру, принять решение в этом году научиться рисовать акварелью, а в следующем году пойти на курсы испанского. Можно освоить игру на бильярде, приготовление блюд китайской кухни, игру на гобое, научиться писать компьютерные программы, читать на

¹⁵ В 2014 году ВОЗ оценила мировые затраты на болезнь Альцгеймера в 607 млрд долларов в год. В эту сумму входит также упущенный доход людей, вынужденных бросить работу ради ухода за больными.

санскрите. Все, что душа пожелает. И не обязательно идти на курсы языков или нанимать учителя танцев. Можно найти массу учебных материалов, видеороликов в интернете, заниматься по скайпу с преподавателем игры на укулеле, брать в электронной библиотеке различные энциклопедии или учебники по всем видам человеческой деятельности – многое из этого доступно бесплатно, вдобавок на устройстве, помещающемся в кармане или сумке.

Самые известные самоучки в истории Сократ и Леонардо, увидев наши возможности, умерли бы второй раз от зависти.

Интернет – всего лишь инструмент, хоть в нем и плещется целый океан информации. Его можно использовать с умом, а можно, скажем деликатно, бездумно [см. стр. 90]. А на самом деле он знаменует собой новую веху в процессе обучения. Вплоть до начала XX века, до того, как был изобретен метод горячего набора для печатных станков, книги были доступны богатым представителям высших слоев общества и религиозных организаций. В XXI веке барьеры, мешающие воспроизведению информации, а значит, и обучению, больше не существуют. Поэтому сегодня самый подходящий момент вступить на тропу *lifelong learning* – и не сходить с нее до самого конца.

10.3. После жизни

Наш мозг состоит из биологических материалов и разрушается после смерти до полного исчезновения. Это не очень приятно знать, но его содержимое исчезает в течение нескольких секунд после конца. Сегодня, однако, ученые задумываются о том, как не потерять содержимое этого самого удивительного хранилища информации на нашей планете после смерти носителя.

В предвкушении того, что технологическое развитие позволит людям делать копии содержимого мозга [см. стр.], хорошо бы записывать самые интересные и значимые события жизни для тех, кто обязательно заинтересуется ими – для наших внуков.

У каждого мозга есть своя история, уникальная и неповторимая, и она часто остается секретом. Кому не понравится прочесть дневники своих дедушки и бабушки? О чем они думали? Что их беспокоило и радовало? Тем более дневник дальнего прапрадедушки?

Дневник можно создавать в самых разных форматах – кроме ведения тетради можно записывать впечатления на аудио и видео, тем самым повышая эмоциональное воздействие записей. Хотя видео может вызвать и нежелательный эффект. По этой причине рекомендуется именно писать дневник и иллюстрировать его старыми фотографиями.

А если вы в течение последних лет вели дневник в виде постов в Facebook, Twitter и Instagram, возможно, и этого вполне достаточно, и потомки скажут вам спасибо.

11. Обновления

Устаревший компьютер можно обновить, увеличив тем самым скорость его работы, – поменять центральный процессор на более современный, расширить оперативную и добавить встроенную память, установить новое программное обеспечение. Для биологического компьютера в нашей голове таких способов не существует, однако не стоит думать, что биология слабее современной электроники.

Наша центральная нервная система владеет собственными методами автосборки, подключения, реструктуризации, в некоторых ситуациях может сама себя починить и эволюционировать. Она обладает всеми возможностями для встраивания дополнительных нейросетей в собственную когнитивную систему, повышения управляемости установленных приложений, может замедлить устаревание деталей и обеспечить весьма длительную бесперебойную работу. Компьютерам и не снились подобные возможности.

Все, что вызывает необходимость выйти из привычной зоны комфорта (например, правше начать чистить зубы левой рукой) [см. стр. 179], создает новые синаптические связи и совершенствует моторику и когнитивный контроль.

На этом пути можно достичь успехов куда более значительных, чем чистка зубов не той рукой. Можно расширить возможности памяти, добавить новые нейронные связи путем изучения экзотического языка, обогатить внутреннюю жизнь с помощью медитации и развития чувства доверия к миру.

А можно и обмануться, используя церебральные допинги.

Медикаменты и пищевые добавки используются сегодня довольно широко для повышения когнитивных способностей, внимания – порой это даже сказывается на здоровой конкуренции в коллективе, среди студентов или коллег по работе. Понятно, что это результат примитивного понимания значения интеллекта представителями биологического вида, достаточно умного, чтобы понять важность разума, но недостаточно сообразительного, чтобы им правильно воспользоваться.

11.1. Развитие памяти

Прогресс, создав автомобили, скутеры и лифты, сделал необходимым и создание тренажерных залов и фитнес-клубов. Технология привнесла в человеческое существование скорость и комфорт, но при этом лишила его мускульного напряжения, движения, которое было повседневной практикой в течение тысячелетий [см. стр. 109].

Что можно сказать о памяти? Это фундаментальный дар эволюции виду *sapiens*. Она сохраняет не только каждодневные бытовые (что годится в пищу, от кого лучше держаться подальше) и социальные навыки (так называемая устная традиция), но и позволяет расширять культурный багаж и знания, необходимые для создания нового на базе старого. Она помогает нашему мозгу взаимодействовать с мозгом других людей. Мифы доносят до нас отзвуки гениальных способностей героев прошлого – легенда о персидском царе Кире рассказывает, что он знал по именам всех своих воинов. Джованни Пико Делла Мирандола, итальянский мыслитель эпохи Возрождения, уже в молодом возрасте славился энциклопедическими знаниями. Во времена античности и Средневековья хорошая память имела огромное значение и позволяла достичь высот в обществе.

Когда же цивилизация начала издавать книги массовыми тиражами, ситуация изменилась – больше не нужно было запоминать наизусть каталоги растений, формулы и таблицы химических элементов, достаточно было взять справочник или учебник. Во времена Цицерона и других античных мудрецов «память имела гораздо большее значение и была весьма уважаемым достоинством», отмечал еще в XVIII веке Дэвид Юм, шотландский философ.

А три века спустя, с появлением смартфона, стало совершенно бессмысленным даже запоминать номера телефонов – в смартфоне можно сохранить время и место встречи, адреса, список дел и вызывать все данные на экран по мере надобности, можно записать имена певцов или политиков и не мучиться, их вспоминая. Технология *bluetooth* соединяет владельца с его автомобилем – не надо помнить, где он был запаркован.

Многие пользуются виртуальными помощниками, откликающимися на голос и выдающими по первому требованию расписание матчей или «как называется та песня, та-та-та, ту-ту, та...». Ученые предсказывают, что к 2020 году каждый человек будет подключен в среднем к 6,5 цифровым устройствам одновременно (так называемый «интернет вещей»), включая термостаты, телекамеры, часы и очки. Что же станет в этом изобилии электронных запоминающих устройств с биологической памятью? А через сто лет?

Сегодня уже намечается нехорошая тенденция пожимать плечами при решении более или менее сложной учебной задачи: «А, у меня плохая память, я не могу». Еще неприятнее миф о том, что запоминание чего-либо отнимает место в мозгу у других важных сведений, хотя все с точностью до наоборот [см. стр. 83]. Память – одна из самых необычайных функций мозга, и она лежит в основе обучения [см. стр. 179], ее активное использование способствует хорошему психофизическому состоянию и замедлению старения [см. стр. 235].

Не так уж важно, что и в каких количествах запоминать, это решает только ваш собственный мозг. Важно – как запоминать.

Те, кому довелось ходить в школу в Италии, Китае, Индии, Японии, Бразилии или Турции (и в нескольких других странах мира), вспоминают, как их заставляли учить стихи наизусть. Это упражнение, конечно, позволяет развить навыки механического запоминания молодого пластичного мозга, однако это совершенно неэффективный метод развития памяти. Неэффективный, поскольку работает не в соответствии с механизмом памяти, во всяком случае, с той его частью, которая сегодня изучена более или менее хорошо. Заучивание наизусть скучно, не способствует пониманию, не вызывает ассоциаций с другими знаниями, и со временем все заученное улетучивается.

