

NEW YORK TIMES BESTSELLER

# Мозг подростка

ФРЭНСИС Э. ДЖЕНСЕН  
Эми Эллис Натт

СПАСИТЕЛЬНЫЕ  
РЕКОМЕНДАЦИИ  
НЕЙРОБИОЛОГА  
ДЛЯ РОДИТЕЛЕЙ  
ТИНЕЙДЖЕРОВ



МОЗГОВОЙ ШТУРМ 

Психология. Мозговой штурм

Фрэнсис Дженсен

**Мозг подростка. Спасительные  
рекомендации нейробиолога  
для родителей тинейджеров**

«ЭКСМО»

2015

УДК 159.922.7  
ББК 88.8

**Дженсен Ф. Э.**

Мозг подростка. Спасительные рекомендации нейробиолога  
для родителей тинейджеров / Ф. Э. Дженсен — «Эксмо»,  
2015 — (Психология. Мозговой штурм)

ISBN 978-5-04-095006-5

Эта книга была написана как ответ на многочисленные вопросы, полученные профессором Фрэнсис Э. Дженсен от родителей, учителей и даже от подростков. Все они хотели поделиться своими историями, спросить что-то и попытаться понять, как помочь их детям – или самим себе – пройти этот волнующий, но сложный переходный период. Цель книги – дать практические советы родителям, чтобы они смогли поддержать своих детей. Подростковый мозг находится на особенной ступени развития. Как расскажет эта книга, у подростков есть присущие только этому возрасту слабости, но при этом у них есть и необычайно сильные качества, которые исчезнут по мере взросления.

УДК 159.922.7

ББК 88.8

ISBN 978-5-04-095006-5

© Дженсен Ф. Э., 2015

© Эксмо, 2015

## Содержание

Введение	6
Глава 1	12
Глава 2	17
Глава 3	29
Глава 4	39
Конец ознакомительного фрагмента.	49

# Фрэнсис Э. Дженсен, Эми Эллис Натт

## Мозг подростка: спасительные рекомендации нейробиолога для родителей тинейджеров

*Эта книга посвящена двум моим сыновьям, Эндрю и Уиллу. Наблюдение за тем, как они превратились в молодых людей, пройдя через подростковые годы, доставило мне огромную радость. А их воспитание стало, пожалуй, самой важной работой в моей жизни. Мы вместе отправились в путешествие, во время которого не только я учила их, но и они меня. Результатом стала данная книга, и я надеюсь, она будет полезна не только для тех, кто воспитывает подростков, но и для самих подростков.*

*Когда мне было четырнадцать, мой отец был так глуп, что я с трудом выносил его; но когда мне исполнился двадцать один год, я был изумлен, насколько этот человек поумнел за последние семь лет.*

**Марк Твен**

*Хотел бы я, чтобы между шестнадцатью и двадцатью годами не было никакого возраста или чтобы молодежь могла проспать это время; а то ведь в эти годы у них только и дела, что делать девкам детей, обирать стариков, воровать да драться.*

**Уильям Шекспир «Зимняя сказка»**

Frances E. Jensen, M.D. with Amy Ellis Nutt

THE TEENAGE BRAIN: A NEUROSCIENTIST'S SURVIVAL GUIDE TO RAISING ADOLESCENTS AND YOUNG ADULTS

©2015 Frances E. Jensen with Amy Ellis Nutt (P)2015 HarperCollins Publishers

Published by arrangement with William Morrow, an imprint of HarperCollins Publishers.

Michelle Burford's name no less than 33% of Am Purdy's.

Any change of the title for approval if different from the original

© Епимахов О.С., перевод на русский язык, 2019

© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2019

### **Из этой книги вы узнаете:**

- ✓ Есть ли у подростковой безрассудности объективные причины
- ✓ Почему подростки любят долго спать
- ✓ В каком возрасте мозг подростка становится мозгом взрослого человека
- ✓ Как понять, нормальны ли проблемы вашего подростка или ему нужна помощь
- ✓ Зачем подростки ввязываются в рискованные авантюры
- ✓ Как объяснить подростку, почему ему стоит воздержаться от алкоголя
- ✓ Когда подавленность перерастает в депрессию, требующую внимания психиатра
- ✓ Почему стресс для подростков вреден, но неизбежен
- ✓ Чем отличаются подростки-девочки от подростков-мальчиков с точки зрения нейро-

наук

## Введение

### Что такое быть подростком

О чем он вообще думал?!

Мой симпатичный рыжеволосый сын только что вернулся от друга – с выкрашенными в черный свет волосами. Несмотря на внутреннюю панику, я ничего не сказала.

«Хочу сделать здесь несколько красных полосок», – бросил он небрежно.

Я была ошарашена. Неужели это действительно мой ребенок?! Я стала часто задаваться этим вопросом, когда мой пятнадцатилетний сын Эндрю учился в десятом классе средней школы в Массачусетсе. Я старалась его понять. После развода я одна растила двух сыновей-подростков, совмещая это с напряженной работой в Бостонской детской клинической больнице и Гарвардской медицинской школе. И хотя я иногда чувствовала вину за то, что мало времени провожу с сыновьями, я старалась быть для них самой лучшей матерью. В конце концов, я ведь преподавала на факультете педиатрической неврологии и активно изучала развитие мозга. Моей специализацией был детский мозг.

Но мой милый первенец вдруг неожиданно стал для меня совершенно незнакомым и непредсказуемым. Он только что перешел из девятого класса вполне обычной средней школы, где пиджаки и галстуки были нормой, в очень прогрессивную среднюю школу. Там он в полной мере проникся местными обычаями, частью которых являлся «альтернативный» стиль одежды. Да что там говорить, у его лучшего друга были стоящие колом волосы, выкрашенные в синий цвет.

Я сделала глубокий вдох и попыталась успокоить себя. Я знала, что если буду сердиться на него, это не принесет никакой пользы, и, скорее всего, лишь сильнее оттолкнет его от меня. По крайней мере, сейчас он чувствовал себя достаточно комфортно, чтобы рассказывать мне, что он собирается сделать, прежде чем делать это на самом деле. Я поняла, что это мой шанс, и быстро ухватила за него.

«Вместо того чтобы пачкать волосы каким-то дешевым красителем, может, я отведу тебя к моему парикмахеру и он сделает тебе красные полоски?» – предложила я. Поскольку я еще и собиралась за это заплатить, Эндрю с радостью согласился. Мой стилист, который сам был в некотором роде панк-рокером, сработал блестяще – настолько, что тогдашняя подруга Эндрю вдохновилась его новым образом и сама решила покраситься в черно-красный цвет. Но поскольку она попыталась сделать это самостоятельно, стоит ли говорить, что результат был совершенно иной...

Вспоминая те дни, я понимаю, что мои «якобы знания» о сыне в этот трудный период его жизни перевернулись на сто восемьдесят градусов. (Что это – компостная куча посреди его спальни или прачечная?!) Эндрю, казалось, застрял где-то между детством и взрослостью, находясь в тисках запутанных эмоций и импульсивного поведения, но физически и интеллектуально являясь все же больше мужчиной, чем мальчиком. Он экспериментировал над собой, и самым главным полем для экспериментов был его внешний вид. Как мать и невролог, я думала, что знаю все о том, что происходит в голове моего подростка. Очевидно, я не знала ничего! Я не знала, что происходит и вне его головы. Поэтому, как мать и ученый, я решила, что просто обязана выяснить это.

На работе в то время я изучала, главным образом, мозг младенцев и занималась лабораторными исследованиями эпилепсии и развития мозга. Я занималась также прикладной нейробиологией – пыталась создать эффективные способы лечения мозговых нарушений. Однако внезапно у меня появился новый научный эксперимент и проект: мой младший сын, Уилл, был на два года младше Эндрю. Что меня ждало, когда Уилл достигнет того же возраста, что и

его старший брат? Многое мне было непонятно. Почти каждый день я наблюдала, как Эндрю превращается в другое существо, однако в глубине души я знала, что он по-прежнему остается тем же самым чудесным, добрым, умным ребенком, которым всегда был.

Так что же происходило? Чтобы выяснить это, я решила углубиться в исследование данного «чужеродного подвида» под названием подросток и использовать эти знания, чтобы помочь моим сыновьям более плавно перейти ко взрослой жизни.

Подростковый мозг вплоть до последнего десятилетия не был популярным объектом для исследований. Основное финансирование в области неврологии и нейропсихологии направлено на изучение развития детей и младенцев – начиная от трудностей в обучении и заканчивая ранними эффектами терапии. Или, если брать другую сторону спектра, на заболевания мозга пожилых, особенно на изучение болезни Альцгеймера. Еще несколько лет назад нейробиология подросткового мозга, не получавшая достаточного финансирования, была слабо изучена. Ученые считали – и, как оказалось, ошибочно, – что формирование мозга практически завершалось к тому времени, когда ребенок шел в детский сад. Именно поэтому в последние два десятилетия родители младенцев и малышей, пытаясь совершить скачок в образовании своих чад, закупали им массу обучающих средств – наподобие дисков с уроками «Как сделать из ребенка Эйнштейна» и «Откройте в ребенка Моцарта».

А как насчет подросткового мозга? Большинство думало, что он почти такой же, как у взрослых, только с меньшим «пробегом». Но оказалось, что это совершенно не так.

Существуют и другие заблуждения и мифы о подростковом мозге и подростковом поведении, которые настолько укоренились, что стали общепринятыми: подростки импульсивны и эмоциональны из-за всплеска гормонов; подростки ведут себя бунтарски и идут наперекор взрослым, потому что хотят быть непохожими на других; если подростки иногда напиваются без ведома родителей – что ж, у них гибкие мозги, поэтому они обязательно восстановятся без серьезных последствий. Еще одно предположение состоит в том, что в пубертате закладывается фундамент личности: тот коэффициент интеллекта или те таланты (технаря или гуманитария), которые проявились к этому времени, не изменяются в течение всей жизни.

И опять это неверно. Подростковый мозг находится на особенной ступени развития. Как расскажет эта книга, у подростков есть присущие только этому возрасту слабости, но при этом у них есть и экстраординарные сильные качества, которые исчезнут по мере взросления.

Чем больше я изучала новую научную литературу о подростках, тем больше понимала, насколько ошибочно смотреть на мозг подростков через призму нейробиологии взрослых. Я узнала, что в пубертате функционирование мозга, его внутренние связи и возможности совершенно другие. Я также поняла, что эта новая наука о подростковом мозге не знакома большинству родителей – по крайней мере тем, у кого нет специального образования, как у меня. И именно этой аудитории нужно узнать о подростковом мозге: родителям, опекунам, учителям, которые, как и я, озадачены, разочарованы и раздражены подростками, находящимися у них на попечении.

Когда моему сыну Уиллу было шестнадцать лет, он сдал экзамен по вождению. Он редко давал мне поводы для беспокойства, но все изменилось одним ранним утром.

Через несколько недель после получения прав он самостоятельно начал ездить в школу на нашем *Dodge Intrepid* 1994 года – большой, старой, надежной машине.

В тот день все, казалось, шло хорошо. Как обычно, Уилл выехал примерно в 7:30, поскольку занятия в школе начинались в 7:55. Однако, когда я выходила из дома на работу, приблизительно в 7:45, сын позвонил мне и сказал: «Мам, я в порядке, но машина в хлам».

Что ж, я была благодарна, что у него сохранилось присутствие духа, чтобы сначала сказать, что он в порядке. Но его машину я уже представляла свисающей с дерева. Я крикнула: «Выезжаю!» – и прыгнула в свое авто. Когда я подъехала к школьному входу, я увидела полицейские машины с мигалками.

Что же он натворил? Уилл решил, что сможет свернуть налево, к входу в школу, в потоке машин, стремительно мчащихся в противоположном направлении. Это могло сработать, если бы ему попала такая же мамочка, как я. Она просто покачала бы головой и ударила по тормозам. Но в то утро вместо такой мамочки Уиллу попался двадцатитрехлетний парень, строитель, ехавший на своем *Ford F-150* на работу. Он также не был настроен уступать дорогу, как Уилл не был настроен ждать. Поэтому и произошла авария. Хорошо еще, что подушки безопасности 1994 года сработали в 2006-м.

Уилл стоял рядом с совершенно разбитой машиной. Ему хотелось провалиться сквозь землю, когда практически вся школа – и ученики, и преподаватели – проезжала мимо него. Отличный урок для Уилла. Я поняла это сразу – и благодарила судьбу за то, что он и другой водитель вышли целыми и невредимыми из этой битвы за право преимущественного проезда.

