

ПРЕЛЮДИЯ

ЖЕРТВЫ ПРИНЕСЕНЫ НЕ НАПРАСНО

Это книга о науке. Она посвящена изучению сути того, что значит быть мыслящим человеческим существом. К сожалению, нейронаука отчасти основана на трагедии.

Наше понимание человеческого мозга во многом происходит из исследований частных случаев, когда мозг живого человека был поврежден вследствие травмы или болезни. За скромными инициалами в медицинской литературе скрываются не незнакомцы, а наши близкие и любимые люди. Это наши родители, супруги, братья, сестры, дети, наши лучшие друзья. И все же в результате какого-то несчастья их жизни навечно изменились: поражение центральной нервной системы исказило их поведение, мышление или восприятие.

Изучая связь между этими повреждениями и последующими изменениями поведения, мы можем познать, как работает наш мозг. Растущее понимание человеческого мозга не только продвигает науку, но и закладывает необходимую базу для развития новых способов лечения и (есть надежда) излечения. Как нейрочуждые мы постоянно стремимся выжать до капли из этих личных трагедий все знание, какое только возможно, чтобы сделать мир лучше хотя бы для одного пациента.

Хотя это книга о зомби, по сути это хвала урокам, полученным из таких личных трагедий. Это ода ученым, которые уделили достаточно времени пациентам, чтобы понять сложные недуги, влиявшие на их повседневную жизнь. Это песнь тем, кто зачастую не по своей вине страдал от болезни, но все же позволял незнакомцу в белом халате выпрашивать, почему и как это случилось.

ВВЕДЕНИЕ

Сняв эту книжку с полки, возможно, вы спросили себя: «Разве это возможно — нейропсихология зомби?» Хотя да, у зомби есть мозг (по поверьям, чтобы уничтожить ходячего мертвеца, его мозг необходимо разрушить), нам было бы трудно доказать, что «нейропсихология зомби» является отдельной дисциплиной. У нейронауки — науки о мозге, а точнее, о том, какое отношение он имеет к поведению и мышлению, — уже достаточно глупых и фантастических «особых» разделов, зачем расширять список?

Но вы знали, что у нас, нейроученых, есть ответ на все? Постоянные читатели страницы «Мнения» в *New York Times* или других популярных газетах уже знают, что нейронаука может объяснить, почему вы влюблены в свой iPhone, почему ложь детям о Санта — неврологически здоровый подход к родительству и почему пребывание в коме доказывает существование рая. Видите ли, глядя сквозь свои заляпанные очки на человеческое бытие, мы можем ответить на все вопросы на свете. По нашим оценкам, исследование МРТ, объясняющее смысл жизни, будет вот-вот опубликовано (в нем пойдет речь о 42 зонах мозга). Нам жаль разочаровывать коллег-философов, религиоведов и физиков, но благодаря новым приборам визуализации мозга и паре десятилетий вдумчивой работы мы, нейроученые, теперь можем понять практически все, так что им стоит искать работу в другом месте.

Если нейронаука — это панацея и она способна все объяснить, то почему бы нам не заняться зомби-апокалипсисом? Ведь это хорошо покупается.

Вернемся к книге, которую вы держите в руках. Все началось однажды летом в 2010 г. с телефонного звонка Мэтта Могка, главы Общества исследований зомби и автора книг «Это больше не твоя мамочка» (That's Not Your Mommy Anymore) и «Все, что вы когда-либо хотели узнать про зомби» (Everything You Ever Wanted to Know about Zombies). Мэтт увидел на YouTube видео лекции Брэда, в которой тот признался, что был воспитан на диете из Sega и комиксов Marvel. Мэтт спросил, не желает ли Брэд исследовать природу мозга зомби, учитывая его двойную любовь к комиксам и мозгам. Брэд подумал: «Конечно... и я знаю, кого позвать себе в компанию».

И с тех пор все у нас пошло по накатанной.

Мы (Тим и Брэд) встретились, когда корпели над диссертациями в Калифорнийском университете в Беркли. Мы недолго сотрудничали над проектом неинвазивной стимуляции мозга, который, как и многие научные эксперименты, ни к чему не привел, но в процессе мы обнаружили друг у друга любовь к фильмам о зомби. Так что в дополнение к настоящей науке мы погрузились в уморительный мир зомби. Мы надеемся, что вы любите все уморительное и не против настоящей науки.