Если вы хотите выступать с чтением «Божественной комедии» Данте или играть «Хорошо темперированный клавир» Баха без нот, не стоит механически часами повторять одно и то же. Нужно использовать методы, опирающиеся на внимание, глубинное понимание значений (слов или аккордов) и последовательность ассоциаций, которые помогают устанавливать нейронные связи в соответствии с последовательностью слов и звуков. Любопытно, англичане для обозначения понятия «наизусть» используют выражение *by heart* – буквально «сердцем». Правильность этого выражения подтверждается жизненными наблюдениями: без увлеченности, личной заинтересованности в предмете, чего-то большего, чем просто внимание, запоминание идет куда как труднее.

На книжном рынке сегодня можно встретить массу книг о мнемонических техниках, реклама зазывает на курсы, обещающие обучение способам запоминания – об их эффективности судить трудно, поскольку результаты не очень заметны. Если бы мы просто отбросили всевозможные предубеждения о возможностях собственной памяти, толку было бы гораздо больше. Память – это не мышца, которую можно натренировать с помощью кроссвордов, как утверждают некоторые [см. стр. 225], а сложный процесс, в который вовлечены электрохимические реакции, происходящие между синапсами и аксонами. То же самое – пластичность мозга. Поэтому каждый может иметь память, которую хочет [см. стр. 83].

Для увеличения объема памяти компьютера достаточно десяти минут. Для увеличения человеческой памяти достаточно бережно сохранять то, что уже хранится в мозге, и добавить информацию, набранную за годы учебы. Забытые телефонные номера и адреса было бы хорошо заменять чем-то другим, по вашему выбору. Например, выучить все тексты песен «Битлз», все элементы периодической таблицы Менделеева, все мировые столицы – выбор бесконечен.

Американский журналист Джошуа Фоер, после того как взял интервью для статьи в «New York Times» у мировых чемпионов по запоминанию, решил проверить на себе их рекомендации. У истории, которую он рассказал в книге «Эйнштейн гуляет по Луне. Наука и искусство запоминания», счастливый конец.

Чтобы выучить наизусть сложные стихи, рекомендуется не повторять строки механически, а использовать систему ассоциаций, зрительных или эмоциональных. Немецкий мнемонист Гюнтер Карстен рекомендовал журналисту закреплять в воображении ключевое слово, причем как можно более абсурдное или смешное, – это повышает эффективность запоминания. Коринна Драшл, чемпионка по интеллектуальным играм, рассказала, что всегда использует ассоциации с различными сильными чувствами (возможно, поскольку у нее мозг типа F®) [см. стр. 196].

Фоер признался, что, в конце концов, использовал метод, известный еще во времена Античности, в Греции, и получивший название «Дворец памяти». По сути, метод предлагает выбрать в воображении большое, хорошо знакомое помещение, например бабушкин дом в деревне, и, переходя в уме из комнаты в комнату, «разложить» на диване, на столе и на печке различные воображаемые предметы, ассоциирующиеся с последовательностью слов или цифр, которую надо запомнить. Благодаря этой древней практике Фоер выиграл в 2006 году чемпионат США по запоминанию. Журналист тренировался всего год и научился запоминать за 1 минуту 40 секунд последовательность из 52 игральные карты.

Кто сможет утверждать, что объем человеческой памяти ограничен?

11.2. Развитие способностей мозга

Самое важное условие – следовать рекомендациям упражнять регулярно мозг и поддерживать его церебральное здоровье. Вы можете быть каким угодно умным, но без нормального питания, гидратации, сна и движения ваш мозг заржавеет, как двигатель внутреннего сгорания без смазки [см. стр. 111].

При условии соблюдения режима повысить интеллектуальные возможности и способности, а также затормозить старение можно несколькими способами [см. стр. 231].

Чтение. Интернет совершил исторический переворот в распространении информации и создал невиданные возможности для получения знаний, информация стала доступной для всех практически в бесконечном объеме [см. стр. 179, 235]. Однако у любого явления есть обратная сторона – в сети можно найти невиданные возможности для развлечений [см. стр. 175].

В 2008 году в ежемесячнике «The Atlantic» была опубликована статья «Делает ли Google нас глупее?». Писатель Николас Карр поднял тему, которая вызывает беспокойство у многих. Гипотезы о том, что гиперссылки в интернете рассеивают внимание и подавляют способность концентрироваться, давно беспокоят специалистов. Исследования механизмов формирования привычек и зависимостей показывают, что пластичность нейронных сетей не всегда оборачивается положительной стороной. В книге «Пустышка. Что интернет делает с нашими мозгами» («*The shallows: what the Internet is doing to our brains*») Карр выразил мнение, что длительное и вдумчивое чтение становится гораздо менее привлекательным для людей, привыкших к постоянному перескакиванию со ссылки на ссылку.

А что об этом думает ваш мозг? Прочитал ли он за последние годы хотя бы парочку книг от корки до корки с увлечением? Или ему больше нравится скакать галопом по ссылкам, зависать в социальных сетях, иногда заглядывая в Википедию? Предлагаем задуматься...

Книга, в какой угодно форме, на бумаге или на экране ридера, способствует формированию архитектуры мышления, «медленных» мыслей. Гипертекст в стиле Википедии способствует образованию быстрых ассоциаций между разными видами информации. Книга, любая, несет отпечаток авторитета автора и издателя. Гиперссылка, наоборот, предполагает умение делать выбор и оценку качества и надежности источников: неумение оценивать данные топик пользователя в ядовитом море фейковых новостей, фальшивых данных, которые уже доказали свою токсичность, отравив идеи демократии и проникнув в мир международной дипломатии.

Стратегия, расширяющая границы разума, весьма проста и состоит всего из трех пунктов: читать, читать, читать. Чтение полезно для синапсов, как в детстве, так и в пожилом возрасте.

Медитация. Еще один прекрасный способ повысить церебральные возможности, внимание и концентрацию – медитация. Этот термин пришел к нам всего несколько лет назад, но он имеет тысячелетнюю историю и происходит из буддийских практик. Медитация заключается в концентрации внимания на состоянии «здесь и сейчас», надо попытаться почувствовать свое тело, давление стоп на пол, дыхание, утекающие мысли и ощутить мгновение во всей его полноте.

Прошло уже почти десять лет, как медитация стала одним из общепризнанных методов лечения тревожности и депрессии, исследователи изучают ее влияние на проявления симптомов других заболеваний. Ее воздействие опробовано в школе, в спортивных клубах и в армии и дало хорошие результаты – медитация повышает успеваемость, спортивные результаты, улучшает психофизическое состояние. В 2016-м и первой половине 2017 года в мире было опубликовано 7820 страниц научных текстов, посвященных влиянию медитации на мозг. Многочисленные англоязычные сайты, посвященные этой практике, имеют миллионы подписчиков.

Огромное количество разнообразных курсов, школ, студий практикуют медитацию и обучают ее технике, так что любой может выбрать подходящие занятия (можно найти даже бесплатные).

Результаты магнитно-резонансного сканирования показывают, что после восьми недель медитативной практики миндалевидные тела (ответственные за страх) [см. стр. 63] снижают активность, кора головного мозга утолщается [см. стр. 70]. Медитация снижает уровень стресса и повышает способности к концентрации внимания.

В идеале практика должна быть ежедневной. Чтобы достичь результатов, надо в расписании дня выделять на медитацию небольшой отрезок времени, всего несколько минут, но каждый день; отбросить все посторонние мысли, сосредоточиться на настоящем. Суеда и десять дел одновременно на время медитации объявляются не существующими.

Музыка. Влияние музыки на мозг – волшебная, поразительная вещь. До сих пор неизвестно, почему нам нравится музыка. Эволюционных причин этого пока никто не обнаружил (она не нужна ни для выживания, ни для размножения). Однако красивая песня или звуки квартета арф вызывают выброс дофамина и подавляют выработку кортизола [см. стр. 125]. От прослушивания сонаты Моцарта вы не станете умнее [см. стр. 225], однако психологические исследования, сопровождаемые магнитно-резонансным сканированием, показывают, что музыка способствует церебральной активности.

Благодаря нейрохимическим эффектам музыка помогает улучшить настроение, отдохнуть, порой даже сконцентрироваться. Сотрудники, которые могут выбирать, какую музыку слушать во время работы, показывают большую продуктивность. Прослушивание музыки – одно из любимых человеческих занятий, оно активизирует сразу несколько церебральных структур: человеку надо различать тона, звуки, ритмы, ощущать гармонию. Сегодня уже не обязательно для прослушивания музыкального произведения куда-либо идти, как это было раньше, – почти вся музыка доступна в цифровом виде, в любом месте, и человечество сегодня слушает всевозможные произведения в объемах, превышающих все мыслимые пределы прошлого.