«О чем он вообще думал?!» – начала я свой привычный внутренний монолог. Но моментально одернула себя: «О нет, снова за старое».

В этот раз я быстро успокоилась. Я уже знала гораздо больше. Я знала, что мозг Уилла, как и мозг Эндрю, как и мозг любого подростка, все еще развивается.

Уилл был уже не ребенок и при этом его мозг продолжал меняться и даже расти. Я не понимала этого до тех пор, пока Эндрю не заставил меня критически оценить все, что я знаю о мозге. Я поняла: важно не только то, что происходит внутри головы подростков, но и то, что там *не* происходит.

Подростковый мозг – удивительный орган, способный на титаническую работу и настоящие подвиги в обучении, как вы узнаете далее из этой книги. Грэнвилл Стэнли Холл, основатель психологии детства, писал в 1904 году о радостном энтузиазме подростковых лет следующее:

«Эти годы – лучшее десятилетие в жизни. Ни один возраст не является столь же отзывчивым на все лучшее и мудрейшее, что предлагают взрослые. Ни в одной духовной почве семя, плохое или хорошее, не пускает таких глубоких корней и не растет так стремительно и не дает плоды так быстро и так явно».

Холл оптимистично называл подростковые годы «рождением воображения», но он также понимал, что этот период имеет и свои опасности – импульсивность, рискованное поведение, перепады настроения, отсутствие проницательности, ошибочность суждений. Однако он не мог предусмотреть то количество опасностей, которым будут подвергаться сегодняшние подростки – через Интернет и социальные сети. Сколько раз я слышала от друзей, коллег и даже незнакомых людей, которые подходили ко мне после моих лекций, о безумных вещах, которые вытворяли их дети-подростки или друзья их детей?

Дочь, «укрававшая» мотоцикл своего отца и разбившая его на повороте. Дети, которые занимаются «планкингом» – лежанием плашмя на любых поверхностях (в том числе на перилах балкона) и фотографирующие это. Или еще более ужасные примеры: «водочный глаз» – наливание алкоголя в глаз, чтобы получить мгновенный кайф, или глотание разбавленного отбеливателя в надежде, что он «очистит» мочу от следов марихуаны – чтобы пройти тест на наркотики, необходимый для работы в выходные.

Мозг продолжает формироваться – под влиянием окружения – и тогда, когда молодым людям уже далеко за двадцать. Поэтому пубертат – это не только время великих надежд, это также время уникальных опасностей. Ежедневно ученые находят новые доказательства того, что подростковый мозг реагирует на окружающий мир не так, как реагирует мозг детей или взрослых. И реакция подросткового мозга на мир в большой степени объясняет импульсивные, иррациональные и ошибочные решения, которые так часто принимают подростки.

Отчасти в проблеме непонимания подростков виноваты взрослые. Мы постоянно отправляем им противоречивые послания. Мы предполагаем, что когда наши подростки начинают



выглядеть как взрослые – у девочек формируется грудь, у мальчиков растут усы, – то они сразу же могут и вести себя как взрослые, и поэтому к ним якобы нужно относиться как к взрослым. Подростки могут быть призваны в армию и даже на войну, они могут жениться без согласия родителей, а в некоторых местах – даже заниматься политикой. В последние годы семнадцатилетних подростков уже выбирали мэрами небольших городов в штатах Нью-Йорк, Пенсильвания, Айова, Мичиган и Орегон. Конечно, закон относится к подросткам как к взрослым, особенно когда их обвиняют в жестоких преступлениях и судят их во взрослых уголовных судах. Но так же часто мы относимся к нашим подросткам как к детям или, по крайней мере, как к не вполне компетентным взрослым. Нам надо самим разобраться в наших противоречивых посланиях!

В последние несколько лет я даю лекции по всей стране – для родителей, подростков, врачей, исследователей и психотерапевтов, рассказывая им об открытиях новой науки о подростковом мозге, объясняя риски и позитивные стороны.

Эта книга была написана под воздействием огромного – сногшибательного! – количества откликов, которые я получила от родителей и учителей (и иногда даже от подростков), которые слышали мои лекции. Все они хотели поделиться своими историями, задать вопросы и попытаться понять, как помочь их детям – и самим себе – пройти этот волнующий, но сложный этап.

Я узнала от моих собственных сыновей, что подростки, на самом деле, не являются каким-то инопланетными существами, но всего лишь неправильно понятыми существами. Да, они другие, но эти различия объясняются важными физиологическими и неврологическими причинами. В этой книге я объясняю, что подростковый мозг, с одной стороны, дает серьезные преимущества, но с другой стороны, он сильно уязвим. Я надеюсь, что вы используете эту книгу как справочник, как своего рода руководство по выживанию, чтобы позаботиться о своих детях-подростках и подпитать их мозг.

Я хочу не просто помочь взрослым лучше понять их подростков. Я хочу дать практические советы, чтобы родители смогли поддержать своих детей.

Не только подростки должны пройти через этот увлекательный, но непростой период жизни. Родители, воспитатели и учителя – тоже. Я проходила его дважды. Это умиряет, радует и смущает одновременно. Почти десятилетие назад, когда мне стало очевидно, что быть родителем подростков – это не то же самое, что заботиться о выросших детях, я сказала: ладно, давайте поработаем над этим вместе.

Помню, однажды, когда Эндрю учился на втором курсе, неизбежный момент настал. Приближались экзамены, а он все еще обращал больше внимания на спорт и вечеринки, чем на книги и домашние задания.

Поскольку я ученый, я понимаю, что обучение обладает накопительным эффектом – все новое базируется на уже выученном, поэтому необходимо поддерживать свои знания. Я взяла блокнот и просмотрела все главы учебников Эндрю. На одной стороне страниц я написала задачу, которую он должен решить, а на другой стороне – ее решение. Все, что ему было нужно, это модель, шаблон, структура. Это был переломный момент для него и для меня. Эндрю понял, что ему действительно нужно сделать работу – сесть и сделать ее, – чтобы научиться чему-то. Он также понял, что работать на кровати, когда вокруг все разбросано, не стоит. Ему нужна была большая упорядоченность, поэтому он сел за свой стол, взял точилку для карандашей и листок бумаги, научился дисциплинировать себя.

Ему нужно было больше подсказок. Я могла планировать, а он – еще нет. Структурированная среда помогала ему в учебе, и, в конечном счете, у него стало получаться, он сидел за своим столом часами. Я знаю это, потому что проверяла его. Я также знала, что это хороший пример вспомогательной роли места в обучении. Ученые доказали, что лучший способ

вспомнить то, что вы учили, – вернуться в то место, где вы это учили. Для Эндрю это был его стол в спальне.

Как я объясню позже, подростки «заряжены» на обучение – их мозг готов для знаний, – поэтому очень важно, где и как они учатся. Организовать место для выполнения домашних заданий – это то, в чем любой родитель способен помочь своему ребенку. И поскольку домашние задания – одна из основных вещей, которые дети делают дома, вы должны помогать им, даже если у вас нет научной степени по тому предмету или предметам, которыми они пренебрегали месяцами.

Вы можете предложить своим подросткам проверить их задания, орфографию и пунктуацию в сочинениях или просто проследить за тем, чтобы они сидели на удобном стуле. И пусть у вас нет знакомого парикмахера, который сделал бы красные полоски, главное, чтобы у вас была наготове домашняя краска для волос – на тот случай, если ваш подросток захочет изменить себя.

Пусть подростки экспериментируют с этими безвредными вещами, чем бунтуют и попадают в гораздо более серьезные неприятности. Попробуйте не заикливаться на выигрыше битвы, когда вы должны выиграть войну. Ваша конечная цель – помочь подросткам пройти через необходимые эксперименты, которые им нужны по природе, без долгосрочных неблагоприятных последствий. Подростковый возраст – прекрасное время, чтобы укрепить сильные стороны ребенка и скорректировать слабые, требующие внимания.

Вы должны «залезть в голову» вашего ребенка. У всех детей есть трудности, в разрешении которых вы можете помочь. Эти трудности могут быть повсюду: дети теряют учебники, засовывают важные тетради на дно своих рюкзаков, неправильно понимают домашние задания. Иногда – почти всегда – они просто неорганизованны, не обращают внимания на детали происходящего. Поэтому ожидать, что они всегда поймут, как выполнить домашнее задание, – значит ожидать слишком многого.

Подростки не всегда будут принимать ваши советы, но вы и не сможете дать их, если не будете в теме, если не попытаетесь понять, как они усваивают новое. Знайте, что подростки также озадачены собственным непредсказуемым поведением и нестабильным инструментом, который находится в их распоряжении, – своим мозгом. И они не могут рассказать вам об этом. Гордость и имидж чрезвычайно важны для подростков, они не в состоянии посмотреть на себя со стороны и быть самокритичными.

Моя книга – о понимании границ и о том, как вы можете поддержать своих детей-подростков. Чтобы вы не злились на них, не чувствовали себя загнанными в тупик и готовыми капитулировать, я помогу вам понять, что выводит их из равновесия. Многое из того, что есть в этой книге, удивит вас, ведь наверняка вы думали, что строптивое поведение подростков – это нечто, что они могут контролировать; что их черствость, гнев или рассеянность совершенно осознанны; и что их отказ услышать ваши советы, просьбы или требования – вполне осмыслен. А ведь ничто из этого не является правдой.

Путешествие, в которое я возьму вас, иногда будет шокировать, но к концу книги, я обещаю, вы разберетесь в том, что движет вашими подростками. Я старалась предоставить, где это возможно, данные из научных журналов. Существует много исследований, недоступных для широкой публики. Крайне важно помнить, что подростки очень уважают информацию. Поэтому, когда вы говорите с подростком, вы обязаны предоставить им реальные данные. Я старалась приводить как можно больше научных фактов. Есть много мифов о подростках, которые нужно развенчать: эта книга является попыткой устранить эти мифы, опираясь на научные исследования.

Однако чтобы данная книга была действительно эффективной, вы должны помнить простое правило: *считайте до десяти*. Это стало своего рода мантрой для меня, когда я воспитывала моих сыновей. Но это означает нечто большее, чем просто глубокое дыхание. Позвольте

мне объяснить. На курсах по лидерству, которые я посещала для своей профессиональной карьеры, мы рассматривали девиз бойскаутов «Будь готов». Тогда я узнала, что американский предприниматель тратит на подготовку к совещаниям в среднем около двух минут. Я не имею в виду большие презентации. Я имею в виду встречи один на один, на которые мы часто идем непринужденно, не тратя много времени на предварительную подготовку.

Когда я услышала эту статистику, сначала она меня шокировала, но затем я подумала о моем собственном профессиональном мире. Я являюсь руководителем факультета неврологии большого университета, и у меня есть своя лаборатория со множеством выпускников и аспирантов. И я согласна, что очень мало времени посвящается планированию или «репетиции» всех этих встреч один на один с коллегами и сотрудниками, и тем не менее именно эти личные, прямые взаимодействия часто играют ключевую роль в успехе организации. Точно так же впечатление, которое вы производите на этих встречах, может повлиять на вашу карьеру; вот почему так важно планировать заранее и думать о том, как другой человек отреагирует на ваши действия во время одной из таких встреч. Продумайте, что вы хотите сказать на этой встрече, и предположите диапазон реакций собеседника.

Теперь представьте, что другой человек – это ваш подросток. Готовность как к его положительной, так и к отрицательной реакции поможет выбрать варианты того, что сказать или сделать дальше. Если вы будете казаться импульсивным или дезорганизованным, вы потеряете убедительность – в общении ли с коллегой, сотрудником или вашим подростком.

Родителей и учителей чтение этой книги вооружит фактами и силой духа. Изменение поведения вашего подростка отчасти зависит от вас, так что вы должны придумать план действий и стиль действий, которые подходят для вашей семьи и детей, а также для ваших потребностей и желаний. Помните, что вы взрослый, и если вашему ребенку меньше восемнадцати лет, вы также несете юридическую ответственность за него. Безусловно, суды спросят с вас за ребенка и за ту обстановку, в которой вы его воспитываете. Так что берите на себя инициативу и старайтесь думать за ваших детей-подростков – до тех пор, пока их собственные мозги не будут готовы взять на себя эту работу.

Важнейшая часть человеческого мозга – место, где происходит оценка ситуаций и принятие решений, – это *лобные доли*. Данная часть мозга созревает последней, и именно поэтому вы должны быть лобными долями ваших подростков до тех пор, пока их мозг полностью не сформируется и не будет работать самостоятельно.