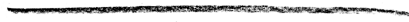
При всей серьезности, зомби — это очень весело. Мы оба энтузиасты популяризации науки. Это редкая возможность объединить нашу науку и жизнь. Брэд последние десять лет каждый год ездит на Comic Convention в Сан-Диего, а начал ездить так вообще 20 лет назад, когда был еще прыщавым подростком. Никогда в жизни он не думал, что научная карьера позволит ему выступить перед толпой из нескольких сот любителей комиксов на этом фестивале (в той же аудитории на ежегодной конференции Общества нейронауки, где он читал настоящую лекцию, сидело гораздо меньше ученых). Тим пристрастился к фильмам про зомби с того момента, как впервые подростком увидел «Ночь кометы» (режиссер Том Эберхардт, 1984) и «Возвращение живых мертвецов» (режиссер Дэн О'Бэннон, 1985).

Можно сказать, что именно Тарман¹ привлек внимание Тима к мозгам.

В годы, когда мы говорили о биологических основах поведения зомби, мы поразились, сколь многих людей это захватывало. Когда к вам приходят люди и говорят: «Я взрослый мужчина, семейный, с карьерой, но из-за вас мне хочется стать нейроученым!» или «Благодаря вам мне внезапно начала нравиться наука!», вы чувствуете, что попали на золотую жилу. Как ученые мы проводим много времени, работая над проблемами, которые кажутся далекими от публики, поэтому приятно знать, что мы наконец-то делаем то, что отзывается в людях. Особенно если это смешно.

Нет, нейроученые понятия не имеют (биологически), что такое любовь и где она хранится в мозге. Нейронаука не доказывает, что вы «любите свой iPhone» (кстати, это была настоящая статья в *New York Times*²). Мы не можем читать ваши мысли (пока) или лечить болезнь Альцгеймера (пока).

Хотя нейронаука не может делать этого, мы надеемся, что два слегка нелепых нейроученых и полчище зомби могут ненароком вас чему-то научить и, читая эту книгу, вы разделите наше ощущение чуда, которое мы испытываем, занимаясь любимой работой.



Нет сомнения, что зомби сейчас в почете. Было много споров, почему это происходит, и кое-кто из нас (Брэд, Макс Брукс, Мэтт Могк и еще несколько экспертов по зомби) обсуждали это на панели Comic-Con в Сан-Диего в 2011-м (Comic-Con — это ежегодное собрание более 100 000 чудаков всех сортов и ма-

¹ Тарман, возможно, самый знаменитый зомби в поп-культуре, прочно связанный в сознании публики понятиями «мозги» и «зомби».

² Мартин Линдстром, «Вы любите свой iPhone. Буквально». *New York Times*, 30 сентября 2011 (http://www.nytimes.com/2011/10/01/opinion/you-love-your-iphone-literally.html?_r=0).

стей). Наше любимое объяснение общего поветрия — популярности зомби — в том, что мир становится все более сложным, с новыми способами социального взаимодействия и общения, с распространением глобализации, социальных перемен, с невиданным доселе технологическим прогрессом, процветанием, смешанным с неопределенностью, и т. д. Жанр зомби на ТВ, в видеоиграх и фильмах хорош тем, что это более-менее чистый лист, на который автор может спроецировать любое количество крупных, глубоких социальных и психологических страхов.

Генетическая модификация? Зомби. Атомное оружие и радиация? Зомби. Классовая вражда? Зомби. Расизм? Зомби. Экзистенциальный кризис и неопределенность себя или свободы воли? Зомби. Биологические эксперименты? Зомби. Исследование космоса? Зомби. Взбесившееся потребление? Зомби. Бессмысленное насилие? Зомби. Смерть? Зомби.

Макс Брукс однажды сказал в интервью CNN: «Нельзя выстрелить в голову финансовому кризису — но это можно сделать с зомби... Все остальные проблемы слишком велики. Сколько бы Эл Гор ни пытался, нельзя вообразить себе глобальное потепление. Нельзя вообразить крах наших финансовых институтов. Но можно представить сутулого зомби, бредущего по улице»³.

Трудно игнорировать бешеную популярность феномена зомби. В 2002 г. вышел фильм «28 дней спустя», он дал свежий взгляд на фильмы о зомби и помог воскресить жанр. В том же году обновили и перевыпустили игру «Обитель зла» для Nintendo GameCube, получив признание критиков. В следующем, 2003 г., Макс Брукс написал ставший популярным «Гид по выживанию зомби», который переключил литературный жанр зомби на новую скорость. Потом, в 2004 г. «Зомби по имени Шон» показал, что жанр зомби может быть смешным, проторив дорогу для фильмов «Фидо» (2006), «Зомбилэнд»

³ <http://www.cnn.com/2009/SHOWBIZ/10/02/zombie.love/index.html?iref=24hours>.

(2009) и «Тепло наших тел» (2013). В 1980-е гг. было несколько смешных фильмов о зомби, например «Ночь кометы» (1984) и «Возвращение живых мертвецов» (1985), но ни один из них не достиг популярности современной комедии про зомби.