Игра на музыкальных инструментах позволяет заметно расширить возможности мозга. Доказано, что музыкальное образование в детстве (важный период развития мозга) повышает способности к языкам и к логическим рассуждениям, изменяя системы слуха, моторики и сенсорной моторики. Научные исследования показали, что существует разница между когнитивными способностями, структурой и функциональностью мозга музыкантов и нем музыкантов, однако пока абсолютно строго связать эту разницу с практикой игры на музыкальном инструменте не удалось.

Лучше всего, конечно, начать заниматься музыкой в детстве. Тем не менее в зрелом возрасте эти занятия хоть и сопряжены с большими трудностями, но приносят не меньшее удовольствие и не меньшую пользу. Если вы в детстве ходили в музыкальную школу, не стоит, окончив ее, вешать инструмент на гвоздик – те результаты, которых достиг ваш мозг во время занятий, не заслуживают небрежения, игра на инструменте может по-прежнему приносить свои плоды.

Язык. Способность говорить более чем на одном языке, несомненно, дает огромное преимущество в жизненном соревновании, особенно в нашем глобальном мире. По некоторым данным, билингов сейчас в мире уже больше, чем монолингов. В большинстве европейских городов люди говорят как минимум на двух языках. Индия признала официальными на своей территории двадцать три языка. В Мумбаи или Калькутте нередки семьи, в которых говорят на пенджаби с родственниками мамы, на хинди – с родственниками папы, и по-английски – с собственными детьми. Наука считает, что это просто прекрасная тренировка для мозга, повышающая его пластичность [см. стр. 87].

Самое подходящее время для изучения языков – конечно, детство [см. стр. 97]. С самого младенчества дети способны одновременно усвоить три языка – папы, мамы и тот, на котором

говорят в детском садике. Если даже потом ребенок не будет пользоваться каким-либо из этих языков, он будет все равно понимать других людей лучше и легче осваивать фонемы других языков. Однако доказано, что мозг взрослых, которые изучают второй или третий язык, тоже становится пластичнее (хотя взрослый, конечно, тратит значительно больше усилий) в областях, никак не связанных с родным языком.

Различные исследования показали, что когнитивные способности билингвов выше не только в сфере лингвистики. А уж освоить третий или даже четвертый язык им гораздо легче, чем монолингвам. Если бы это было не так, не существовали бы такие феноменальные личности, как полиглот Эммануэле Марини, сотрудник администрации Милана, бегло говорящий на шестнадцать языках.

Тот, кому повезло родиться билингвой, должен благодарить судьбу – он может в детстве смотреть мультики и комиксы на языках оригиналов. А если ему повезет вырасти мудрым и зрелым, он использует данное ему с рождения преимущество для расширения возможностей мозга.

Благодарность жизни. Конечно, нам всем очень повезло. Жизнь сама по себе счастье, и в наш мозг от природы заложена стратегия достижения успеха. Это было доказано с помощью нескольких экспериментов. Во время одного из них группу молодежи попросили внести в свое расписание время для размышлений о том, кого или что они хотели бы поблагодарить за позитивные моменты в своей жизни. Другой группе предложили сделать то же самое, но с обратным знаком – вспоминать все обиды дня, а третья группа стала контрольной. Несколько недель спустя у первой группы повысились уровень внимания, энтузиазм и настроение по сравнению с двумя другими группами. Благодарность миру положительно влияет на здоровье, а испытываемая регулярно, улучшает взаимоотношения с окружающими.

«Спасибо жизни, – поется в песне знаменитой аргентинской певицы Мерседес Соса, – что она мне подарила столько хорошего». Хотя позитивная психология может показаться немного странной и не очень действенной, доказано – она работает [см. стр. 140]. Принять свою жизнь, отказаться от нытья и жалоб – эффект этого решения длится достаточно долго и имеет тенденцию к самовоспроизведению, тогда как жалобы могут привести к депрессивным тенденциям. Благодарность придает жизни светлую нотку. Конечно, речь не идет о том, чтобы закрыть глаза на проблемы и трудности, но о том, чтобы видеть в жизни положительные моменты.

Это не трудно сделать – достаточно почувствовать благодарность миру за ту красоту, которую он нам открывает, и за то, что нам дан мозг, который способен ее увидеть и почувствовать.

11.3. Волшебные молекулы для мозга

Вещество NZT-48 – удивительное средство, способное повысить потенциал мозга. Оно увеличивает в десятки раз способности своего изобретателя. Как вы, наверное, догадались, речь идет о фильме «Области тьмы», собравшем 236 миллионов долларов в прокате. Главные роли в нем сыграли Бредли Купер и Роберт Де Ниро. Фильм рассказывает о писателе-неудачнике, ставшем гением благодаря случайно съеденной фантастической пилюле. Успех фильма показал, что мечта о том, чтобы стать гением за секунду, не чужда многочисленным зрителям всего мира.

Лекарства, повышающие когнитивные способности мозга, называются ноотропами. Конечно, ни одно из них не обладает качествами голливудской пилюли, однако они уже стали явлением коммерческого и культурного плана. Культурного – поскольку их поглощают в пугающих количествах студенты самых знаменитых американских университетов и сотрудники самых известных предприятий Силиконовой долины. Большое количество предложений по покупке подобных средств в интернете свидетельствует о коммерческом успехе.

Конечно, молекула молекуле рознь. Самые мощные и эффективные лекарства подобного рода требуют обязательного назначения врача, однако, к сожалению, их производят и используют часто нелегально, воспроизводя состав более или менее точно и нанося большой ущерб фармацевтической индустрии. Это не только вопрос корпоративной или университетской этики – это прямая угроза здоровью.

Например, вещество метилфенидат в некоторых странах было зарегистрировано как лекарственное средство «Риталин» и используется для лечения нарушений внимания при синдроме СДВГ [см. стр. 175], особенно у детей. Препарат широко применяется в США (в Италии он тоже является зарегистрированным лекарственным препаратом, однако в России, Финляндии и целом ряде стран – нет). В инструкции по применению этого лекарственного средства написано, что «Риталин» улучшает внимание и концентрацию, повышает потенциал мозга при решении сложных или повторяющихся задач. Другой препарат, «Аддерал» (в Италии и в России он не зарегистрирован в качестве лекарственного средства), в некоторых странах прописывают пациентам с СДВГ и нарколепсией, однако порой его нелегально используют для повышения производительности труда, в качестве допинга в сфере профессионального спорта и даже для повышения потенции. Он вызывает прилив сил и даже эйфорию.

Эти препараты могут принести огромный вред. Помимо всевозможных побочных эффектов их длительное использование в высоких дозах легко приводит к привыканию и возникновению сильной физической и психической зависимости. «Аддерал» был запрещен к продаже в Италии, поскольку он был классифицирован как вещество, содержащее амфетамины. Сейчас препарат запрещен практически во всем мире.

На рынке можно встретить не только ноотропные медикаменты, использующиеся без медицинского назначения. Например, модафинил (известный под коммерческим названием «Провигил»), согласно инструкции, помогает от депрессии, но его используют и от кокаинового абстинентного синдрома. Препараты, которые прописывают при болезни Альцгеймера, улучшают когнитивные способности – например, в Европе по рецептам продается пирацетам (известный под названиями «Луцетам» или «Ноотропил»), который был запрещен в США, поскольку его использовали не по назначению, а для стимулирования нервной деятельности.

Помимо лекарственных препаратов для повышения потенциала мозга существуют пищевые добавки – они не требуют рецепта врача, и их можно приобрести достаточно свободно. Например, в Италии можно найти вещество, на жаргоне именуемое *stack*, что переводится как «куча», «стопка». Якобы это пилюля, в которой собраны разнообразные природные или производные от природных ингредиенты, способна улучшить когнитивные процессы. В июне 2017

года, введя в строку поиска «ноотропы» на итальянском сайте Amazon, можно было обнаружить около дюжины пищевых добавок, а на американском Amazon их было более семи сотен, и глаза разбегались между Mind Matrix, Neurofit, OptiMind и еще сотней подобных же названий.

Реклама в Сети утверждает, что пищевые добавки помогают достичь выдающихся результатов, однако специалисты полагают, что их влияние на функционирование центральной нервной системы не столь драматично, как действие пилюли из фильма. Эффект не очень ощутим, хотя те, кто использует, уверяют, что результат накапливается со временем. Увы, но препараты с эффектом NZT-48 пока не существуют.