Но самый важный совет, который я хочу дать следующий: оставайтесь вовлеченными в их дела. Я, мать двоих сыновей, которых я обожаю, физически не могла заставить их делать то, что я хочу, когда они стали подростками – как я делала это тогда, когда они были маленькими детьми. В конце концов, они были слишком большими, чтобы просто взять их и поставить в то место, в которое я хочу. Мы теряем физический контроль над детьми, когда они взрослеют. Наш лучший инструмент, когда они входят в подростковый период, это способность посоветовать и объяснить, а также быть хорошим образцом для подражания.

Если я что и узнала в общении с моими мальчиками, так это следующее: неважно, какими бы рассеянными или дезорганизованными они ни были, сколько бы заданий они ни забывали принести домой из школы, они смотрели на меня и оценивали *меня*, равно как и всех других взрослых, которые их окружали. Я поговорю об этом подробнее далее, но пока просто скажу, что все в моей жизни и жизни моих сыновей сложилось хорошо. Вот результаты двух моих бывших подростков: Эндрю окончил Уэслианский университет с комбинированным дипломом бакалавра-магистра в области квантовой физики в мае 2011 года и в настоящее время работает над получением степени доктора. Уилл окончил Гарвардский университет в 2013 году и устроился на работу в бизнес-консалтинг в Нью-Йорке. И вы сможете пережить пубертат ваших детей. И они тоже переживут его. И у вас будет много историй, которые так весело будет вспоминать, когда все закончится.

## Глава 1

### Начало подросткового периода

В июле 2010 года я получила электронное письмо от разочарованной матери девятнадцатилетнего парня, который только что закончил первый курс колледжа. Эта мама слышала, как я рассказывала о подростковом мозге родителям и учителям города Конкорд, Массачусетс, и ее письмо выражало широкий спектр эмоций – от печали и замешательства, до злости на своего сына, чье поведение вдруг стало откровенно «странным».

*«Мой сын легко выходит из себя. Он возводит вокруг себя стену и не разговаривает. Он не смыкает глаз целую ночь и спит весь день. Он прекратил делать то, что приносило ему удовольствие. Когда-то он был милым, умным и общительным. А сейчас хорошее настроение для него редкость. Я думала, что выполнила уже самую трудную работу по его воспитанию, отправила его в очень хороший колледж... А это все закончилось вот таким вот образом».*

Письмо этой женщины завершилось простым вопросом: «Как я могу ему помочь?»

Подобные письма и звонки и побудили меня написать эту книгу. Через девять месяцев после того, как эта мама задала свой вопрос, я получила аналогичное письмо по электронной почте, на этот раз от мамы восемнадцатилетней дочери. Ее девочка, которая в свое время была такой уравновешенной, сейчас забросила свою учебу, стала дерзкой и повадилась убегать из дома. В итоге ее поместили в больницу для лечения депрессии. «Этот год был трудным для нас, – писала мать. – Иногда, судя по ее поведению и ее словам, казалось, что ее подменили. Она стала совершенно другим человеком».

Я знала, что чувствовали эти женщины. В свое время я тоже чувствовала беспомощность. Я только что развелась, когда мой старший сын Эндрю вошел в подростковый период. Я с болью осознавала, что будущее моих детей, равно как и их настоящее, зависит исключительно от меня. Я уже не могла закатить истерику и заявить: «Иди и поговори об этом со своим отцом!» Когда вы являетесь родителем-одиночкой, вся ответственность лежит на вас.

Будучи родителями, мы хотим открыть для своих детей какие-то двери – на самом деле это все, что мы можем. Мягко подтолкнуть их в нужном направлении. В детстве все идет более или менее по плану. Наши дети учатся тому, что правильно, а что нет, когда ложиться спать и когда вставать по утрам, чего не следует касаться и куда не стоит ходить. Они узнают о важности школы, о вежливости, а когда испытывают физическую или эмоциональную боль, они обращаются к нам за утешением.

Так что же происходит, когда им исполняется по четырнадцать, пятнадцать, шестнадцать лет? Каким образом милый, уравновешенный, счастливый, послушный ребенок, которого мы знали на протяжении более чем десяти лет, вдруг становится кем-то, кто совершенно нам неизвестен?

Именно об этом я сразу же говорю родителям: ощущение неприятной неожиданности, которое вы испытываете, не является чем-то необычным. Дети меняются и пытаются найти свое место в мире; их мозг и тело проходят через серьезную реорганизацию; и их явное безрассудство, грубость и упрямство не являются их виной! Почти все это объяснимо с неврологической, психологической и физиологической точек зрения. Как родитель или педагог вы должны напоминать себе об этом ежедневно – и даже ежечасно!

Подростковые годы – это действительно минное поле. И это относительно недавнее «открытие». Представление о подростковом периоде (отрочестве) существовало целую вечность, но как отдельный этап между детством и взрослостью о нем стали говорить лишь в середине XX века. Само слово «тинейджер» в качестве описания этой стадии между тринадцатью

и девятнадцатью годами появилось в печати впервые – и то мимоходом – в журнальной статье в апреле 1941 года.

В большей степени по экономическим причинам детей считали маленькими взрослыми вплоть до XIX века. Они были нужны для засеивания полей, дойки коров и мытья полов. К началу Американской революции половине населения новых колоний было меньше шестнадцати лет. Если в то время девушка оставалась одна, когда ей было восемнадцать, считалось, что она никогда не выйдет замуж. Вплоть до начала XX века дети старше десяти лет – а зачатую и младше! – были способны выполнять всевозможные виды работ либо на фермах, либо на городских фабриках, – даже если им нужно было вставать на подставки. К 1900 году, когда в разгаре была промышленная революция, в США работали более двух миллионов детей.

Две вещи, произошедшие до середины XX века, – Великая депрессия и появление средних школ – не только изменили отношение к детству, но и помогли выделить пубертат в особый период. С наступлением Великой депрессии, после обрушения фондового рынка в 1929 году, первыми потеряли работу дети. Единственным местом, куда они еще могли отправиться, была школа.

Именно поэтому к концу 1930-х, впервые в истории американского образования, большинство четырнадцати-семнадцатилетних были отправлены в старшие классы средней школы. Даже сегодня, согласно опросу 2003 года, проведенному Национальным центром изучения общественного мнения, американцы считают окончание средней школы первым показателем взрослости. (В большинстве регионов Великобритании, подросток считается взрослым даже если он не закончил среднюю школу, а в Англии, Шотландии и Уэльсе по закону допустимо не только бросить школу в шестнадцать лет, но и уйти из дома и жить независимо от родителей.)

В 1940 и 1950-х годах американские молодые люди, большинство из которых не должны были кормить свою семью, конечно, не казались взрослыми – по крайней мере, до тех пор, пока не оканчивали среднюю школу. Они обычно жили дома и зависели от своих родителей. Все больше детей стали ходить в старшие классы. Они выделились в особый сегмент общества. Они не были похожи на взрослых, одевались не так, как взрослые, у них были отличные от взрослых интересы и даже совершенно другой словарный запас. Короче говоря, они стали представителями новой культуры. Как написал в то время один анонимный автор: «Молодые люди стали подростками, потому что мы не предложили им других занятий».

Один человек предвидел это более ста лет назад. Американский психолог Грэнвилл Стэнли Холл не использовал термин «подросток» в своей революционной книге 1904 года о молодежной культуре, но из названия этого монументального труда «Юность: Ее психология и связь с физиологией, антропологией, социологией, сексом, преступностью, религией и образованием» – было ясно, что он считал промежуток между детством и взрослой жизнью отдельным этапом развития.

Для Холла, который был первым американцем, получившим докторскую степень Гарвардского университета в области психологии и первым президентом Американской ассоциации психологов, юность была особенным периодом жизни, отдельным и явным этапом, который качественно отличается от детства и взрослой жизни. Он говорил, что взрослая жизнь – сродни полностью сформировавшемуся разумному человеку; детство – сродни первобытному периоду, а юность – это этап необузданного энтузиазма, который Холл назвал примитивным, или «неоатавистическим», и поэтому контролируемым ненамного лучше, чем абсолютная анархия детства.

Холл предлагал родителям и педагогам следующее: юношей и девушек нужно не лелеять, а защищать и внушать им идеалы общественного служения, дисциплины, альтруизма, патриотизма и уважения к государству. Пусть Холл и был несколько провинциален в своих способах взаимодействия с юношеской бурей и стрессом, он, тем не менее, первым предположил наличие биологической связи между отрочеством и половым созреванием и даже использовал язык,

который предвосхитил появившееся у нейробиологов понимание гибкости, или пластичности, мозга.

*«Характер и личность формируются, но они пока очень пластичные. Самоидентичность и амбиции растут, и каждая черта характера подвержена преувеличению и крайности».*

Самоидентичность, амбиции, крайности – все это помогло определить понятие «подросток» для американской публики в середине XX века. Подростковый возраст как культурный феномен возник в послевоенную эпоху – когда появились юные модницы и меломанки, Джеймс Дин в «Бунтаре без идеала» и Холден Коулфилд в «Над пропастью во ржи».

Хотя подростковый возраст был определен и признан, грань между детством и взрослой жизнью остается – и продолжает оставаться – тонкой. Наше общество по-прежнему несет в себе пережитки вековой давности, касающиеся того, когда человека следует считать взрослым. В большинстве мест Соединенных Штатов человеку должно быть пятнадцать-семнадцать лет, чтобы он смог получить водительские права; восемнадцать лет – чтобы он смог голосовать, покупать сигареты и служить в армии; двадцать один год – чтобы пить алкоголь; и двадцать пять лет – чтобы взять машину напрокат.

Минимальный возраст, чтобы стать членом Палаты представителей, – двадцать пять лет; чтобы стать президентом Соединенных Штатов – тридцать пять; а минимальный возраст для претендентов на должность губернатора варьирует от отсутствия возрастных ограничений (шесть штатов) до минимального возраста в тридцать один год (Оклахома). Для выступления свидетелем в суде, заключения контрактов, запроса о выходе из-под родительской опеки или обращения за лечением от алкоголя или наркотиков нет минимального возраста. Но вам должно быть восемнадцать лет, чтобы вы смогли самостоятельно получить медицинскую помощь или составить имеющее юридическую силу завещание. По крайней мере в тридцати пяти штатах те, кому восемнадцать или меньше, должны задействовать родителей, чтобы сделать аборт.

Сколько же противоречивых сообщений мы даем этим подросткам, которые еще не в состоянии продрагаться через логику (если таковая имеется) общества, призывающего их к ответственности! Все это очень запутанно.

Так что же означает быть подростком? Мужчина-ребенок, женщина-ребенок, квази-взрослый? Этот вопрос гораздо больше, чем семантика, философия или даже психология, потому что он имеет серьезные практические последствия для родителей, педагогов и врачей, а также для системы уголовного правосудия, не говоря уже о самих подростках.

Холл, например, верил, что отрочество начинается с появления признаков полового созревания, и именно поэтому он считается основателем научного подхода к подростковому периоду. Хотя у него не было эмпирических доказательств этой связи, Холл знал, что понять ментальные, эмоциональные и физические изменения, которые случаются при переходе из детства во взрослую жизнь, можно, только поняв биологию полового созревания.

Одной из главных тем исследования пубертата уже давно являются «гормоны», но гормоны пользуются дурной репутацией у родителей и педагогов, которые винят их за все плохое, что происходит с подростками.

Я всегда думала, что выражение «бушующие гормоны» как бы говорит о том, что эти дети приняли какой-то колдовской коктейль, который заставил их действовать с диким пренебрежением ко всем и вся. Но, списывая все на гормоны, мы на самом деле обвиняем посредника. Подумайте об этом: когда ваш трехлетка закатывает истерику, вы обвиняете в этом бушующие гормоны? Конечно нет. Вы просто знаете, что трехлетние дети еще не выяснили, как контролировать себя.

В некотором смысле это верно и для подростков тоже. Когда дело доходит до гормонов, важно помнить, что подростковый мозг «видит» эти гормоны впервые. Мозг еще не выяс-

нил, как корректировать реакцию организма на этот новый приток химических веществ. Это немного похоже на первую (и, надеюсь, последнюю!) затяжку сигаретой. Когда вы вдыхаете, ваше лицо краснеет, вы чувствуете легкое головокружение и, возможно, даже небольшую тошноту.

Ученые теперь знают, что основные половые гормоны – тестостерон, эстроген и прогестерон – вызывают физические изменения у подростков – такие, как огрубление голоса и рост волос на лице у мальчиков и развитие груди и начало менструации у девушек. Эти половые гормоны присутствуют у обоих полов и в детстве. С наступлением пубертата концентрация этих химических веществ резко меняется.