В этой книге мы хотим показать более комичный, фарсовый взгляд на зомби. Цель нашей книги — использовать зомби как развлекательную платформу для понимания нашей дисциплины, когнитивной нейронауки (и порой веселья над ней), а попутно поведать читателю историю науки и рассказать о самом мозге. Мы не собираемся использовать зомби как метафору социального зла. Вместо этого мы хотим попытаться понять зомби, внимательно присматриваясь к их поведенческим расстройством и мифическому органу, который запускает все поведение зомби: их мозгу.

Как пролепетал одинокий студент в начале фильма «28 дней спустя» перед тем, как его разорвала на части обезьяна-зомби, «Чтобы излечиться, сначала нужно понять».

Итак, вот мы и пытаемся понять. Дальше вас ждет собрание нейропсихологических фактов, исторических заметок и личных происшествий, а также тонна ссылок на зомби и поп-культуру. В частности, мы будем часто вспоминать сцены из классических и неоклассических фильмов и книг. Точнее, вы прочтете о следующих сюжетах:

«Ночь живых мертвецов» (режиссер Джордж Ромеро, 1968)

«Рассвет мертвецов» (режиссер Джордж Ромеро, 1978)

«Возвращение живых мертвецов» (режиссер Дэн О'Бэннон, 1985)

«Змей и радуга» (писатель Уэйд Дэвис, 1985)

«Зловещие мертвецы — 2» (режиссер Сэм Рэйми, 1987)

«28 дней спустя» (режиссер Дэнни Бойл, 2002)

«Зомби по имени Шон» (режиссер Эдгар Райт, 2004)

«Земля мертвых» (режиссер Джордж Ромеро, 2005)

«Зомби по имени Фидо» (режиссер Эндрю Карри, 2006)
«Зомбилэнд» (режиссер Рубен Флейшер, 2009)
«Новости» (писатель Мира Грант, 2010)
«Ходячие мертвецы» (телесериал, 2010–...)
«Тепло наших тел» (режиссер Джонатан Левин, 2013)
«Война миров Z» (писатель Макс Брукс, 2006, режиссер Марк Фостер, 2013)

По ходу описаний будут спойлеры. Считайте, что вас предупредили.

Хотя... мы берем свои слова назад. Мы советуем вам немедленно просмотреть эти фильмы и прочесть книги. Давайте... мы подождем.

Вы вернулись? Хорошо. Ожидайте много спойлеров!

Этот труд — собрание материалов, которые мы объединили из предыдущих проектов, вы можете узнать некоторые истории из наших блогов или лекций, но мы собрали все кусочки здесь, в одной компактной книге, для ваших исследований зомби.

Итак, друзья — исследователи живых мертвецов... вперед, в царство мозга зомби!!!



АНАТОМИЯ СТРАСТИ (ЖИВЫХ МЕРТВЕЦОВ)

У дикарей слабые телом или умом скоро погибают, а выживающие обыкновенно одарены крепким здоровьем.

Чарльз Дарвин.

Происхождение человека
и половой отбор

Вы взялись читать книгу о мозге зомби. Просто подумайте об этом минутку. Позвольте мысли развернуться. Пораскиньте мозгами о решениях, которые вы приняли в жизни и которые привели вас к этой точке.

А теперь слегка возвысимся над нашими думами и поразмыслим о том, во что мы погрузились. Сначала вы прочитали отрывок, который мы написали, пребывая в творческом процессе. Вы поняли эти слова, и они изменили ваше поведение. Вы задумались о своей жизни с помощью процесса внутренних воспоминаний. Возможно, вы даже подумали о решениях, которые привели нас к точке, за которой последовало написание этой книги.

Сплав из мыслей, воспоминаний и ощущений, которые вы только что прочувствовали и еще не раз будете испытывать,

[Купить книгу на сайте kniga.biz.ua >>>](http://kniga.biz.ua)

читая эту книгу, есть результат нескончаемой симфонии электрохимических процессов в вашем мозге. Каждый мысленный шаг, который вы совершили, начиная с прочтения напечатанных на странице слов и до следования нашей просьбе вспомнить о прошлом, производится крошечными сетями нейронов, раскинувшихся в сером веществе, скрытом в вашем черепе.

Нас, как нейроученых, поражает факт, что мы можем производить все это «думанье». Но что, если бы вы не были способны на это? Или что, если бы вы могли делать что-то, но не испытывали при этом никаких чувств? Или что, если бы у вас были чувства, но отсутствовала память?

Нейронаука занимается не только тканями, нейронами и сигналами, она имеет глубокие философские, математические и психологические корни. Она решает очень сложные, порой чудесные, но часто затруднительные задачи.

Так мы дошли до этой точки. Как мы сказали во вступлении, это книга двух ученых, которые любят фильмы о зомби.