Это не значит, что фармацевтическая индустрия, способная инвестировать сотни миллионов долларов в синтез одной-единственной молекулы, не рассчитывает в один прекрасный день приблизиться к коллективной мечте создателей и зрителей «Областей тьмы» и создать вещество, не обладающее побочными действиями в виде зависимости.

Это была бы волшебная таблетка, способная принести баснословный доход. Ведь даже такие простые ноотропные вещества, как кофеин и никотин, приносят не один миллиард долларов в год.

Остается только немного подождать...

12. Версия будущего

Наше руководство, как и любое другое руководство пользователя, не должно содержать информацию о будущих версиях описываемого устройства. Однако, если быть искренним, помечтать о будущем очень хочется, хотя главная трудность таких прогнозов состоит в том, что угадать будущее – одна из самых трудных, практически невозможных вещей на свете. Автор учебника об интеллекте не может быть столь глуп, чтобы рассказывать о версиях интеллекта будущего.

Тем не менее, несмотря на свои собственные опасения, мы позволим себе некоторые размышления о том, что могло бы случиться с разумом в будущем. Только размышления – ни в коем случае не предсказания.

До сегодняшнего дня мозгу потребовались сотни миллионов лет для того, чтобы у предка-рептилии появился такой потомок, как Леонардо да Винчи; при такой же скорости развития нам не стоило бы ждать ничего особенного в ближайшие сто-двести лет. Однако благодаря развитию науки – неврологии, генетики, микро- и наноэлектроники – перспектива резкого возрастания возможностей мозга, появления генно-инженерных методов лечения дегенеративных изменений в мозге и думающих машин, чьи интеллектуальные способности превзойдут человеческие, кажется уже почти реальной. И неизбежной.

Четверо известнейших ученых, среди которых был Стивен Хокинг, подписали публичное обращение, которое гласит: «Не существует физического закона, который бы препятствовал элементарным частицам организоваться для расчетов, гораздо более сложных, чем те, что выполняет человеческий мозг». Обращение предупреждает: существует риск создания в один прекрасный момент интеллекта, настолько превосходящего человеческий, что люди станут не нужны.

Однако наступит ли это вот-вот или у нас еще есть время подготовиться?

12.1. Нейротехнологии

Далекое прошлое. Мы можем оставить без внимания методы изучения мозга в Античные времена и в Средние века. Неврологи получили возможность отложить жуткие дрели и ножовки для распиливания черепа только после появления электродов, придуманных Луиджи Гальвани в XVIII веке.

История неврологии как науки началась в 1924 году, когда была сделана первая электроэнцефалограмма мозга: неинвазивная технология позволила понять, что происходит в живом мозге. С помощью электродов, установленных на голове, были открыты нейронные осцилляции, получившие название церебральных волн [см. стр. 26]. Почти век спустя эта технология продолжает использоваться в неврологических исследованиях и медицине, хотя, конечно, в усовершенствованном виде.

Недавнее прошлое. Настоящий качественный скачок произошел в 70-х годах, когда были совершены многочисленные изобретения и нейротехнологические открытия. В качестве примера можно привести компьютерную осевую томографию (КТ), использующую рентгеновские лучи для послойного фотографирования мозга и создания его трехмерной модели. В самом начале этот процесс занимал три часа, теперь он длится несколько минут. С этим методом соперничает магнитно-резонансная томография (МРТ), которая регистрирует собственные электромагнитные поля и волны мозга и создает картину его анатомических особенностей. Позитронная эмиссионная томография (ПЭТ), придуманная два десятка лет назад, наконец стала реальностью: с помощью контрастного состава можно наблюдать различные физиологические функции тела, не только мозга, в реальном времени. А с помощью магнитоэнцефалографии (МЭГ) можно нарисовать карту мозга – она использует столь чувствительные магниты, что они регистрируют малейшие колебания поля, вызванные церебральной активностью. Таким образом, еще недавно примитивный, сегодня арсенал неврологов позволяет заглянуть в тайны мозга даже без электродов, не говоря уж о ножовке и сверле.

Настоящее. Развитие компьютерной техники, подготовленное еще в конце XX века и реализованное в последние десятилетия, привело к революции в области неврологии, совершившей массу открытий всего за несколько лет. Новые технологии непрерывно совершенствуются благодаря все увеличивающимся возможностям микропроцессорных устройств. КТ перестала быть осевой, ПЭТ превратилась в ОЭКТ (однофотонная эмиссионная компьютерная томография), МЭГ стала намного более чувствительной и детальной.

Настоящей звездой на небе нейронных исследований стало магнитно-резонансное сканирование, когда к нему добавилось словечко «функциональное» (фМРТ) – оно способно в реальном времени построить трехмерную модель самых активных отделов мозга, то есть тех, которые в данный момент наиболее насыщены кислородом. Метод показывает, куда движется кровь, несущая жизненно важное вещество. Большинство открытий, перечисленных выше, были сделаны благодаря этой технологии в сочетании с другими методами.

Каждая из технологий нейровизуализации имеет свои достоинства и недостатки, но ученые стараются опираться в своих выводах на комплексные исследования. Например, МЭГ дает разрешение с точностью до десяти миллисекунд, а фМРТ позволяет регистрировать картину мозга каждые несколько сотен миллисекунд: используя их вместе или последовательно, специалисты видят более точную картину изменений в мозге. Возможно, в будущем эти технологии покажутся примитивными, но сегодня они производят впечатление фантастики, творящейся у нас на глазах. Например, фМРТ уже начали использовать в некоторых следственных мероприятиях, чтобы определить степень осознанности действий (а значит, и виновности) опасных преступников.

Будущее. Нейротехнологии появились в зачаточном состоянии менее века назад и сделали гигантский шаг вперед. В будущем может появиться то, что расширит возможности нашего мозга.

Воображение подсказывает футуристические картины с микрочипами, внедренными под кожу для управления мозгами, или с внутрочерепной стимуляцией способностей – пусть не в таком виде, как в кино, но на самом деле все это существует. **Нейронные имплантаты**, соединяющие мозг с компьютером, уже вживляют пациентам с тяжелыми формами эпилепсии, чтобы тормозить активность в определенных участках мозга, или инвалидам, которые управляют таким образом искусственной частью тела. **Транскраниальная магнитная стимуляция** (ТМС) способна регулировать возбудимость нейронов без хирургического вмешательства и используется в лечении тяжелых депрессий или нейродегенеративных синдромов¹⁶.

Сегодня, для того чтобы установить человеку неврологический имплантат, нужно физически проделать отверстие в голове. К такой процедуре вряд ли прибегнет человек, не страдающий тяжелой формой эпилепсии, амнезии или паралича. Однако быстрое развитие технологий позволяет предположить, что в течение ближайших трех десятков лет мы сможем увидеть нечто совершенно невероятное. Технологии не стоят на месте и бурно эволюционируют.

Вначале экспериментальная пара компьютер-мозг с общим интерфейсом может быть весьма примитивной, ей придется преодолеть ряд проблем и противоречий. Однако постепенно система начнет совершенствоваться, пока не достигнет уровня коммерческого внедрения. И с этого момента, по мере смены версий, биоэлектроника станет надежным способом лечения патологий, улучшения памяти и даже настроения.

Ученым предстоит длительная и трудная работа по созданию этих новых технологий. И хотя в течение последних ста лет человечеству удалось создать невиданные доселе инструменты и методы, оно еще весьма далеко от глубинного познания структуры, связей и функций мозга. Достаточно вспомнить человеческий геном, который был расшифрован пятнадцать лет назад: значительная часть генов уже исследована, и их задача стала понятна, но до сих пор еще полно тех, чья функция непонятна и загадочна. При этом не следует забывать, что геном содержит генетическую информацию одного-единственного человека и различия между геномами играют собственную, весьма важную, но тоже пока таинственную роль.

Сегодня перед учеными стоит задача дешифровки **коннектома**, то есть структуры всех связей в нервной системе организма. Этот вопрос настолько важен для науки, что в США была запущена программа Brain Initiative, а в Европейском союзе – Human Brain Project. Сроки обеих программ рассчитаны на десять лет, к ним привлечены специалисты самых разных областей знаний, финансирование идет сразу из многих источников. В результате предполагается создать нечто вроде атласа мозга. Однако специалисты уверены, в большей или меньшей степени, что даже после завершения амбициозных программ мозг по-прежнему останется загадкой.