У девочек уровень эстрогена и прогестерона будет колебаться с менструальным циклом. Поскольку оба гормона связаны с химическими веществами в мозге, контролирующими настроение, у радостного четырнадцатилетнего подростка может возникнуть внезапный эмоциональный спад – буквально в один момент.

У мальчиков тестостерон воздействует на рецепторы в *миндалине* – структуре, которая управляет реакцией «бей или беги», то есть агрессией или страхом. В пубертате у мальчика может быть в тридцать раз больше тестостерона в организме, чем до начала полового созревания.

Половые гормоны особенно активны в *лимбической системе*, которая является эмоциональным центром мозга. Это частично объясняет, почему подростки не только нестабильны в своих эмоциях, но и почему они ищут эмоционально заряженные события – начиная от книг, которые заставляют плакать, до американских горок, которые заставляют вопить. Это двойное воздействие – возбужденный и ищущий стимуляции мозг, не до конца способный принимать зрелые решения, – серьезно ударяет по подросткам, и последствия для них и их семей иногда бывают катастрофическими.

Хотя ученые уже давно знают, как работают гормоны, лишь за последние пять лет они смогли выяснить, почему гормоны работают именно так. Половые гормоны присутствуют при рождении, но они, по сути, спят более десяти лет. Что же потом будит их? Несколько лет назад исследователи обнаружили, что половое созревание инициируется своеобразным «гормональным домино». Оно запускается с помощью гена, производящего один белок – кисспептин (белок поцелуев) в гипоталамусе – той части мозга, которая регулирует обмен веществ. Этот белок воздействует на рецепторы, и, в конечном счете, заставляет гипофиз высвобождать свой запас гормонов. Всплески тестостерона, эстрогена, прогестерона поочередно активируют яички (у мальчиков) и яичники (у девочек).

После того как половые гормоны были обнаружены, они стали доминирующей теорией и любимым объяснением поведения подростков. Проблема этой теории в том, что уровень гормонов у подростков не выше, чем у молодых взрослых: они просто по-другому реагируют на гормоны.

Например, пубертат – это время повышенной реакции на стресс. Это частично объясняет, почему тревожные расстройства, включая панические состояния, часто возникают во время полового созревания. У подростков нет той устойчивости к стрессу, которая есть у взрослых. У подростков чаще проявляются болезни и физические проблемы, вызванные стрессом, например простуда, головная боль и расстройство желудка. У сегодняшних подростков наблюдается также целая эпидемия симптомов, начиная от привычки грызть ногти и заканчивая расстройством пищевого поведения.

Сейчас на подростков обрушилось настоящее цунами разнообразной информации, поступающей из дома, школы, от сверстников, из СМИ и Интернета. В истории человечества еще такого не было. Почему взрослые менее подвержены последствиям такой стимуляции? В 2007 году исследователи из Медицинского центра Государственного университета Нью-Йорка сообщили, что гормон аллопрегнанолаон (*THP*), обычно выделяемый в ответ на стресс, чтобы

регулировать беспокойство, у подростков имеет противоположный эффект – увеличивая, а не уменьшая тревогу. У взрослых этот гормон стресса действует как транквилизатор в мозге и производит успокаивающий эффект через полчаса после стрессового события. У мышей-подростков *THP* не смог подавить беспокойство. У подростков тревога порождает тревогу. В общем, за всем этим стоит биология.

Чтобы понять, почему подростки капризны, импульсивны и пресыщены, почему они ведут себя неподобающе, дерзят и не обращают внимания на взрослых, почему наркотики и алкоголь столь опасны для них и почему они принимают такие плохие решения, касающиеся выпивки, вожделения, секса, мы должны поискать ответы на эти вопросы в строении их мозга. Повышенная выработка половых гормонов является биологическим маркером пубертата, физиологической трансформацией ребенка в сексуально зрелого человека, хотя пока еще не настоящего «взрослого».

Хотя гормоны могут частично объяснить происходящее, в подростковом мозге происходит гораздо больше важных процессов. Между областями мозга создаются новые связи и устанавливаются новые отношения при помощи «посредников» мозга – нейромедиаторов. Вот почему подростковые годы – это время настоящих чудес. Благодаря пластичности мозга и его развитию, у подростков есть масса возможностей и способность добиваться удивительных свершений. Но пластичность, развитие и энтузиазм представляют собой обоюдоострый меч, потому что «открытый» и возбужденный мозг может также подвергнуться негативному влиянию стресса, наркотиков, химических веществ и любых перемен, происходящих вокруг. Из-за гиперактивности подросткового мозга эти влияния могут привести к более серьезным проблемам, чем у взрослых.



## Глава 2

### Формирование мозга

Человеческий организм – настоящее чудо. На ограниченной площади в нем удивительным образом размещены чрезвычайно сложные органы, объединенные в гармонично функционирующую систему. Мозг человека, по словам многих ученых, является наиболее сложным объектом во Вселенной. Мозг ребенка – это не просто уменьшенный мозг взрослого, а рост мозга, в отличие от роста большинства других органов, это не просто процесс его укрупнения. Мозг *меняется* по мере роста, пока ребенок идет через детские годы и пубертат к взрослости. Мозг детей и подростков учится через запечатление, или импринтинг. Так же как цыплята могут «запечатлеть» наседку, дети и подростки могут «запечатлеть» имеющийся у них опыт, и это повлияет на их занятия во взрослой жизни.

Так было и со мной. Я «запечатлела» неврологию и медицину довольно рано. Мой опыт культивировал во мне любопытство. Оно поддерживало меня – в школьные годы, в медицинском колледже, при написании дипломной работы и вплоть до сегодняшнего дня. Я была старшей в семье из трех детей и выросла в уютном доме в Коннектикуте, всего в сорока минутах от Манхэттена. Мне довелось жить в Гринвиче, который уже тогда был оазисом для актеров, авторов, музыкантов, политиков, банкиров и сумасбродных богачей. Там родилась актриса Гленн Клоуз, там вырос президент Джордж Буш-старший, и там умер великий музыкант Томми Дорси.

Мои родители были из Англии; они иммигрировали после Второй мировой войны, и папа приехал после Медицинской школы в Лондоне, чтобы заниматься в Колумбийском университете урологической хирургией. Для родителей Гринвич, казалось, был отличным местом, поскольку он находился недалеко от Нью-Йорка. Это был вопрос удобства, и они совершенно не обращали внимания на звездный статус этого города. Возможно, благодаря своему отцу я полюбила математику и естественные науки.

Главным моментом импринтинга, который направил меня в сторону медицины, стал урок биологии в девятом классе, проведенный в Гринвической академии. Для меня лучшей частью урока, самой запоминающейся его частью, стал тот момент, когда каждому из нас дали препарировать эмбрион свинки.

Многие мои одноклассники опешили от предложения разрезать на части эти комочки плоти, а некоторые девочки даже побежали в туалет с приступами тошноты. Однако несколько человек из класса все же приступили к выполнению этой задачи. Это был один из тех самых поворотных моментов. Класс разделился на будущих ученых и тех, кому суждено было стать писателями, юристами и бизнесменами.

Накачанные латексом, вены и артерии свинок проступали красочными оттенками синего и красного цвета. Я очень визуальный человек, мне нравится мыслить в трех измерениях. Эта способность к визуально-пространственному мышлению пригождается в неврологии и нейробиологии. Мозг – это трехмерная структура, в которой соединения между отделами происходят в каждом направлении. Умение мысленно сопоставить эти соединения помогает в попытке определить, в каком месте у пациента, имеющего множество других неврологических проблем, произошел инсульт или травма, – большой плюс для невролога.

Именно так работает ум большинства неврологов и нейрофизиологов. Мы относимся к той категории людей, которые любят искать во всем шаблоны. На самом деле я никогда еще не встречала головоломку, которая бы мне не понравилась. Моя тяга к неврологии началась в то время, когда еще не было компьютерной и магнитно-резонансной томографии, когда врачу приходилось мысленно представлять, где внутри мозга пациента локализуется проблема. У

меня это хорошо получается. Мне нравится быть неврологом-детективом, и, насколько я понимаю, неврология и нейробиология оказались для меня идеальной профессией, в которой я смогла использовать эти навыки зрительно-пространственного конструирования.

Если человеческий мозг напоминает головоломку, то мозг подростка – это не до конца собранная головоломка. Умение увидеть, как связаны зоны мозга, является частью моей работы невропатолога, и я решила применить это умение для лучшего понимания подросткового мозга. Именно поэтому я пишу данную книгу: чтобы помочь вам понять не только что такое мозг подростка, но и чем он *не* является. А также чем он станет в процессе становления.

Среди всех органов человеческого тела мозг представляет собой самую незавершенную структуру при рождении, его размер составляет всего около сорока процентов от размера взрослого человека. Но это не единственное, что меняется; все внутренние связи изменяются в процессе развития. Рост мозга, оказывается, занимает много времени.

Мозг подростка – настоящий парадокс. Он имеет избыток серого вещества (нейроны, которые образуют основные строительные блоки мозга) и недостаток белого вещества (соединительная проводка, которая помогает потоку информации эффективно передаваться от одной части мозга к другой). Именно поэтому подростковый мозг почти как новенькая «Феррари»: она собрана и заправлена, но еще не прошла дорожные испытания. Двигатель урчит, но не совсем знает, куда ехать.

Этот парадокс привел к противоречивому посланию от общества к подросткам: мы предполагаем, когда кто-то выглядит как взрослый, что он должен быть таким и в интеллектуальном плане. Мальчики-подростки бреются, а девочки-подростки могут забеременеть; и все же в неврологическом плане их мозг не готов к миру взрослых.

Мозг по своей природе выстроен снизу вверх – от подвала к чердаку, от задней части к передней. Примечательно, что и связи между отделами мозга начинаются с задней части мозга – со структур, которые обеспечивают взаимодействие с окружающей средой и регулируют наши сенсорные процессы: зрение, слух, равновесие, осязание и ощущение пространства. Эти посреднические структуры включают *мозжечок*, который помогает сохранять равновесие и координацию движений; *таламус*, который является ретрансляционной станцией для сенсорных сигналов; *гипоталамус*, командный центр для обслуживания основных функций организма – таких, как голод, жажда, секс и агрессия.

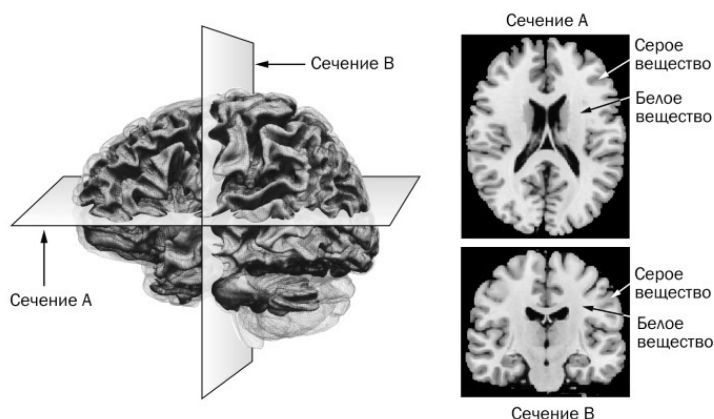
Я должна признать, что головной мозг не очень приятен на вид. Он расположен над спинным мозгом и имеет светло-серый цвет и консистенцию, среднюю между переваренными спагетти и желе. Весящая примерно килограмм, эта влажная сморщенная ткань имеет размер с два кулака, соединенных друг с другом.

В сером веществе расположено большинство мозговых клеток, называемых нейронами. Это клетки, отвечающие за мысли, восприятие, движение, контроль функций организма. Эти клетки соединены друг с другом, а также со спинным мозгом, чтобы мозг контролировал тело, поведение, мысли и эмоции. Нейроны связываются с другими нейронами через синаптические контакты. Скопление проводящих путей на срезе мозга образует «белое вещество». Магнитно-резонансная томография, или МРТ, – часто используемый инструмент сканирования головного мозга – прекрасно показывает различие между серым и белым веществом.

Снаружи мозг имеет волнистую структуру. Впадины или складки называются бороздами, а холмики называются извилинами. Рисунок 1 показывает изображения МРТ-скана мозга. Есть две стороны мозга, каждая из них называется полушарием.