Цель этого небольшого мысленного эксперимента — понять, что случилось с ходячими мертвецами, что превратило их из обычных людей в так называемые «бездумные ходячие трупы». Для этого нам нужно понять, как в мозге зарождается поведение — у людей и у зомби. Это значит, что сначала нам нужно разобраться, что такое мозг.

Но прежде чем мы по колени погрузимся в серое вещество зомби, давайте сделаем шаг назад и посмотрим на скромный полуторакилограммовый шматок ткани, расположенный у нас между ушами.

НЕЙРОНАУКА БЕЗ СКАНЕРОВ МОЗГА

В этой главе и в последующих мы попытаемся связать черты поведения зомби с различными участками мозга, применяя классический криминологический неврологический подход.

Что мы имеем в виду?

Классическая неврология была первым научным методом изучения мозга, прежде чем у нас появились большие машины, способные делать изображения происходящего внутри черепа живого человека. Неврология в основном пыталась понять, почему что-то идет не так в мозге человека, что вызывает определенные симптомы, но по пути узнала много о работе здорового мозга. Неврология возникла в середине XIX века, и врачам тогда приходилось разбираться, как работает мозг, просто наблюдая за поведением людей и животных. Это тонкое искусство, которое требует делать предположения о мозге, тщательно разбирая поведение испытуемого. Но все началось не с возникновения неврологии в XIX веке. По сути, такого рода исследование проходило на протяжении столетий.

В самом деле, в то время как мы склонны думать о нейронауке (эмпирической науке о здоровом мозге, в противоположность неврологии, которая остается отраслью медицины, занимающейся расстройствами мозга) как о «современном» научном начинании, первое экспериментальное исследование, связавшее мозг и нервы с поведением, было проведено римским врачом Галеном⁴ где-то между 190 и 150 гг. до н. э.

Не забывайте, что мы говорим о времени за 2000 лет до визуализации мозга, задолго до того, как доктор Хаус мог просто послать пациентов на МРТ, чтобы посмотреть, насколько здоров их мозг. Тогда врачам и ученым нужно было делать много, имея очень мало информации. Им приходилось выкручиваться. Это значит, что они многое пробовали и что-то срабатывало, а что-то нет. Но порой они узнавали новое, и это падало в копилку к тем крохам, что были известны о мозге.

Например, в знаменитом эксперименте на живой свинье Гален пытался найти нервы, участвующие в контроле дыхания, когда случайно перерезал возвратный гортанный нерв, который

⁴ Гален (прибл. 217–130 гг. до н. э.) — римский медик, хирург и философ. — *Прим. пер.*

контролирует мышцы гортани (голосовые связки). Живая свинья моментально перестала визжать, но продолжала двигаться и дышать. Он обнаружил нерв, который отвечает за голосовые связки, так, как совершались многие научные открытия, — абсолютно случайно.

Гален также был врачом римских гладиаторов, парней, крайне склонных к травмам. В процессе лечения этих зачастую жестоко покалеченных мужчин он наблюдал, как ранения позвоночника влияли на поведение, в частности вызывали паралич ниже уровня раны. Он продолжил работу, экспериментируя на животных, и заметил, что разрез спинного мозга у ствола головного мозга убивал животное. Эти наблюдения дали нам первые знания о том, как ответвления спинного мозга контролируют конечности.

К сожалению, после Галена был долгий перерыв в накоплении знаний о мозге, пока Просвещение не возродило идею научного метода. В начале XIX века Мари-Жан-Пьер Флуранс⁵ проводил эксперименты, похожие на галеновские, только в основном на кроликах и голубях. Он вырезал у подопытных животных разные участки мозга, чтобы понять их связь с поведением. Он обнаружил, что в зависимости от удаленной зоны животные теряли способность координировать сокращение мышц, контролировать дыхание или исполнять определенные когнитивные функции. Эти результаты обеспечили ранний, но ценный вклад в понимание того, как мозг поддерживает в нас жизнь.

Начиная с Промышленной революции и вплоть до изобретения медицинским сообществом первых технологий визуализации мозга в 40–50-х гг. XX века эти классические наблюдения составляли основу неврологической литературы, и это было все, что имелось у врачей.

⁵ Мари-Жан-Пьер Флуранс (1794–1867) — известный французский физиолог и врач, сыгравший важнейшую роль в опровержении френологии. — *Прим. пер.*

Теперь представьте, что на дворе 1916 г. и вы — военный врач. У вас есть солдат, который выжил при взрыве и получил контузию. Он вырубился на какое-то время, но потом очнулся, и теперь он в сознании, но ему трудно писать и держать в руках вилку во время еды.

Как вы диагностируете его поведение? Помните, у вас нет инструментов визуализации мозга. Вы не можете получить изображение мозга пациента и сказать: «Мне жаль, но, похоже, у вас поврежден мозжечок, поэтому вам трудно писать, но вот что мы можем сделать».