В этой книге мы не будем рассматривать далекое будущее, в котором наши праправнуки будут записывать содержание своего мозга в совершенно невообразимый компьютер и, как в уже появившихся фантастических романах и сериалах, смогут в нем жить (если никто не выдернет вилку из розетки, конечно). К этому моменту можно будет разморозить мозги тех экс-миллиардеров и экс-оптимистов, которые еще с 90-х годов прошлого века лежат в морозильных камерах в надежде, что в один прекрасный день технология достигнет таких высот, что сможет вернуть их к жизни, поумневшими и посвежевшими. Все может быть, но это все слишком отдаленное будущее, чтобы можно было достоверно о нем рассуждать.

¹⁶ Разработан также метод транскраниальной стимуляции постоянным током (ТСПТ), он позволяет воздействовать на отдельные области мозга электрическим током. В интернете можно даже встретить предложения о продаже аппаратуры, позволяющей улучшить работу мозга, однако последствия применения этого метода еще недостаточно изучены, к тому же этот метод никак нельзя назвать «неинвазивным».

Что касается ближайших тридцати, даже шестидесяти лет, можно с уверенностью сказать, что научные коллективы, занимающиеся расшифровкой структуры человеческого мозга во всей его невероятной сложности (мозгом занимается в том числе и Управление перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США, сокращенно DARPA), неизбежно откроют пути к созданию новых мощных и перспективных нейротехнологий и столкнутся, скорее всего, со сложнейшими этическими вопросами.

Даже с точки зрения тех ограниченных знаний, которыми мы обладаем сегодня, вполне можно утверждать, что уже ничто не сможет остановить рукотворную эволюцию разума. И это будет воистину исторический upgrade (4.3.8) прежней версии системы [см. стр. 23].

12.2. ГММ (Генетически модифицированный мозг)

Тысячи лет назад вид *Homo sapiens* начал вмешиваться в генетику, выводя разные сорта растений или породы животных. Микроскопические соцветия мексиканского растения теосинте благодаря усилиям многих поколений крестьян превратились в массивные и калорийные початки кукурузы. Чихуахуа, порода самых мелких в мире собачек, тоже появилась не сама собой, а благодаря усилиям селекционеров, начинавших когда-то давным-давно работать с волком.

Десятилетия назад вид *Homo sapiens* начал проникать в генетику поглубже – в 1953 году был открыт код из азотистых оснований АТСГ (аденин и тимин, цитозин и гуанин), составляющих сложную молекулу дезоксирибонуклеиновой кислоты, то есть ДНК. В 1994 году на американском рынке начались продажи первых генетически модифицированных помидоров, которые дольше не портились. В 1996 году был клонирован первый представитель млекопитающих, овечка Долли. В 2001 году был впервые расшифрован геном человека, состоящий, как оказалось, из 3.088.286.401 пар азотистых оснований. На расшифровку было потрачено почти 3 млрд долларов, а в 2017 году эта процедура стала устоявшейся практикой и стоит не более тысячи.

То, что может произойти в ближайшие век-два, даже трудно себе представить. Случиться может все что угодно – пишутся мрачные сценарии на эту тему. Новое международное движение **трансгуманизм** обещает будущее в более радужных тонах: новые методы и технологии будут использоваться для увеличения продолжительности жизни и даже для создания постчеловека, чьи способности будут кардинально отличаться от способностей современных людей.

Однако на пути этого будущего, несомненно, человечество столкнется с серьезными этическими проблемами. Речь идет об одном из крупнейших вызовов на пути развития человечества – история человеческого любопытства показывает, что, если что-то можно сделать, кто-нибудь это обязательно сделает.

Достаточно вспомнить оптогенетику – нейротехнологию, возникшую совсем недавно. Невозможно поверить, что кто-то воплотит в жизнь предположение Френсиса Крика: «световой сигнал идеален» для контроля нейронов. Соавтор модели ДНК написал это в 1999 году. Открыв магнитное поле и электричество, наука обнаружила способ влиять на внутренние области мозга, однако не на отдельные нейроны. Это удалось оптогенетике.

Для исследования из водорослей или бактерий извлекают гены, которые отвечают за различные типы опсинов [см. стр. 121] – протеинов, реагирующих на свет. Затем в лаборатории эти гены внедряются в ДНК лабораторных мышей, так, чтобы различные опсины соответствовали разным нейронам. Мозг животных соединяют с оптическим волокном, по которому передается свет разной частоты. Варьируя частоту света (то есть цвет – синий, желтый, красный), можно активировать или затормозить отдельные нейроны, отслеживая при этом поведение и реакцию мышей. Им как бы подаются телекоманды. Оптогенетика помогает понять назначение отдельных нервных клеток – это революционная технология, и сразу после изобретения ее начали использовать в сотнях лабораторий по всему миру.

А совсем недавно была создана еще более удивительная технология, которая, по мнению некоторых, может не только внести революционные изменения в научный поиск, но и перевернуть мир. Она называется CRISPR-cas9 (ученые говорят просто «криспер»). Если попытаться изложить ее суть в нескольких словах, можно сказать, что она позволяет копировать и вставлять отрезки ДНК легко, быстро и достаточно дешево. Еще десять лет назад это казалось небылицей.

Бактерии и вирус ведут свою борьбу за выживание намного дольше, чем человек, лев или газель. Поэтому некоторым бактериям удалось выработать сложную систему, позволяющую

воровать у вирусов, которые их атакуют, кусочки ДНК, чтобы потом узнавать врага и учиться с ним бороться. Биологи научились использовать эту систему – они берут энзимы, связанные с ДНК, и встраивают их в определенное место хромосомы, заменяя тем самым один ген на другой и «сшивая» разрез.

Прелесть в том, что это прекрасно работает.

Ужас в том, что эта технология относительно проста и не очень дорога, что может быть использовано в этически сомнительных и опасных целях.

В 2015 году группа китайских ученых из Университета имени Сунь Ятсена провела эксперименты по технологии CRISPR-cas9 с человеческим эмбрионом, которые впоследствии были заброшены. Какие бы этические ограничения ни ставили себе эти исследователи, они все равно перешли допустимую границу. В следующем году Джеймс Клеппер, тогда директор Национальной разведки США, включил технологию CRISPR-cas9 в список самых страшных угроз человечеству вместе с политикой КНДР и российским ядерным оружием. Причиной послужила потенциальная возможность использования технологии для создания разрушительного биологического оружия.

Продвигаясь еще на шаг вперед в будущее, можно спрогнозировать лечение генетических заболеваний с помощью геной инженерии. С одной стороны, манипуляции с человеческими генами рассматриваются как недопустимые действия, и китайские ученые, использовавшие CRISPR-cas9 на человеческих зародышевых клетках, получили массу побочных нежелательных эффектов. Однако что будет через двадцать или сорок лет? Сегодня мы не знаем многих деталей функционирования генов, но исследования ведутся, и есть вероятность, что человечество согласится рано или поздно на новые генные технологии. Врачи будут лечить кистозный фиброз и синдром Хантингтона? Или кто-нибудь использует их во зло и заставит страдать невинных?

Могут появиться предложения использовать генетику в косметических целях – например, родителям предложат выбрать в каталоге цвет глаз для новорожденного. Еще раз: если что-то можно сделать, кто-то это непременно сделает. Существует вероятность и того, что генные технологии будут использоваться для повышения интеллекта. Кто-нибудь догадается открыть частную клинику по повышению когнитивных способностей у детей, и подобные клиники расплодятся, как грибы. Рынок сформирует соответствующий запрос. Устоят ли богатые родители перед соблазном сделать из ребенка гения математики или великого музыканта? Или клиники разорятся от отсутствия клиентов?

Попробуйте дать собственный ответ на этот вопрос.

Тысячи лет назад вид *Homo sapiens* начал вмешиваться в генетику растений и животных, но это было лишь начало. Рано или поздно он захочет изменить собственную генетику и повысить возможности своего разума.

Пока у нас еще есть время подумать, чего мы хотим. Выбор в любом случае придется делать будущим поколениям. С точки зрения эволюционной истории человеческого рода это уже будет второй исторический upgrade (4.3.9) операционной системы [см. стр. 23].