Самый верхний слой мозга – это кора. Она состоит из серого вещества, находящегося рядом с поверхностью, и белого вещества под ним. В сером веществе расположено большинство клеток головного мозга (нейронов). Нейроны образуют контакты непосредственно с теми нейронами, которые находятся рядом, но чтобы связаться с нейронами в других частях мозга,

в другом полушарии или в спинном мозге, чтобы активировать мышцы и нервы в лице и теле, нейроны отращивают «провода» (аксоны). Белое вещество называется «белым», потому что в реальной жизни, а также на МРТ-снимках, оно имеет светлый цвет. Аксоны, проходящие здесь, покрыты жировой изолирующей субстанцией, называемой *миелин*, которая действительно имеет белый цвет.



**РИСУНОК 1. Основные структуры мозга: МРТ-скан головного мозга.**

Горизонтальные и вертикальные сечения (углы среза А и В) показывают кору (серое вещество) на поверхности и белое вещество внизу.

Как я уже говорила, размер или даже вес мозга не важны. Мозг китов весит около одиннадцати килограммов; мозг слона – около пяти. Если бы интеллект определялся отношением массы мозга к массе тела, мы бы проиграли. У карликовых обезьян один грамм вещества мозга приходится на каждые двадцать семь граммов веса тела, а аналогичное соотношение для человека составляет один к сорока четырем. Мы имеем меньшее соотношение веса мозга к весу тела, чем некоторые из наших родственников-приматов. Главное – это *сложные связи нейронов друг с другом*.

Другим примером того, как мало вес мозга значит для его функционирования – по крайней мере, с точки зрения интеллекта, – является то, что женский мозг физически меньше по размеру, чем мужской мозг, но диапазон *IQ* одинаков для обоих полов. Мозг Альберта Эйнштейна, бесспорно одного из величайших мыслителей XX века, весил меньше обычного – 1,23 кг. Но последние исследования показывают, что у Эйнштейна было больше межклеточных связей на грамм мозга, чем у среднего человека.

Размер мозга зависит от размера черепа. Неврологи измеряют размер головы детей по мере их роста. Должна признаться, я проделывала это с моими сыновьями – как и измеряла их рост, – чтобы убедиться, что они развиваются правильно и размер их черепа соответствует нормальному диапазону. Став старше, они, конечно, думали, что я сошла с ума, но когда они были младенцами и малышами, я просто брала рулетку из моего швейного набора, а затем пыталась их успокоить, чтобы можно было их измерить.

Правда в том, что размер черепа не расскажет нам слишком много. Это примерное измерение, и череп может быть большим или маленьким по разным причинам. Есть нарушения, при которых голова слишком большая, и расстройства, при которых голова слишком маленькая.

Наиболее важной характеристикой черепа является то, что он ограничивает размер мозга. Восемь из двадцати двух костей в человеческом черепе находятся в мозговом отделе, и их главная задача – защищать мозг.

При рождении эти кости лишь мягко соединены фиброзной тканью, так чтобы голова могла немного сжиматься, когда ребенок проходит через родовые пути. Между костями черепа

имеются промежутки: один из них – родничок, который есть у всех детей при рождении и который закрывается в течение первого года жизни, когда кости срастаются. Наибольший рост головы наблюдается с рождения до семи лет, а самое большое увеличение происходит в течение первого года жизни – из-за интенсивного развития мозга.

При фиксированном размере черепа эволюция человека сделала все возможное, чтобы вместить внутрь как можно больше мозгового вещества. Человек прямоходящий, от которого произошел современный человеческий род, появился около двух миллионов лет назад. Размер его мозга был всего около восьмисот-девятисот кубических сантиметров – против примерно полутора тысяч у сегодняшнего *Homo Sapiens*. Когда мозг современных людей стал почти в два раза больше мозга их предков, череп так же должен был вырасти, равно как должен был расширяться женский таз, чтобы через него проходила бóльшая по размеру голова. Эволюция создала все это в течение всего двух миллионов лет. Возможно, поэтому, несмотря на действительно гениальное строение мозга, создается впечатление, что он обновлялся прямо в процессе человеческой эволюции – на ходу.

Как еще объяснить его сжатость? Созданный эволюцией мозг напоминает многократно свернутую и спрессованную ленту или одежду в переполненном шкафу.

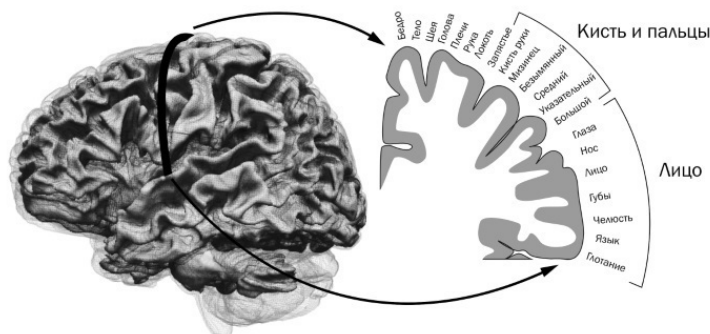
Эти складки, с их гребнями (извилинами) и впадинами (бороздами), как показано на рисунке 1, дают человеческому мозгу неровную поверхность – результат всей этой герметичной упаковки внутри черепа. Неудивительно, что люди имеют наиболее сложную структуру мозговых складок. Если двигаться вниз по филогенетической лестнице к простым млекопитающим, то складки начинают исчезать. У кошек и собак они есть, но не так много, как у людей, а у крыс и мышей их практически нет. Чем более гладкая поверхность, тем проще мозг.

Хотя мозг выглядит довольно симметрично снаружи, внутри есть важные различия. Никто не знает почему, но правая сторона мозга контролирует левую сторону тела и наоборот. То есть кора правого полушария регулирует движение левого глаза, левой руки и левой ноги, а кора левого – регулирует движения правого глаза, правой руки и правой ноги. Для зрения ситуация следующая – информация с левой стороны поля зрения проходит через правый таламус к правой затылочной коре, а информация из правого поля зрения идет к левой затылочной коре. В целом визуальное и пространственное восприятие находится больше на правой стороне мозга.

Если нарисовать образ тела на поверхности мозга, то различные части тела займут больше или меньше места – пропорционально зонам коры, отвечающим за них. И в сенсорной и в моторной коре лицо, губы, язык, пальцы занимают больше пространства, поскольку ощущения и контроль, необходимые для этих областей, должны быть более точными, чем для других – например, для середины спины.

Канадский невролог начала XX века, Уайлдер Пенфилд, первым описал эту функциональную карту коры. Он сделал это на материале операций по удалению зоны мозга, которая вызывала эпилептические припадки. Во время операций Пенфилд стимулировал участки коры, чтобы определить, какие области можно безопасно удалить. Например, стимуляция одной области могла привести к подергиваниям конечности или лицевой мышцы. Прodelав это с множеством пациентов, он смог создать функциональную карту.

Площадь мозга, отвечающая за конкретную часть тела, варьирует в зависимости от сложности функций этой части. Например, площадь, зарезервированная для рук и пальцев, губ и рта, примерно в десять раз больше, чем площадь для всей поверхности спины. (Ну что еще можно делать со спиной, кроме как сгибать ее?) Все области мозга, служащие для одной части тела, находятся в непосредственной близости друг от друга.



**РИСУНОК 2. Карта мозга, показывающая размер областей, которые управляют различными частями тела.**

В своей дипломной работе в Колледже Смита в Нортгемптоне, Массачусетс, я исследовала некоторые из областей мозга, отвечающих за отдельные части тела, а также изучала, приводит ли чрезмерная стимуляция одной из конечностей тела к укрупнению области мозга, отвечающей за эту часть.

На самом деле это был один из первых экспериментов по пластичности мозга, чтобы посмотреть, изменится ли мозг в ответ на внешнюю стимуляцию.

Многие впечатляющие исследования, которые были проведены с конца 1970-х годов, в целом подтверждают концепцию импринтинга. Некоторые из наиболее известных работ, которые вдохновили меня на выполнение моего небольшого дипломного исследования, были написаны учеными из Гарварда – Дэвидом Хьюбелом и Торстеном Визелем.

Термин «пластичность», который начал использоваться в то время, означает, что головной мозг может изменяться под воздействием событий – он податлив.

Хьюбел и Визель доказали, что если котят в течение их «детства» растят с одним глазом, заклеенным пластырем (они похожи на котят-пиратов!), то всю остальную жизнь они не могут видеть глазом, который был заклеен. Эти ученые также выявили, что функции области мозга, отвечающей за заклеенный глаз, частично переходят к областям мозга, отвечающим за открытый глаз.

Они провели еще один ряд экспериментов, в ходе которых котята росли в визуальной среде с вертикальными линиями, и обнаружили, что, когда котята стали взрослыми, их мозг реагировал только на вертикальные линии. Дело в том, что типы сигналов и стимулы, которые присутствуют во время развития мозга, действительно определяют способ его работы в дальнейшей жизни.

Мой эксперимент в колледже показал то же самое, но не в отношении зрения, а в отношении прикосновений.

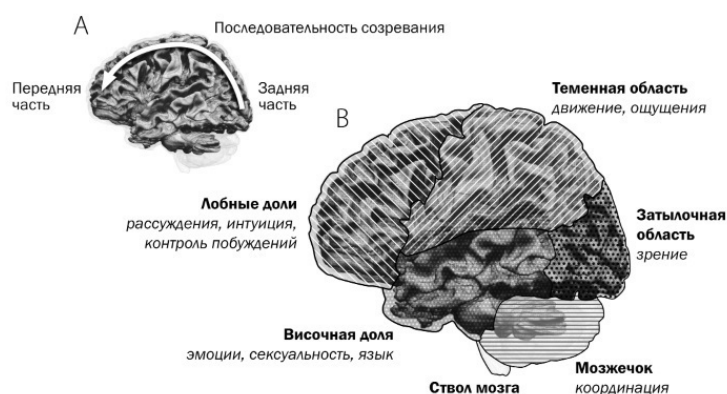
Однажды я хорошо повеселилась, демонстрируя этот эффект импринтинга в повседневной жизни. Наша любимая кошка умерла в преклонном возрасте девятнадцати лет, и мы все по ней скучали. Конечно, вскоре Эндрю, Уилл и я пошли в местный приют для животных, чтобы присмотреть себе кошечку. Мы влюбились и принесли домой самую миниатюрную и нуждающуюся в ласке полосатую кошечку, которую можно себе представить. Ребята придумали ей имя: Джилл. Джилл всегда была у нас на коленях; она очень любила людей. Я вспомнила эксперименты на пластичность мозга и попросила Эндрю и Уилла, когда они держат ее у себя, массировать ей лапы, чтобы посмотреть, улучшится ли у нее координация.

Поэтому, всякий раз, когда она была у нас на руках, мы массировали ее лапы, поглаживая их и касаясь ее «пальчиков». Конечно, Джилл начала использовать свои лапы гораздо активнее, чем любая другая кошка, которая когда-либо у нас была (а у меня было много разных кошек,

начиная с восьмилетнего возраста). Она использовала свои лапы для выполнения тех вещей, которые большинство кошек не делают. Джилл была очень «лапа-ориентированной» и ходила по дому, сталкивая небольшие предметы со стола и с явным наслаждением наблюдая, как они ударяются об пол. Это стало кошмаром для нас, поскольку не все вещи, которая она сбивала, были небьющимися.

Она часто пользовалась лапой, когда ела, осторожно залезая лапой в банку с кошачьей едой, зачерпывая оттуда немного корма и отправляя в рот. Наблюдая за Джилл, мы начали замечать, что она почти всегда использовала левую лапу. У нас была кошка-левша! И вдруг мы поняли: когда мы брали ее, чтобы помассировать ей лапы, она лежала к нам мордой и поскольку мы все правши, мы всегда стимулировали ее левую лапу больше, чем правую! Домашний проект демонстрации пластичности нейронов завершен! Я знаю, что если бы мы могли заглянуть в ее мозг, мы бы увидели, что там выделено больше места для ее лап – и особенно для левой, – чем у обычной средней кошки.

Это же явление – перераспределения места в мозге на основе жизненного опыта – происходит и у людей. Мы называем эту часть жизни критическим периодом, когда «воспитание» – то есть окружающая среда – может изменить «характер». Но подробнее об этом позже.



**РИСУНОК 3. Доли мозга.** А. Мозг развивается от задней стороны к передней. В. Кору головного мозга можно разделить на несколько основных областей в зависимости от функций.

Только что я сказала вам, что области мозга, ответственные за зрение и части тела, размещаются в разных местах, но они могут уменьшаться или увеличиваться по отношению друг к другу в процессе развития – на основе частоты их использования.