В работе, чтобы поставить диагноз, вам необходимо опираться на предшествующие исследования, в основном проделанные на животных, как те, что проводил Флуранс на кроликах и голубях. Поэтому, если вы хотите понять, какая область мозга повреждена у солдата, после чего он забыл, как пользоваться обыденными предметами вроде зубной щетки, вам нужно объединить свой любознательный исследовательский ум с обширным знанием из предшествующей неврологической литературы, и все это — с куда более скудной технологией, что мы имеем сейчас. Мы находимся в том же положении, когда пытаемся понять, что случилось с мозгом зомби. Так как мы не можем заполучить настоящего зомби и засунуть его в прибор МРТ, нам придется вернуться к классическому методу диагностики с помощью наблюдения. Нашим первым шагом в этой задаче диагностики мозга зомби будет изучение базовой схемы мозга и различных его частей. Это поможет нам, когда мы попытаемся разобраться, что пошло не так в мозге зомби.

ШИРОКАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Мозг — это орган, который управляет всем произвольным поведением. Это он вытаскивает вас из постели утром. Он позволяет вам наблюдать закат, нюхать розу, пробовать шоколад,

бить по футбольному мячу или бросать боевой топор в голову приближающегося зомби.

По сути, мозг — всего лишь набор миллиардов крошечных клеток, называемых нейронами и глией. Нейроны работают как маленькие операторы ввода-вывода, как транзисторы в компьютерах, но чуть более сложные. У них наверху есть маленькие ветки, которые называются дендритами и позволяют им слушать другие нейроны. Информация из этих ответвлений проходит через главную часть клетки, называемой телом или сомой. Это то, что дает серому веществу, ткани мозга, которая содержит нейроны, ее имя⁶. Ткань с плотными телами клеток выглядит слегка темнее, чем без них. Информация от дендритов интегрируется в тело клетки, и принимается решение «стрелять». Это не настоящая стрельба, а начало электрохимического сигнала, который передается от нейрона по длинному усику, — аксону. Аксоны иногда называют белым веществом, потому что на вид они белые. По сути, аксоны можно считать биологическими проводами компьютера, которым является наш мозг. На конце у каждого аксона есть маленькие ответвления, терминали аксона, которые связываются с дендритами других клеток. Если дендриты — это ветви дерева, то аксон — его ствол, а терминали — корни.

Каждый нейрон общается с другими нейронами, порождая электрический заряд, который приводит к тому, что клетка аксона выстреливает химические вещества в маленькую щель между терминалями и дендритами другой клетки. Эта щель называется синаптической. Химические вещества (известные как нейротрансмиттеры и нейромодуляторы) меняют напряжение следующей клетки, подводя ее к состоянию, при котором она выстрелит свой потенциал действия. Этот процесс передачи — фундаментальный вычислительный процесс мозга: клетка решает стрелять (или не стрелять) на основе сигналов,

⁶ Вообще-то она больше похожа на геркулесовую кашу, но, если мы впадимся в детали, вы больше не захотите ее есть.