12.3. Искусственный разум

Экзамены в жизни никогда не кончаются. Тест Тьюринга пройти можно без всяких усилий. Если вы вдруг решите проверить себя, вы его обязательно выполните, без каких-либо проблем. И побьете в соревнованиях любой компьютер, даже хитроумный Sunway TaihuLight, признанный в середине 2017 года самым мощным в мире – он выполняет 93 миллиона миллиардов операций в секунду.

Тест был разработан Аланом Тьюрингом в 1950 году и служит для оценки компьютерного интеллекта. До сих пор ни один компьютер его не прошел. Идея британского ученого, о чьей трагической судьбе был снят фильм «Игра в имитацию», весьма проста. Для того чтобы пройти тест, компьютер должен убедить человеческое существо в том, что он тоже является человеческим существом.

Несмотря на то что мечта о счетной машине возникла еще во времена Античности, сам термин «искусственный интеллект» имеет конкретную дату и место рождения: 1956 год, Дартмутский колледж, Нью-Гэмпшир. Небольшая группа специалистов по счетным машинам объединила усилия на шесть недель с целью разработать теоретическую базу для думающих машин будущего и создала новую науку об искусственном интеллекте (*artificial intelligence, AI*). Десять лет спустя их исследования получили грандиозное финансирование от правительства и от министерства обороны, что необычайно воодушевило ученых. «В течение жизни одного поколения проблема искусственного разума будет решена», – заявил Марвин Минский, один из участников Дартмутского семинара.

Но все пошло не так. В течение многих лет искусственный интеллект не считался чем-то серьезным. Первый успех пришел в 1996 году, когда компьютер Deep Blue производства IBM выиграл в шахматы у чемпиона мира Гарри Каспарова.

В 2011 году другой компьютер IBM, Watson, победил двух заслуженных чемпионов американской телевизионной игры *Jeopardy!*, требующей недюжинных знаний и лингвистических способностей. Однако ни один из этих компьютеров, обладающих мощными вычислительными возможностями и огромной базой данных в памяти, не смог пройти тест Тьюринга.

Тем не менее искусственный интеллект постепенно входит в нашу каждодневную жизнь. Наступил новый этап – компьютеры начали учиться учиться. Этот процесс называется *machine learning – машинное обучение*. Watson следовал указаниям установленной в нем программы, но не мог ее модифицировать. AlphaGo способна меняться. AlphaGo – это программа, созданная специалистами DeepMind, лондонской фирмы, основанной Демисом Хассабисом и приобретенной в 2014 году корпорацией Google. Она одержала победу над чемпионом мира по игре в го, считающейся самой сложной игрой в мире (в этой игре 2×10^{170} комбинаций, гораздо больше, чем атомов во Вселенной). После ввода самых базовых инструкций и данных в операционную систему AlphaGo смогла обучиться сама благодаря *многоуровневой искусственной нейронной сети* (система, использующая несколько уровней расчетов для анализа решения множества сходных задач, по аналогии с иерархией слоев в коре человеческого мозга). Самое удивительное, что AlphaGo, по сути, сама научилась играть, используя те же приемы, что и люди, – она сыграла сама с собой 30 миллионов партий, обучаясь на собственных ошибках.

Машинное обучение и искусственные нейронные сети лежат в основе таких компьютерных помощников, как Siri, Cortana, Alexa, Ok Google, и их коллег. Персональные ассистенты, откликающиеся на голосовые команды, установленные во всех смартфонах, становятся постепенно незаменимыми помощниками в быту и инструментами домашней автоматизации. Они учатся, отвечая на запросы пользователей, и незаметно совершенствуются.

Искусственный интеллект уже стал важной частью безопасности автомобиля благодаря израильской фирме MobilEye (основанной ученым Амномом Шашуа и купленной корпорацией

Intel за 15,3 млрд долларов). Эта фирма первая создала систему интеллектуальной помощи водителю, предотвращающую столкновения. Автомобиль без водителя – предмет последних разработок автомобильных гигантов совместно с Tesla, Google, Apple, Uber и другими компьютерными фирмами. Он может стать реальностью через несколько лет – и людям придется уступить место за рулем искусственному разуму.

Искусственный разум уже работает на фабриках, новые виды роботов сотрудничают с операторами и обучаются самым различным манипуляциям. Уже разработаны основанные на машинном обучении алгоритмы, которые способны писать юридические документы без участия адвоката, газетные заметки о спорте без помощи журналиста или музыкальные аранжировки без композитора.

Томазо Поджио, профессор Массачусетского технологического института, у которого учились Демис Хассабис и Амнон Шашуа, полагает, что труднее всего машинами заменить простые, но требующие изобретательности профессии (сантехник, разнорабочий) и профессии, требующие высокого уровня образования и творческого мышления (ученый, программист). Все другие могут навсегда исчезнуть. Несмотря на то что некоторые политики пророчат внутреннюю безработицу в связи с кошмарами глобального рынка, а не с будущей автоматизацией, специалисты (те, которые заботятся о всеобщем будущем, а не о собственном настоящем) предсказывают, что следует готовиться к влиянию искусственного интеллекта на общество. И это влияние уже началось.

Технология *deep learning* (глубокое обучение) стала возможной благодаря взаимодействию трех факторов: возрастающей вычислительной мощности микропроцессоров; развитию новых технических возможностей и сложных алгоритмов; доступности для обучения больших баз данных, как в случае с программой AlphaGo – настоящих мускулов искусственного интеллекта. Из трех факторов первый должен постоянно наращивать мощность. Закон Мура (вычислительная мощность удваивается каждые два года) определял этот рост до тех пор, пока физические возможности кремниевого чипа не были исчерпаны. Последние три года искусственный интеллект развивается на базе графических процессоров, то есть процессоров, работающих с использованием параллельной архитектуры и потому гораздо более эффективных. Чтобы закон Мура вновь начал работать, нужен нейроморфный чип, имитирующий мозг.

Эта старинная идея наконец, кажется, близка к воплощению. Традиционные процессоры делают вычисления последовательно, как будто некий метроном задает им темп. В процессоре, имитирующем мозг, наоборот, искусственные нейроны взаимодействуют между собой параллельно, без заданного ритма; все искусственные «нейроны» обрабатывают информацию параллельно и решают, куда передать ее дальше.

Точь-в-точь как настоящие нейроны. Не случайно нейроморфный чип, в точности как и мозг, потребляет совсем немного энергии: прототип, сконструированный в корпорации IBM, содержит в пять раз больше транзисторов, чем процессор Intel, но потребляет всего 70 милливатт/час, то есть в две тысячи раз меньше последнего.

Два других фактора, способствующих ускоренному развитию машинного обучения, – все усложняющиеся алгоритмы и большие базы данных – могут совершенствоваться беспрепятственно. Однако пока еще речь идет о самом примитивном, начальном этапе развития этой технологии. Пока что нейронные сети несут в себе риски, к примеру, обнаружить ложные закономерности в хаотичном наборе данных, но не более того. Выход на сцену искусственного интеллекта произойдет неизбежно и принесет новые проблемы и новые успехи, и это событие обещает новую волну технологического прогресса.

В любом новом изобретении есть частичка божества и частичка дьявола. Технологическая сингулярность – радикальное изменение человеческого общества, в котором искусственный суперинтеллект положит начало невиданному ранее росту технологий, несущему совершенно новые вызовы и возможности. Автор этой теории – Рэй Курцвейл, главный специалист

корпорации Google и автор книги «Эволюция разума». Его знаменитые оппоненты Билл Гейтс и Илон Маск вместе с покойным Стивеном Хокингом и другими авторитетными учеными основали в Бостоне организацию Future of Life Institute и постоянно напоминают, что искусственный интеллект является «экзистенциальным риском», то есть может угрожать самому существованию человеческого рода.

Как и в иных сомнительных ситуациях технологической эволюции, полагаться на появление учебника или пособия, которые расскажут просто и понятно о том, что нас ждет, не приходится. Пока даже самые толстые книги не могут точно сказать: будет так, и никак иначе.

Но один вопрос все же стоит задать. Еще до появления самой технологии следует подумать, чего мы хотим от нее. Бионические и роботизированные солдаты вовсе не фантазия: военные лаборатории, оснащенные самым дорогим оборудованием, уже работают над этим. Возможность использования технологии CRISPR-cas9 для создания разрушительного биологического оружия реальна, это не фантастика, об этом уже говорят руководители спецслужб.