Структурно человеческий мозг делится на четыре доли: лобную (расположенную вверху и спереди), теменную (вверху сзади), височную (сбоку) и затылочную (сзади). Мозг располагается на стволе мозга, который соединяется со спинным мозгом. В задней части мозга мозжечок регулирует двигательную активность, а в затылочных долях располагается зрительная кора. В теменных долях лежит ассоциативная кора, а также моторные и сенсорные участки коры. Височные доли включают в себя области, участвующие в регуляции эмоций и сексуальности. Речевые функции также находятся здесь, а точнее, в доминантном полушарии (в левой височной доле для правшей и восьмидесяти пяти процентов левшей, и в правой височной доле – для небольшой группы настоящих левшей). Лобные доли расположены в самой передней части мозга, эта область связана с принятием решений, вынесением суждений, интуицией и контролем за импульсами.

Важно отметить, что мозг созревает от задней к передней части и в подростковом возрасте лобные доли – это наименее зрелые отделы мозга.

Мозг состоит из специализированных областей, отвечающих за каждый из органов чувств. Область, отвечающая за слух, или слуховая кора, находится в височных долях; зрительная кора находится в затылочных долях; теменные доли содержат моторную и сенсорную кору, отвечающую за движение и ощущения соответственно.

Другие части мозга не имеют ничего общего с чувствами, и лучшим примером этого являются лобные доли, которые составляют более сорока процентов от общего объема человеческого мозга – это больше, чем у любого другого вида животных. Лобные доли — место-расположение нашей способности к пониманию, суждению, абстрактному мышлению и планированию. Они являются источником самосознания, способности оценивать опасность и риск. Лобные доли, как часто говорят, выполняют «исполнительные» функции человеческого мозга.

Лобные доли шимпанзе наиболее похожи на человеческие в плане размеров, но составляют лишь около семнадцати процентов от общего объема мозга. Лобные доли собаки составляют только семь процентов. Для других видов животных различные структуры головного мозга более важны. По сравнению с людьми, у шимпанзе и других обезьян гораздо больший мозжечок, где осуществляется контроль физической координации. Слуховая кора дельфина является более продвинутой по сравнению с человеческой – и имеет диапазон слышимости по крайней мере в семь раз больший, чем у молодого взрослого человека.

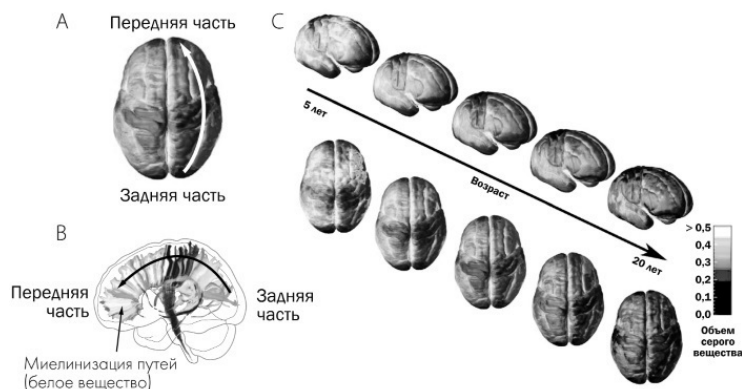
У собак миллиард обонятельных клеток – не сравнить с нашими жалкими двенадцатью миллионами. У акул есть специальные клетки в мозге, которые помогают им обнаруживать электрические поля – не для ориентирования, а для того, чтобы поймать электрические сигналы, выделяемые малейшими движениями мышц других рыб, когда они пытаются скрыться от этого смертельного хищника.

У нас, людей, есть только хитрость и смекалка. Наше конкурентное преимущество – это изобретательность, мозги, а не мускулы. Это преимущество развивается дольше всего, поскольку связи в лобных долях наиболее сложные и полностью формируются последними. Таким образом, эта «исполнительная функция» развивается медленно. И разумеется, мы не рождаемся с ней!

Так в каком же порядке эти области мозга соединяются друг с другом в детстве и подростковом возрасте? Это нельзя было узнать до появления современной томографии мозга. Новые формы сканирования мозга, такие как МРТ, могут не только дать четкие снимки головного мозга внутри черепа, но и показать связи между различными областями мозга.

Более того, новый вид томографии, называемый функциональной МРТ (фМРТ), может фактически показать нам, связаны ли вместе области, которые активируются одновременно. В последнее десятилетие Национальный институт здравоохранения провел масштабное исследование, чтобы изучить, как области мозга активируют друг друга в первые двадцать один год жизни.

То, что обнаружили ученые, было замечательным: «связность» мозга медленно увеличивается с возрастом, начиная с задних отделов мозга. Самыми последними «связываются» лобные доли (рисунок 4).



**РИСУНОК 4. Взрослеющий мозг.** Мозг выстраивает связи от задней к передней части: А. фМРТ может зафиксировать взаимосвязи в мозге. Более темные области означают большую связность. В. Миелинизация путей белого вещества происходит от задней к передней части; поэтому лобные доли «связываются» последними. С. Сканирование показывает, что присоединение лобной доли откладывается до двадцати лет или даже до более старшего возраста.

Мозг подростка созрел лишь на восемьдесят процентов. Эти двадцать процентов, которые еще не до конца «связаны», имеют решающее значение и объясняют, почему подростки ведут себя таким странным образом – почему у них бывают перепады настроения, раздражительность, импульсивность, вспыльчивость; почему они неспособны сосредоточиться, завершить начатое и общаться со взрослыми; почему их тянет к наркотикам и алкоголю, а также к рискованному поведению. Когда мы думаем о себе как о цивилизованных, разумных взрослых, мы должны благодарить за это *фронтальные* и *префронтальные* части коры нашего мозга.

Поскольку у подростков лобные доли незрелые, не стоит удивляться историям, которые мы слышим ежедневно, и тем трагическим ошибкам и несчастным случаям, связанным с подростками, о которых мы читаем. Этот процесс на самом деле не завершается к концу подросткового возраста, поэтому и студенческие годы также являются уязвимым периодом.

Недавно мой друг рассказал об однокласснике его сына, Дэне, – кругом положительном парне, который редко давал своим родителям поводы для волнения. Он пользовался популярностью, был звездой хоккея в школе и учился на финансиста в колледже. В конце лета сыну моего друга позвонила мать Дэна. Она сказала, что Дэн утонул накануне ночью. Он был с друзьями, пил, веселился. Где-то между тремя и четырьмя часами утра, возвращаясь домой, компания из восьми человек остановилась у местного теннисного клуба. Клуб, конечно, был закрыт, но закрытые ворота не остановили ребят. Они перемахнули через забор и прыгнули в бассейн. И лишь после того, как они вернулись домой, кто-то спросил: «А где Дэн?» Прибежав обратно в клуб, они обнаружили своего друга, лежащего в воде лицом вниз. Судмедэксперт обозначил причины смерти как случайное утопление из-за «острой алкогольной интоксикации».

Одна фраза в новостях, которые я прочитала, заставила меня покачать головой: «Полиция просит детей и взрослых дважды подумать о потенциальной опасности, прежде чем предпринимать рискованные действия».

«Дважды подумать...» Сколько раз мы говорили об этом нашим подросткам – сыновьям и дочерям? Слишком много раз. Тем не менее, как только я услышала о Дэне, я позвонила своим мальчикам, чтобы рассказать эту историю. «Вы должны запомнить это», – сказала я им. Вот что случается. Выпивка и плавание несовместимы. И чрезвычайно опасны. Как и внезапное решение перелезть через забор в середине ночи и прыгнуть в бассейн с друзьями, которые также находятся в состоянии алкогольного опьянения.



То, как родители обращаются с этими трагическими историями и рассказывают их собственным детям, чрезвычайно важно. Это не должно быть: «О, ничего себе, я так рад, что это был не мой ребенок». Или: «Мой подросток никогда бы не сделал этого». Потому что *вы не знаете*. Вы должны быть активным. Вы должны загрузить сознание своих детей реальными историями, реальными последствиями, и вы должны делать это снова и снова – за ужином, после футбольной тренировки, перед уроком музыки и даже тогда, когда они жалуются, что слышали все это раньше. Вы должны постоянно напоминать им: эти вещи могут произойти в любое время. И есть много ситуаций, которые могут привести их к беде и плохо закончиться.

Одна из причин, почему повторение так важно, заключается в развитии мозга вашего подростка. К исполнительным функциям лобных долей относится и так называемая перспективная память, то есть способность удерживать в уме намерение выполнить определенное действия в будущем – например, не забыть перезвонить кому-то. Исследователи обнаружили, что перспективная память, во-первых, очень сильно связана с лобными долями и, во-вторых, что она развивается и становится эффективной сначала в возрасте от шести до десяти, а затем – только после двадцати лет. В возрасте десяти-четырнадцати лет исследователи не обнаружили каких-то значительных улучшений. Эта функция мозга – способность помнить, что нужно что-то сделать, – просто не поспевает за остальным ростом и развитием подростка.

Теменные доли, расположенные позади лобных, содержат ассоциативные зоны и поддерживают способность переключаться между задачами – эта функция также созревает в подростковом мозге чуть позже. Переключение между задачами почти постоянно необходимо в современном мире информационной перегрузки, особенно если учесть, что многозадачность – выполнение двух сложных когнитивных задач одновременно – на самом деле миф. Жевание жевательной резинки и выполнение чего-то еще – это не многозадачность, потому что жевание не включает в себя никакой реальной когнитивной фокусировки. А вот разговор по мобильному телефону за рулем действительно подразумевает когнитивную фокусировку. Потому что есть предел тому, на скольких вещах человеческий мозг может сосредоточиться в каждый момент времени. Когда кто-то занимается несколькими когнитивными задачами, например разговаривает по телефону за рулем, мозг должен постоянно переключаться между этими двумя задачами. И когда это происходит, ни одна не выполняется хорошо.

Теменные доли помогают лобным долям сфокусироваться, но есть определенные пределы.

Человеческому мозгу настолько хорошо удается это жонглирование, что кажется, будто мы выполняем две задачи одновременно, но на самом деле это не так. Шведские ученые из Каролинского института<sup>1</sup> в 2009 году измерили эти пределы. Они использовали фМРТ-изображения людей, решающих несколько задач одновременно, чтобы увидеть, что происходит в мозге в это время. Они обнаружили, что рабочая память человека способна удерживать лишь от двух до семи разных изображений в каждый момент времени. Это означает, что фокусировка на более чем одной сложной задаче практически невозможна. Фокусировка в основном происходит в теменных долях, которые снижают остальную активность, чтобы мозг сосредоточился на одном, а затем – на другом.

Проблема неразвитых теменных долей была показана в одном из эпизодов телепередачи *Good Morning America* в мае 2008 года корреспондентом Дэвидом Керли и его дочерью-подростком Деван.

Деван, чей водительский стаж составлял уже год, вместе со своим отцом на пассажирском сиденье должна была совершить пробный заезд на автомобиле. В ходе заезда ей нужно было объезжать конусы и при этом не отвлекаться. Сначала ей дали мобильный телефон и сказали, чтобы она во время вождения прочла текст на экране. В результате она сбила несколько кону-

---

<sup>1</sup> Один из крупнейших в Европе медицинских университетов. – *Здесь и далее: Прим. ред.*

сов. Потом на заднее сиденье посадили трех ее друзей, которые болтали с ней. Деван сбила еще несколько конусов. Наконец, Деван дали пакет печенья и бутылку воды. Когда она просто передавала печенье назад, держа бутылку воды, то сбила еще несколько конусов.

Многозадачность является не просто мифом, но опасным мифом, особенно когда дело касается подросткового мозга.

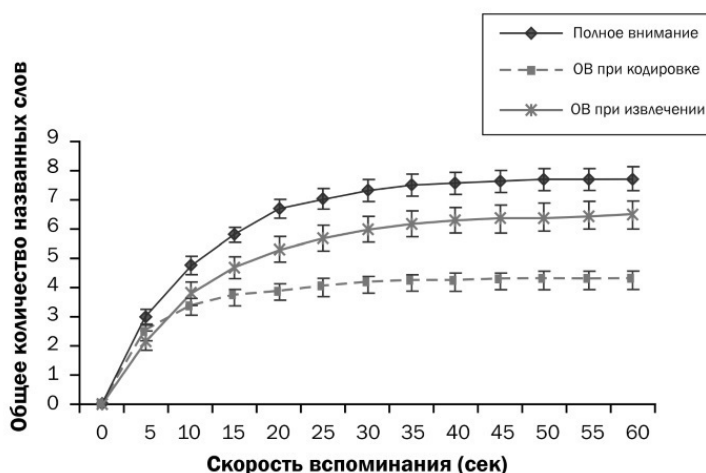
Подростки и молодые взрослые гордятся своей способностью работать в многозадачном режиме. Но исследования в Швеция показали, что существуют реальные ограничения.