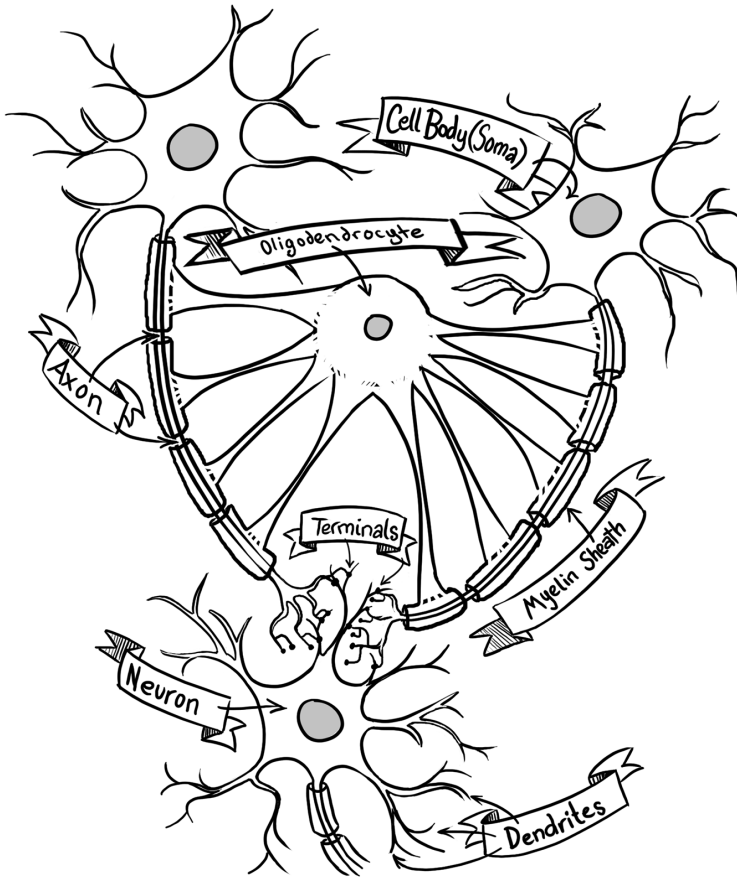


Рисунок 1.1. Клетки мозга делятся на коммуникаторы (нейроны) и поддерживающие клетки (глию). И у тех и у других есть тело (сoma), в котором содержатся структуры, поддерживающие жизнь нейрона. Нейроны общаются, посылая электрические импульсы (потенциалы действия) по проводной структуре (аксону), который формирует связь (синапс), едва касаясь веток (дендритов) следующего нейрона. Молекулы-коммуникаторы (нейротрансмиттеры) выделяются в это пространство, вступая в реакцию с рецепторами на дендрите следующей клетки. Глия окружает аксоны жировой тканью (миелиновой оболочкой) и помогает подчищать находящиеся поблизости молекулы и нейротрансмиттеры.

На рисунке: cell body (soma) — тело клетки (сoma), oligodendrocyte — олигодендроцит, axon — аксон, terminals — терминалы, myelin sheath — миелиновая оболочка, neuron — нейрон, dendrites — дендриты.

Разделяя сигналы от глаз так, что информация от внутренней (назальной) части вашего правого глаза проецируется в то же боковое коленчатое ядро, что и информация из внешней (височной) части левого глаза, мозг разбивает мир, который вы видите, на две части: левую и правую. Они называются зрительными полуполями. Отсюда левый и правый таламус посылают сигналы в первичную зрительную кору в затылочной части мозга. Левый таламус посылает сигналы в левую часть первичной зрительной коры, а правый таламус — в правую. Так, когда ваш мозг начинает складывать карты видимого мира, левая первичная зрительная кора видит правую сторону мира, а правая первичная зрительная кора — левую сторону.

Поверьте, отличить право от лево удивительно трудно в нейронауке.

Ладно, вернемся к ранней зрительной карте в новой коре. Область, которую изучал доктор Холмс в Первую мировую войну, — первичная зрительная кора. Она делит мир на серию ориентировок по линиям. Вспомните клип группы A-ha «Take on Me», где настоящая девушка превращается в свою рисованную версию, когда следует за парнем в мир комиксов. Примерно так же обстоит дело и здесь. Здесь очерчиваются границы и углы предметов, которые вы видите.

Каждая клетка в первичной зрительной коре активизируется, только когда «видит» что-то свое в части пространства. Это называется рецептивным полем клетки. Например, в ситуации в раздевалке есть клетка в вашем затылке, которая «стреляет», только когда видит линию ружейного ствола, лежащего в дальнем правом углу вашего зрительного поля. Может быть много клеток, которые видят эту часть пространства, но только одной клетке «нравятся» предметы, ориентированные под углом ружейного ствола. Некоторые клетки могут «стрелять», если они видят угол, ориентированный на 45 градусов, а другие могут стрелять, если ориентация 0 градусов (горизонтальная). Многие клетки «стреляют», видя ориентацию ружейного ствола, многие