И наконец, кибервойна, свидетелями которой становимся мы все, во времена, когда от компьютеров зависят авиалинии, канализационные и водопроводные сети, больницы, становится все более пугающей. Добавим к этому ядерное оружие и изменения климата и увидим, что проблема искусственного интеллекта не самая последняя в этом ряду. Ясно, что человечеству надо, прежде чем вступать на путь создания новых технологий, поднабраться ответственности.

В течение последних нескольких десятилетий благодаря электронным коммуникациям люди начали контактировать так часто, как никогда ранее, создавая тем самым нечто вроде планетарного разума. Это сообщество не имеет границ, так же как и сообщество научное. На фоне всевозрастающей сложности мира этому сообществу, в которое включены почти 8 миллиардов мозгов, возможно, удастся проявить чуть больше разума. Кто знает...

Пока точного ответа на заданный вопрос нет. Искусственный интеллект при соответствующих предосторожностях может стать дополнением к интеллекту естественному, эволюционировавшему полмиллиарда лет от первого примитивного мозга до мозга человека.

И вот тогда это будет версия 5.0.

Приложения

Гарантийный талон

Продукция не подлежит гарантии, ни производственной, ни государственной, ни международной.

ВНИМАНИЕ!

Перед началом работы с устройством рекомендуется ознакомиться с рисками и ответственностью пользователя, которые влечет за собой использование.

Кроме тех случаев, когда существует явное запрещение действующим законодательством, пользователь может свободно использовать устройство и перемещать его по своему усмотрению, соблюдая температурный режим (температура тела 36–37 градусов Цельсия), высотный режим (5000 метров над уровнем моря), давление. Нарушение оперативного режима может повлечь за собой негативные последствия и нарушение работы устройства, фатальные для центральной нервной системы.

Если пользователь обнаружит, что устройство работает с нарушениями, по поводу ремонта надо обращаться исключительно в учреждения здравоохранения.

На рынке можно приобрести различные руководства по работе устройства и средства по уходу, однако следует обратить внимание, что замена устройства невозможна по условиям договора, только частичное возмещение. И наконец, устройство выдается всем на безвозмездных условиях.

Устранение неполадок

Мозг не включаются	Проверьте еще раз. Если можете прочитайте эти слова, значит, включился. Сварите себе чашечку хорошего кофе
Не перезагружается	В настоящей версии кнопка <i>Reset</i> не предусмотрена. Попробуйте выполнить весь цикл заново в режиме <i>stand-by</i> ▶ см. стр.105]
Не выключается	Для данной версии системы выключение не предусмотрено. Можно перейти в режим <i>stand-by</i> ▶ см. стр.105]. Внимание: система выключается только в конце жизни устройства ▶ см. стр.230] и реактивации не подлежит ▶ см. стр.252]
Не переходит в режим <i>stand-by</i>	См. рекомендации на стр.105 и 111. Если не переходит в режим <i>stand-by</i> после 48 часов попыток, немедленно звоните в «скорую помощь»
Картинка размыта	Если используете линзы (дополнительные опции), проверьте, правильно ли установлены. В противном случае немедленно звоните в «скорую помощь»
Черный экран	Проверьте наличие фотонов в помещении. Если экран по-прежнему черный, проверьте, не случился ли на планете электрический <i>black-out</i> . Или немедленно звоните в «скорую помощь»
Плохо работает аудио	Если используете слуховой аппарат (дополнительные опции), проверьте, правильно ли установлен. В противном случае немедленно звоните в «скорую помощь»
Краткосрочная память стала слишком краткосрочной	Прочтите внимательно инструкции на стр.83 и 240
Не поддается обучению	Практически невозможно. Мозг — самообучающаяся машина и в таком виде поступает к пользователю. Если же вы никогда не выполняли процедуру разблокировки, срочно прочтите инструкцию на стр.90

<p>Мотивация не работает</p>	<p>Следуйте рекомендациям [▶ см. стр. 171], повторяя действия по несколько раз в день, и разблокировка гарантирована на 100%. Проверьте также гарантийные сроки [▶ см. стр. 266]</p>
<p>Слишком легко выходит из себя</p>	<p>Если пользователь постоянно находится в состоянии перевозбуждения, сопровождающемся учащенным сердцебиением, обильным потоотделением, следует проверить уровень стресса [▶ см. стр. 216]. Если же гнев и раздражение имеют эпизодический характер, см. инструкции на стр. 192. В обоих случаях прежде всего подышите глубоко, медленно и ритмично в течение минуты</p>
<p>Нет кнопки «меню»</p>	<p>Мозг — полностью автоматическое устройство, и меню для того, чтобы выбрать функцию «бежать», чтобы догнать уходящий поезд, не нужно. Он сам свяжется с ногами через кору в течение 100 миллисекунд. Если бы пришлось выбирать функцию в меню, поезд бы давно ушел</p>
<p>Функция «мышление» стала медленно работать</p>	<p>Достаточно регулярно включать режим <i>stand-by</i>, пить достаточно воды, потреблять здоровое питание и заниматься физкультурой. Если же сомнения еще остались, см. стр. 111</p>

Правовая информация

Название этой книги «Мозг. Руководство пользователя» не следует воспринимать буквально: это шутовское название. Целью книги было рассказать обычному пользователю о мозге, который прячется у него в голове, и об основных свойствах церебральной машины, используя факты, представления, рассуждения, которые могут быть полезны в повседневной жизни.

Целью этой книги никоим образом не является лечение каких-либо патологий, она ни в коем случае не содержит рекомендаций по самолечению.

Следует подчеркнуть, что автором книги является журналист, увлеченный научными исследованиями, но прежде всего он специалист по гуманитарным наукам. Конечно, это никоим образом не освобождает его от ответственности.

Содержание книги является полностью ответственностью автора. В библиографии он приводит все труды, на которые опирался при написании книги. Стремясь упростить понимание проблемы, автор постарался выбрать наиболее интересную информацию в бескрайнем море научных трудов, отразить позиции наиболее авторитетных экспертов и только в некоторых случаях те, которые близки ему самому.

Результат не защищен от влияния когнитивных предубеждений [см. стр. 208], поэтому стоит помнить, что ответственность автора лежит в области моральной, но никак не материальной в случае неадекватного использования произведения [см. стр. 266]. Компетентным судом является сессия гражданских дел суда округа Веллингтон, Новая Зеландия.

Держите книгу подальше от детей.

Послесловие

Происхождение Вселенной. Структура материи. Тайна жизни. Эволюция интеллекта. Эти четыре темы стали одними из самых главных среди множества вопросов, мучающих современных ученых. Эти темы занимают умы исследователей уже десятилетия и даже века и будут занимать в будущем. Я верю, что проблема интеллекта станет главным вызовом будущих столетий, точно так же, как физика микрочастиц стала главной научной проблемой XX века, а генетика – века XXI.

Очень трудно понять, что такое мышление, поэтому из вышеперечисленных проблем она едва ли не самая сложная. Основная причина интереса к ней – это то, что решение задачи интеллекта позволяет повысить как наш собственный интеллект, так и интеллект компьютера, что, в свою очередь, помогает искать ответы на остальные вопросы.

Еще сто лет назад люди верили, что Вселенная ограничивается Млечным Путем, пока Эдвин Хаббл не доказал, что это всего лишь одна из миллиардов галактик. Еще шестьдесят лет назад мы не знали, как работает наследственность, пока Френсис Крик и Джеймс Уотсон не расшифровали секретный код клетки. Наука смогла почти удвоить продолжительность нашей жизни и во много раз увеличила наши знания. Она, по сути, внесла дополнительные факторы в эволюцию человеческого вида.

Понятно, что естественный отбор сформировал современного человека при помощи тех же инструментов, что и папоротник или баобаб, насекомых или слонов: в основе жизни лежат гены. Но гены уже не полностью определяют развитие человеческого интеллекта. По мнению известного биолога Ричарда Докинза, новыми генами становятся идеи. Идеи могут соревноваться друг с другом, объединяться, сохраняться и развиваться. Идеи распространяются, как вирусы: они воспроизводятся, эволюционируют, проходят селекцию.