При изучении способности современных молодых взрослых справляться с отвлекающими моментами исследователи Университета Миннесоты показали, что навык успешного переключения внимания среди множества задач в подростковые годы только еще развивается. Печальный итог: из почти шести тысяч подростков, которые ежегодно погибают в автомобильных авариях, восемьдесят семь процентов страдают из-за того, что отвлекаются во время вождения.

Исследователи из Университета штата Миссури в 2006 году изучали возможности обучения при наличии отвлекающих моментов у подростков и молодых взрослых. Они взяли двадцать восемь учеников, в том числе детей позднего подросткового возраста, и попросили их запомнить списки слов, а затем позже вспомнить эти слова. Чтобы проверить, влияют ли отвлекающие моменты на способность к запоминанию, исследователи попросили учеников выполнить одновременно еще одну задачу – нажимая кнопки на компьютерной клавиатуре, размещать буквы по порядку, в зависимости от цвета. Эта задача давалась в двух вариантах: когда ученики запоминали списки слов и когда они вспоминали их.

Ученые обнаружили, что одновременное выполнение задач влияет как на кодирование (запоминание), так и на извлечение (вспоминание) информации. Если задачу с использованием клавиатуры давали тогда, когда ученики пытались вспомнить слова (что сродни прохождению теста или экзамена), их способность запоминать слова снижалась на 9—26 процентов. Снижение было еще большим, если отвлекающая задача давалась в то время, когда они запоминали слова, – в этом случае их производительность снижалась на целых 46—59 процентов.

Эти результаты, конечно, описывают и то, как подростки вечерами готовятся к урокам в своих комнатах! Я без особого удовольствия вспоминаю, как однажды вошла к сыновьям и обнаружила, что они включили телевизор, прицепили наушники к плеерам, при этом переписываясь с кем-то на компьютерах и отправляя смс по телефонам. Когда я предложила им сконцентрироваться на выполнении домашней работы, они стали протестовать – мол, это не проблема. Они убеждали меня, что на повторение материала для завтрашних экзаменов никак не влияют тридцать два других дела, которые они выполняют одновременно. Я не купилась на это. И я подкрепила свои аргументы данными ученых из Миссури. Я разместила рисунок 5 в этой книге на случай, если вы захотите донести до своих подростков ту же точку зрения.



**РИСУНОК 5. Подростковый мозг не справляется с многозадачностью.** Студентов колледжа тестировали при трех условиях: без отвлечения внимания (полное внимание — ПВ), отвлечение внимания при запоминании (ОВ при кодировке) и отвлечение внимания при вспоминании (ОВ при извлечении информации). Студенты плохо справились с многозадачностью, когда пытались вспомнить информацию, и еще хуже, когда пытались запомнить информацию.

Внимание — это только один способ оценить, как работает мозг. В черепной коробке находится нечто большее, чем просто четыре доли, поэтому, возвращаясь к рисунку 3, давайте начнем снизу.

Здесь мы находим *ствол мозга*, прикрепленный к спинному мозгу. Ствол мозга контролирует многие из наиболее важных биологических функций — например, дыхание, частоту сердечных сокращений, артериальное давление, деятельность мочевого пузыря и дефекацию. Ствол мозга работает на «автомате» — вы не знаете, что он делает, и обычно не можете сознательно управлять его действиями. Ствол мозга и спинной мозг связаны с высшими отделами мозга через промежуточные участки, такими как *таламус*, который находится прямо под корой. Информация от всех органов чувств поступает через таламус к коре.

Прямо под корой находятся *базальные ганглии*. Они играют большую роль в координации и шаблонности движений. Именно на базальные ганглии воздействует болезнь Паркинсона, и их повреждением объясняются дрожь, трудности с началом движения («замороженность») или неспособность двигаться — характерные симптомы болезни Паркинсона.

Ближе к коре расположены структуры, которые составляют *лимбическую систему*. Лимбическая система участвует в формировании эмоций, а также памяти. Часть мозга, о которой мы будем много говорить в этой книге, это *гиппокамп*. Гиппокамп — это небольшая структура, находящаяся под височной долей, по форме напоминающая морского конька. Название «гиппокамп» происходит от латинского слова «лошадь». Это действительно «рабочая лошадка» мозга для обработки памяти — он используется для кодирования и извлечения воспоминаний.

Так что же мы знаем о нашей рабочей лошадке памяти? Гиппокамп имеет самую высокую плотность возбуждающих синапсов в головном мозге. Это виртуальный улей активности, который включается при каждом событии. Как мы объясним позже, гиппокамп в подростковом мозге «суперзаряжен» по сравнению с мозгом взрослого.

Связь гиппокампа с памятью была признана около шестидесяти лет назад благодаря непредвиденным последствиям одной радикальной операции на головном мозге. Эта операция была выполнена в 1953 году. Пациентом был двадцатисемилетний мужчина из штата Коннектикут, который, вплоть до своей смерти несколько лет назад, было известен только по своим инициалам — Х. М.

Ему сделали экспериментальную операцию, пытаясь излечить его от частых и тяжелых эпилептических припадков. Эпилепсия Х. М. была настолько инвалидизирующей, что он не мог работать даже на заводе. Когда Йельский нейрохирург Вильям Бичер Сковилл удалил Х. М. большую часть медиальной височной доли, которая была причиной его припадков, операцию признали успешной. Удалив мозговую ткань, отвечающую за припадки, Сковилл резко сократил их частоту и тяжесть. Однако он удалил и большую часть гиппокампа. (То, что гиппокамп очень важен для формирования памяти, было в то время неизвестно; случай Х. М. пролил много света на эту тему.)

Когда Х. М. очнулся после операции, стало ясно: хотя его припадки в целом ушли, также ушла и его способность превращать краткосрочные воспоминания в долгосрочные. Х. М. мог вспоминать свое прошлое – все, что было до операции, но всю оставшуюся жизнь он не имел долгосрочной памяти и не мог вспомнить то, что с ним случилось, что он сказал, или сделал, или о чем думал, или что чувствовал, или кого он встречал в последующие после операции десятилетия. Потеря памяти Х. М., как это часто бывает в истории науки, стала прорывом в неврологии. Впервые исследователи могли указать на конкретную область мозга (височную долю) и структуру мозга (гиппокамп) как на местонахождение человеческой памяти.

Рядом с гиппокампом, в другой части лимбической системы, под височной долей, расположена еще одна ключевая структура мозга – *миндалина*, которая участвует в сексуальном и эмоциональном поведении. Она очень чувствительна к гормонам, например к половым гормонам и адреналину. Это в некотором роде месторасположение гнева, и когда во время экспериментов у животных стимулировали миндалину, они становились буйными. Лимбическую систему можно рассматривать как своего рода «перекресток» мозга, где объединяются эмоции и опыт.

Немного необузданная и чрезмерно энергичная незрелая миндалина, как полагают, играет важную роль во взрывном поведении подростков. Это частично объясняет истерики, с которыми сталкиваются родители, когда говорят «нет» своим детям. Соедините эту незрелую миндалину с «малосвязанной» лобной долей подростка, и у вас получится «коктейль» для потенциальной катастрофы.

Например, шестнадцатилетний пациент моей коллеги настолько разозлился, когда родители сказали ему, что вождение было привилегией (до которой он еще не дорос), а не правом, что он украл у них ключи от машины и рванул из дома. Однако он уехал не слишком далеко. Он забыл, что дверь гаража закрыта, и врезался прямо в нее.

Один из моих коллег, у которого было три взрослых дочери, также сказал мне, что у него в запасе есть «страшные подростковые истории»: «Как-то во время уик-энда мы уехали из дома, и «пара друзей» превратилась в вечеринку, которая вышла из под контроля. Был совершен налет на наш винный погреб, небольшое ДТП с нашей украденной выпивкой в багажнике и, может быть, пирсинг в пупке (о котором я узнал только годы спустя). Но все хорошо, что хорошо кончается».

## Глава 3

### Под микроскопом

Если вы посмотрите на любую часть мозга под микроскопом, вы увидите, что она просто переполнена клетками. На самом деле между миллиардами клеток мозга практически нет свободного места. Эволюция проследила за этим и мудро использовала каждый кубический микрон мозга.

Клетка – это небольшой строительный блок; каждая из них имеет собственный командный центр, называемый ядром. Это большое овальное тело недалеко от центра клетки. Любой орган, ткань, мышца и т. д. составлены из разных клеток, которых в нашем организме более двухсот типов. В мозге существует уникальный тип клеток – *нейроны*. Это клетки, о которых мы будем говорить часто в этой книге. Мысли, чувства, движения и настроения – это не более чем общающиеся между собой нейроны, посылающие электрические сообщения друг другу.

Я помню, как в первый раз посмотрела на клетки головного мозга под микроскопом. В середине и конце 1970-х годов единственный способ изучать изменения в нейронах, например которые происходят во время обучения, – это смотреть в микроскоп на клетки через определенные промежутки времени. Сегодня у нас есть удивительные томографы и специализированные микроскопы, которые позволяют заглянуть в мозг и увидеть, как клетки и синапсы изменяются в реальном времени.

Если вы изучаете что-то прямо сейчас, ваши нейроны изменятся через пятнадцать минут, создавая больше синапсов и рецепторов. Изменения начинаются в течение миллисекунд обучения чему-то новому и происходят в течение нескольких минут и часов. Когда я смотрю на клетки головного мозга под микроскопом, я думаю о миллиардах нейронов, которые соединены между собой, и о том, как мы все еще пытаемся понять эти соединения. Сегодня мы знаем, что нет двух человек, у которых были бы одинаковые соединения в мозге, и что опыт формируется у всех по-разному. Это последний рубеж, наша собственная внутренняя граница, и мы только сейчас начинаем видеть все паттерны.

В человеческом мозге существует сто миллиардов нейронов и примерно триста тысяч из них можно разместить на булавочной головке. А если разместить один за другим нейроны одной только коры мозга, то эта цепочка может растянуться на сто тысяч миль – этого будет достаточно, чтобы четыре раза обогнуть земной шар.

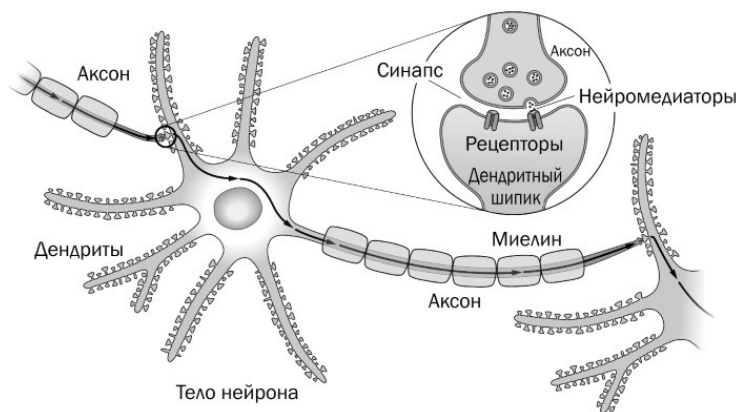
При рождении у нас больше нейронов, чем в любой другой период нашей жизни. На самом деле наш мозг имеет наибольшую плотность нейронов до рождения, между третьим и шестым месяцем беременности. Сокращение большей части серого вещества происходит в последний триместр и в первый год жизни ребенка. Тем не менее к моменту рождения мозг «переполнен» нейронами. Почему? Переизбыток нервных клеток в организме младенца необходим, чтобы ответить на шквал стимулов, который возникает с приходом в этот мир. В ответ на все новые звуки, запахи, ощущения и т. д. нейроны разветвляются в мозге ребенка, создавая густой лес нейронных связей.

Тогда почему не все дети крошечные Моцарты и Эйнштейны? Потому что, когда мы рождаемся, лишь очень маленький процент этого избытка нейронов соединяется в сеть. Информация поступает внутрь, активирует нейроны, но мозг не знает, куда направлять ее дальше. Как человек, оказавшийся в центре незнакомого и многолюдного города, мозг младенца находится в окружении возможностей и пока еще не имеет карты и компаса, чтобы ориентироваться в этом странном новом мире.