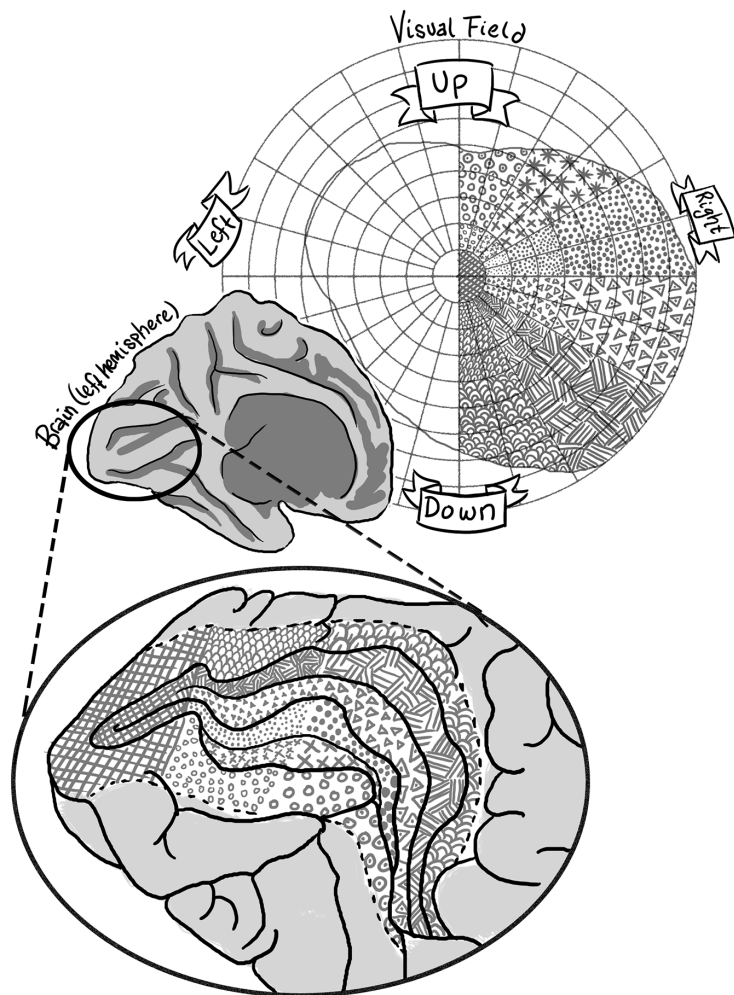


Рисунок 7.1. Мы воспроизвели оригинальные чертежи Гордона Моргана Холмса 1918 г., которые показывают, как зрительный мир представлен на пространственной карте мозга. Когда вы смотрите прямо перед собой, верхняя часть того, что вы видите, представлена нижними частями первичной зрительной коры, и наоборот для предметов в нижней части видимого мира. Предметы в центре видимого мира, на которых вы фиксируете взор, представлены центральными областями первичной зрительной коры, а внешние (латеральные) участки первичной зрительной коры видят предметы на периферии зрения. Перед нами внутренняя часть левого

не стреляют, потому что он направлен не под тем углом. Это позволяет первичной зрительной коре делать простую и быструю сегментацию зримого мира.

Эта первичная зрительная кора — любопытное место в пространственном восприятии, потому что рецептивные поля организованы в пространственно согласованную карту. Нижние части первичной зрительной коры «видят» зоны в верхней части зрительного поля. Центральная часть вашего зрительного поля, то, что вы видите, когда смотрите на этот текст прямо сейчас, обрабатывается центральной зоной первичной зрительной коры, а ваше периферическое зрение «видят» нейроны во внешней части первичной зрительной коры. Напротив, нижнюю часть вашего зрительного поля видят нейроны, которые расположены над теми нейронами, что видят верхнюю часть вашего зрительного поля.

Вы понимаете теперь, что разделение мира на пространственные части начинается здесь, в вашем затылке, и это обнаружил Холмс сто лет назад.

Еще раз давайте вернемся к вашей сложной ситуации в раздевалке с голодным ходячим мертвецом, направляющимся к вам. На уровне первичной зрительной коры мозг формирует простую «карту» видимого мира и, что более важно, примерное положение ружья. Эта разбивка зримого мира создается через серию повторяющихся карт в мозге в зонах, которые вместе называются экстрастриарной корой. Клетки в этих областях создают карту мира, видимую сетчаткой и впервые сформиро-

полушария (правое полушарие не показано), с приближением первичной зрительной коры на затылке. Каждый узор первичной зрительной коры в приближении соответствует зоне в зрительном поле, которое видят наши глаза, представленном в большом круге вверху справа. (Карта Холмса в: Холмс Г. Нарушения зрения при поражениях мозга (Holmes G. Disturbances of vision by cerebral lesions // British Journal of Ophthalmology, 1918, 2, 353–384)).

На рисунке: brain (Left hemisphere) — мозг (левое полушарие), visual field — зрительное поле, left — лево, up — верх, right — право, down — низ.

ванную в первичной зрительной коре. В этой ретинотопической карте⁴³ мир представлен так же, как в сетчатке вашего глаза. Однако каждая экстрастриарная мозговая область ищет разные объекты в мире (например, цвета, изгибы, движение), и размер рецептивных полей становится только больше.

Насколько надежна эта разбивка? Оказывается, если знать, что представляет каждая карта, например цвет, движение или ориентацию в пространстве, можно воспроизвести, что видит человек, просто глядя на активность в этих зонах. Ученые делают это сейчас с использованием фМРТ, измеряя активность во всех областях зрительной коры, пока испытуемый смотрит клипы из разных фильмов или набор картинок. Глядя на флуктуации в сигнале от каждой из этих маленьких карт и зная, что представляет каждая зона, исследователи могут заново собрать фильм, который смотрит человек, — все благодаря сложным компьютерным алгоритмам (мы называем это «декодированием» сигнала фМРТ). Например, когда человек смотрит видеоклип о красной птице, которая летит по небу, можно увидеть активность в разных зрительных картах мозга, которые представляют красный цвет, движение объектов и идентификацию объектов (скажем, животные). Каждая карта не только отражает какой-то аспект зрительной характеристики, как цвет или движение, но и то, где в пространстве это происходит. Считывая коллективную активность этих разных карт, компьютерные алгоритмы могут воссоздать грубую версию того, что видит человек. Это будет размыто, мозаично — не идеально (то есть компьютер может решить, что человек видит свинью вместо птицы), но как первый шаг в методах декодирования это весьма неплохо. Алгоритмы декодировки делают то же, что и когнитивные области мозга человека: считывают коллективную активность многих маленьких карт зримого мира и соединяют их вместе в модель мира, который человек видит.