Технологии, созданные человеком, начиная с приручения огня и изобретения колеса, стали неотъемлемой частью его собственной эволюции, культурной и технологической. С этой точки зрения человечество уже давно обладает неким глобальным сверхразумом, влияющим на индивидуальные интеллектуальные возможности. В качестве примера можно привести следующий факт: в мире нет человека, способного понять (и создать) все микрочипы, все системы питания и коммуникации, все программное обеспечение, которое работает в современных смартфонах, – они в миллионы раз мощнее, чем компьютер, которым пользовались в НАСА во время запуска первой миссии «Аполлон».

Мы переживаем исторический момент появления на сцене истории искусственного интеллекта, самообучающихся машин. На стыке неврологии и информатики рождаются устройства, способные развиваться самостоятельно, которые могут оказать огромное влияние на здравоохранение, образование, общественную безопасность. Родается мир, которому еще нет названия и проблемы которого невозможно предсказать.

Однако я уверен, что в будущем искусственный разум сможет участвовать в принятии важных для общества решений, необходимых для выживания в глобальном и меняющемся мире, – человек порой принимает не самые верные.

Кто-нибудь может подумать, что это космическое и футуристическое видение эволюции интеллекта имеет мало общего с простым руководством по работе человеческого мозга. Однако я полагаю, что это вовсе не так. Именно знание, накопленное предыдущими поколениями, построило мир таким, каким мы его знаем. К сожалению, как отметил Марко Магрина, обычный пользователь биологического нейронного устройства далеко не всегда знает, что происходит у него в голове. Удивительные биологические механизмы всегда были предметом исследования ученых, и ими мало интересовались простые люди.

В XXI веке эта пропасть начала постепенно сокращаться. В школе детям преподают элементарные знания о том, как сохранить здоровье, однако пока слишком мало рассказывают, как устроено и как функционирует это поразительное устройство в нашей голове, которое, собственно, и учится. Знание об электрохимических процессах, лежащих в основе эмоций, мотивации и творчества, не ведет к разочарованию в жизни. Наоборот, оно помогает жить более осознанно. Лично я хотел бы, чтобы как можно больше людей, начиная с политиков и руководителей государств, заинтересовалось знаниями о работе мышления и было готово менять свои решения в соответствии с новыми открытиями науки.

Точно так же, как Коперник, Галилей и Хаббл изменили наши представления о нашем месте во Вселенной, последние открытия неврологии могут пролить свет на самый удивительный и загадочный объект в мире – человеческий мозг. Эта книга рассказывает о нем самым лучшим из возможных способов.

Томазо Поджио,
руководитель Center for Brains, Minds and Machines Массачусетского
технологического университета

Библиография

Brynjolfsson Erik, McAfee Andrew, *La nuova rivoluzione delle macchine. Lavoro e prosperità nell'era della tecnologia trionfante*, Feltrinelli, Milano 2015.

Burnett Dean, *The idiot brain. A neuroscientist explains what your head is really up to*, Guardian Books/Faber & Faber, London 2016.

Carr Nicholas, *Internet ci rende stupidi? Come la rete sta cambiando il nostro cervello*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2010.

Crick Francis, *The astonishing hypothesis. The scientific search for the soul*, Scribner, New York 1994.

Damasio Antonio, *L'errore di Cartesio. Emozione, ragione e cervello umano*, Adelphi, Milano 2007.

Dawkins Richard, *Il più grande spettacolo della Terra. Perché Darwin aveva ragione*, Arnoldo Mondadori Editore, Milano 2010.

Dennett Daniel, *L'evoluzione della libertà*, Raffaello Cortina Editore, Milano 2004.

Doidge Norman, *Il cervello infinito. Alle frontiere della neuroscienza: storie di persone che hanno cambiato il proprio cervello*, Ponte alle Grazie/Adriano Salani editore, Milano 2007.

Duhigg Charles, *La dittatura delle abitudini*, Corbaccio, Milano 2012.

Dweck Carol, *Mindset. Cambiare forma mentis per raggiungere il successo*, Franco Angeli, Milano 2017.

Foer Joshua, *L'arte di ricordare tutto*, Longanesi, Milano 2011.

Kurzweil Ray, *The age of spiritual machines: when computers exceed human intelligence*, Penguin, New York 2000.

Kurzweil Ray, *Come creare una mente. I segreti del pensiero umano*, Apogeo Next, Milano 2013.

Marcus Gary, Kluge. *The haphazard construction of the human mind*, First Mariner Books, New York 2009.

Markoff John, *Machines of loving grace. The quest for common ground between humans and robots*, HarperCollins, New York 2015.

Mlodinow Leonard, *Subliminal. The new unconscious and what it teaches us*, Allen Lane, London 2012.

Newport Cal, *Deep work. Rules for focused success in a distracted world*, Piatkus, London 2016.

O'Shea Michael, *The Brain: a very short introduction*, Oxford University Press, Oxford 2005.

Oakley Barbara, *A mind for numbers. How to excel at math and science*, Penguin, New York 2014.

Punset Eduardo, *L'anima è nel cervello. Radiografia della macchina per pensare*, Marco Tropea Editore, Milano 2008.

Ridley Matt, *Nature via Nurture. Genes, experience and what makes us human*, Fourth Estate, London 2003.

Sacks Oliver, *Musicofilia. Racconti sulla musica e il cervello*, Adelphi, Milano 2010.

Sapolsky Robert M., *The trouble with testosterone. And other essays on the biology of the human predicament*, Scribner, New York 1997.

Shermer Michael. *Homo credens. Perché il cervello ci fa coltivare e diffondere idee improbabili*, UAAR, Roma 2015.

Tononi Giulio, *Phi. Un viaggio dal cervello all'anima*, Codice, Torino 2014.

Wright Robert, Nonzero. *The logic of human destiny*, Pantheon Books, New York 2000.

Благодарности

В 2013 году после 24 лет накопления знаний мой мозг наконец решил подвести итоги. Я написал книгу «Il Sole 24 Ore». Я всегда чувствовал в себе потребность как можно больше знать об искусственном интеллекте. Работая над книгой, я попросил профессора Томазо Поджио, одного из отцов-основателей науки об искусственных нейросетях, проконсультировать меня и дать интервью. Он был столь любезен, что пригласил меня на три месяца в свою лабораторию в Массачусетский технологический институт, и мы стали друзьями.

В те дни, окруженный впервые таким огромным количеством интеллектуальных механизмов, какого он не видел никогда, мой мозг на автомате выдал совершенно важную, обезоруживающую своей очевидностью мысль: «У нас есть руководства ко всем приборам и устройствам, от холодильника до электрической зубной щетки, однако нет ничего, что рассказывало бы о том удивительном механизме, который всегда с нами, в нашей голове». Так родилась идея этой книги.

Поэтому я прежде всего благодарю Томми, как все его зовут. Затем я выражаю благодарность его жене Барбаре Ветурины-Геррини, которая окружила меня воистину сестринской заботой и читала эту книгу во время ее создания (Барбара по образованию нейропсихолог), давала ценные советы и снабжала правильными дозами дофамина для лучшей мотивации.

Я благодарен также четверке моих верных друзей, составивших экспертную группу читателей. Это Мария Брикколи (нейрофизиолог), Валерия Марчione (издатель), Мириам Веррини (журналист) и Пьетро Тонноло (музыкант).

Спасибо Тодду Пэришу и Даниэле Прочисси, профессорам Северозападного университета Чикаго, за разъяснение технологии фМРТ (и за путешествие). Спасибо профессору Андреа Камперо Циани из университета Падуи за консультацию по типам мозга. Спасибо моему редактору Веронике Пеллегрини. Спасибо Лауре Вентури за воображение и терпение. Особое спасибо за замечания и споры Анне и Альберто Миральотта, Анне и Пьерджорджио Пеласса, Аннализе и Андреа Малан, Валентине и Альдо Ганджеми, Маурицио Бульи, Алексу Джакопоцци, Монике Мани, Чезаре Перуцци, Грэму Гурли, Аннамари Феррари, Элеоноре Гардини, Марко Прателесси, Патриции Гварнери, Луке Магрини, Джудитте Джемелли, Пьеру де Гаскету, Челио Гремине, Алессандро Бронци, Пьеро Борри, Массимо Эрколанели, Франческо Маччианти и многим другим, в том числе моим дорогим одноклассникам и моим детям Джакопо и Каролине, которым я и посвящаю эту книгу.

Особая благодарность Марко Ламиони, прекрасному музыканту и замечательному человеку, которому я рассказывал о будущей книге и который очень терпеливо и доброжелательно слушал меня, несмотря на навязчивые приставания какого-то мужчины.