⁴³ Похожая на карту своего рода проекция сетчатки в латеральном коленчатом теле и других отделах мозга. — *Прим. ред.*

Перспектива этих новых технологий для расшифровки мозга опирается на очень важный принцип: мозг разбивает информацию, которую видит (или слышит, или пробует на вкус), в осмысленные и, что более важно, надежные модули, представляющие конкретные части информации. Если бы мы могли просканировать ваш мозг с помощью фМРТ, пока на вас нападает зомби в раздевалке, мы бы использовали активность вашего мозга, чтобы воспроизвести фильм о приближающемся зомби и положении ружья, — из безопасной и защищенной лаборатории. Возможно, даже поедая попкорн.

ПУТЬ «ГДЕ»

После того как зрительные сигналы проходят через различные карты видимого мира в мозге, они достигают развилки. Некоторые каскады сигналов отправляются в области мозга, которые расположены в нижней части новой коры, преимущественно в височную долю. Мы поговорим об этом пути в следующей главе. Остальные сигналы идут в теменную долю головного мозга.

Сигналы, которые отправляются в височную долю, называются вентральным зрительным трактом, и все они определяют, что вы видите. Они будут важны для вашего мозга, чтобы составить конкретную геометрическую конфигурацию линий и блестящей кобальтовой стали и определить ружье. Напротив, сигналы, которые идут к теменной доле, называются дорсальным зрительным трактом, и все они касаются знания, где предметы расположены в пространстве. Они важны для точного понимания, где лежит это ружье, чтобы вы могли дотянуться и схватить его. Эти два расходящихся тракта зрительной информации, которые представляют собой два разных знания, иногда называют пути «что» («восприятие для опознания», вентральный) и «где» («восприятие для действия», дорсальный).

Так как в этой главе нас интересует вопрос зрительного пространственного внимания, мы сфокусируемся на дорсальном



Рисунок 7.2. Дорсальный зрительный тракт «где» — один из главных трактов обработки зрительной информации. Этот путь проходит от первичной зрительной коры в затылочной части мозга в теменную долю и пытается реконструировать видимое нами пространство. Зрительный тракт помогает координировать пространственное внимание.

На рисунке: dorsal visual stream — дорсальный зрительный тракт.

зрительном тракте. Путь «где» проходит через верхние участки задней теменной области. Это весьма любопытное место, и нейрочеловеки все еще пытаются понять его функцию. Пока мы знаем, что здесь восприятие (вижу ружье) и внимание (в курсе про ружье) соединяются вместе. Рецептивные поля клеток

в теменной коре гораздо больше тех, что находятся в первичной зрительной коре (то есть отдельная клетка вбирает в себя большую долю видимого мира). По сути, одна клетка может «видеть» почти половину грязной раздевалки, в которую вы угодили.

Многие из этих клеток, по-видимому, делают акцент на некой зоне в пространстве, чтобы вы уделили ей внимание. Некоторые даже активизируются, только когда в зоне пространства есть что-то интересное и когда ваша рука находится там — например, когда вы протягиваете руку к ружью. Эта любопытная связь между зрительным пространством и «пространством тела» (проприорецепция, осознание позиции частей вашего тела в пространстве) привела к тому, что некоторые ученые называют дорсальный зрительный тракт путем «как», потому что многие нарушения, связанные с повреждением этого участка мозга, влияют на то, как люди действуют.

ТЕМЕННАЯ ДОЛЯ И ВНИМАНИЕ

Большая часть того, что мы знаем о роли теменной коры в пространственном восприятии и внимании, исходит, опять-таки, от людей, у которых был поврежден мозг. В начале XX века европейский невролог Резо Балинт впервые описал странные зрительные нарушения, которые он заметил у пациентов с повреждением правой и левой теменных долей. Этот тип повреждения мозга, называемый синдромом Балинта, приводит к сложным и странным симптомам.

Пациенты с синдромом Балинта испытывают трудность в восприятии более одного предмета одновременно. Если они смотрят на ручку, то не способны «видеть» что-либо кроме ручки. Термин «симультанная агнозия» означает, что они не могут осознавать предметы одновременно, например ручку и врача, который держит ее. Еще им трудно фокусировать взор на предметах в среде (окуломоторная апраксия) и трудно протягивать руки к предметам, которые они видят (оптическая атаксия).