«Все младенцы рождаются в состоянии психоделического благолепия, напоминающего галлюцинирование под влиянием наркотиков» – так красочно описывает это состояние Дани-

эль Левитин, нейробиолог из Университета Макгилла в Монреале, Канада. Нейрон отвечает на стимул всплеском активности, называемым *потенциалом действия*. Это электрический сигнал, проходящий из точки контакта со стимулом (или нейромедиатором) принимающей «конечности» нейрона, называемой *дендритом*, через тело клетки.

Когда мы видим красный цвет, чувствуем запах розы, шевелим мускулом или запоминаем чье-то имя, наши нервные клетки генерируют потенциалы действия.



**РИСУНОК 6. Анатомия нейронов, аксонов, нейромедиаторов, синапсов, дендритов и миелина.** Сигналы между клетками проходят в одном направлении, от аксонов к дендритному шипику, через синапс. Аксоны с миелиновым покрытием передают сигналы быстрее, чем без покрытия. В синапсе молекула нейромедиатора связывается с рецептором на дендритном шипике.

Тело клетки каждого нейрона можно представить в виде реле, где есть входящие и исходящие сигналы. Как только исходящий сигнал достигает синаптического окончания, которым заканчивается аксон, он запускает реакцию, в результате которой синаптическое окончание высвобождает молекулы химических посланников под названием *нейромедиаторы*, или нейротрансмиттеры.

Точка соприкосновения между двумя нейронами называется *синапс*, и его ширина составляет не более двух миллионных долей дюйма. Сигнал идет через тело нейрона в аксон, в его синаптическое окончание. И оттуда выделяется в синапс уже как химическое послание — в виде молекул нейромедиаторов. Как проникающая смазка, нейромедиаторы пересекают синапс и воздействуют на рецептор дендрита следующего нейрона — и таким образом несут информацию от одной клетки к другой. Активированный рецептор запускает цепную реакцию сигналов в принимающей клетке, вызывая в ней электрический импульс, или потенциал действия, который проходит от дендрита через тело клетки к ее аксону.

Чтобы нейронам выжить, им необходимы вспомогательные клетки, называемые *глии*. Есть несколько типов глий: астроциты, микроглии и олигодендроциты. Астроциты защищают нейроны, подпитывая их и очищая межклеточную жидкость от нежелательных химических вещества. Это помогает поддерживать нейроны мозга на оптимальном уровне функционирования. Микроглии — это крошечные клетки, которые движутся вокруг нейрона и активируются, когда появляется инфекция или воспаление, для борьбы с повреждениями — как армия, которая всегда наготове. Но поскольку мозг создан разумно, микроглии также имеют и повседневные функции, своего рода обязанности по ведению домашнего хозяйства. Поэтому, даже если они не активированы, они все равно помогают поддерживать здоровье и благополучие синапсов.

Олигодендроциты производят миелин, который покрывает аксоны нейронов. Эти клетки, плотно сконцентрированные в белом веществе, оборачивают миелин вокруг аксонов, чтобы изолировать их – так же, как резина изолирует электрический провод.

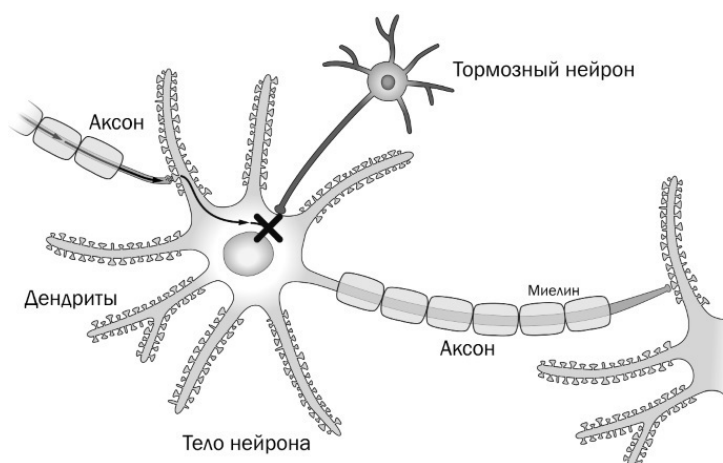
Хотя вы родились с большим запасом нейронов, основная часть синапсов в коре к моменту рождения еще не сформирована. В нижних областях, таких как ствол мозга, синапсы почти все зрелые. В коре же синапсы образуются в основном после рождения – во время всплеска активности, известного как критический период, о котором я упоминала ранее. На этом этапе развития мозг ребенка создает два миллиона синапсов каждую секунду, что позволяет младенцу обрести цветовое зрение, научиться хватать, распознавать лица и сформировать привязанность к родителям.

Мозг младенца как бы выдвигает миллиарды антенн, которые сканируют мир информации. Чтобы каждый синапс выжил, он должен найти другой нейрон, которому он может отправить информацию; вот почему количество синапсов в мозге ребенка достигает пика в детстве.

Серое вещество – ткань мозга, отвечающая за обработку информации, – продолжает уплотняться в детстве, по мере того как клетки мозга создают дополнительные соединения за счет разветвления дендритов. Это похоже на дерево, выпускающее дополнительные ветви. Стимуляция, переживания, повторяющиеся ощущения – все это способствует созданию новых нервных путей. Это объясняет повышенную способность подростков быстро учиться новым вещам – от управления телевизионным пультом до китайского языка.

Обилие серого вещества, однако, может вызывать и своего рода когнитивный диссонанс, когда мозгу трудно выбрать правильный сигнал из всего этого «шума». В результате, к концу подросткового периода, мозг начинает устранять излишки синапсов и упорядочивать соединения.

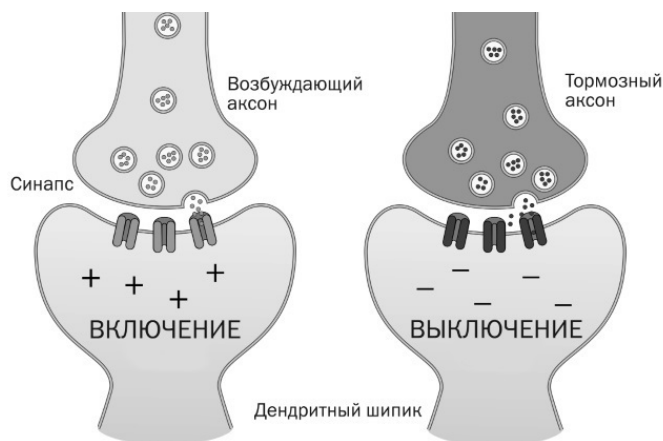
Синапсы бывают двух видов: те, которые возбуждают, или включают, соседний нейрон, и те, которые тормозят, или выключают, соседний нейрон. Является ли синапс возбуждающим или тормозным – зависит от типа нейромедиатора, который выделяется из синаптического окончания аксона, и от рецептора, «принимающего» нейромедиатор.



**РИСУНОК 7А. Тормозные клетки могут остановить передачу сигнала.** Они высвобождают тормозные нейромедиаторы, которые остановят сигнал в нейроне и «отключат» клетку.

Если представить нейромедиатор в виде простой геометрической формы, скажем квадрата или круга, то конкретный рецептор для этого типа нейромедиатора будет иметь взаимодополняющую форму – чтобы идеально ему подойти. Так же, как квадратный колышек входит

только в квадратное отверстие, и «ключи» нейромедиаторов соответствуют только идеально принимающим рецепторам-«замкам». Это помогает синапсам не путать сообщения. В дополнение к почти идеальной стыковке нейромедиаторов и рецепторов сигнал очищается и еще одним способом – астроциты сразу очищают все оставшиеся нейромедиаторы после их выделения. Это происходит за миллисекунды, поскольку продолжительность сигналов между клетками мозга должна быть быстрой, как резкая вспышка.



**РИСУНОК 7В. Возбуждающие и тормозные синапсы:** возбуждающие нейроны испускают возбуждающие нейромедиаторы (например, глутаминовую кислоту), которые связываются с возбуждающими рецепторами и «включают» нейроны. Тормозные нейроны испускают тормозные нейромедиаторы (например, ГАМК), которые связываются с тормозными рецепторами и «отключают» нейрон.

После того как нейромедиатор прикрепился к рецептору принимающего нейрона, это соединение вызывает цепную реакцию. В дендритах принимающей клетки есть много белков, которые активизируются, когда синапс возбуждается или тормозится. В зависимости от своего типа, принимающий нейрон получает сообщение либо остановиться, либо включиться.

Если сообщение является «возбуждающим», принимающий нейрон отправляет информацию по собственному аксону через другую синаптическую щель и так далее. Нейрон может иметь до десяти тысяч синапсов и отправлять тысячи импульсов каждую секунду. За время, необходимое вам, чтобы моргнуть, нейрон может одновременно послать сигнал сотням тысяч других нейронов.

Некоторые из наиболее распространенных возбуждающих нейромедиаторов – это *адреналин*, *норадреналин* и *глутаминовая кислота*. Тормозные нейромедиаторы, такие как *гамма-аминомасляная кислота (ГАМК)* и *серотонин*, выступают в качестве расслабляющих веществ, успокаивающих тело и приказывающих ему замедлиться. Снижение уровня серотонина может привести к агрессии и депрессии.

*Дофамин* – это особый нейромедиатор, потому что он одновременно возбуждает и тормозит. Кроме того, наряду с адреналином и некоторыми другими веществами, он является гормоном. Когда он действует на надпочечники, он работает как гормон; когда он действует на мозг – это нейромедиатор. Будучи химическим посланником мозга, дофамин помогает мотивировать, настраивать и фокусировать ум, поскольку он является неотъемлемой частью системы вознаграждения мозга. Это нейрехимикат из разряда «я должен иметь это», который не только усиливает целенаправленную деятельность, но также может, при определенных обстоятельствах, привести к зависимости. Чем больше дофамина выделяется в мозг, тем сильнее активируются системы вознаграждения, и чем сильнее активируются эти системы, тем сильнее желание.



Не важно, какое это желание – поесть или сыграть в карты, выступить в зале заседаний или проявить себя в спальне. Например, ученым известно, что высококалорийные продукты стимулируют выброс большего количества дофамина в мозг. Почему? Потому что запас калорий увеличивает наши шансы на выживание. Когда мы страстно хотим съесть мороженого, или сыграть в азартную игру, или заняться сексом, нам, возможно, нужно не сладкое, деньги или оргазм. Мы жаждем дофамина.

Торможение нейронной реакции является столь же важным, как и ее возбуждение, когда дело доходит до «исполнительных» функций мозга. Примерами средств, которые связываются с тормозными синапсами, являются седативные средства, такие как барбитураты, алкоголь и антигистаминные препараты.

Синапсы будут иметь важное значение в нашей дискуссии о подростковом мозге, так как их количество и тип меняются с возрастом. Они также меняются в зависимости от объема стимуляции, которой подвергается мозг. Важная тема – это влияние наркотиков и алкоголя на эти синапсы. Мы рассмотрим ее в главе о наркомании.

Популярным инструментом, используемым исследователями для тестирования функции торможения является тест «Да/Нет», в ходе которого испытуемых просят нажать кнопку (ответ «Да»), когда появляется определенная буква или картинка, и не нажимать на эту кнопку (ответ «Нет»), когда появляется буква Х. Несколько исследований показали, что скорость, с которой испытуемый успешно тормозит реакцию, резко уменьшается в возрасте от восьми до двадцати лет. Иначе говоря, детям и подросткам требуется больше времени, чтобы понять, когда *не нужно* что-то делать.

Сигналы перемещаются из одной области мозга в другую по проводящим путям, и некоторые из этих путей идут вниз через основные отделы мозга, чтобы передавать сигналы к спинному мозгу и от него. Головной мозг и спинной мозг неразрывно связаны между собой этими волокнами. Сейчас все чаще проводятся исследования, которые изучают эти связи. Поскольку через аксоны к синапсам должны проходить быстрые электрические импульсы, они действуют как провода, проводящие электрический сигнал.

И так же, как электрическому проводу необходима изоляция, чтобы электричество не рассеивалось по всей его длине, то же самое нужно и аксонам. Поскольку в нашем мозге нет резины, наши аксоны покрыты жирной субстанцией под названием *миелин* (смотрите рисунок 6). Миелин нужен мозгу, чтобы нормально функционировать и передавать сигнал от одного участка к другому, а также к спинному мозгу. Как мы сказали ранее, миелин производится олигодендроцитами и имеет белый оттенок из-за содержания в нем жира: отсюда и термин «белое вещество». По существу, «смазывая провода», миелин позволяет сигналам проходить по аксонам быстрее, в сотни раз увеличивая скорость нейронной передачи.

Миелин также увеличивает частоту передачи в тридцать раз, помогая сократить время восстановления синапсов между активацией нейронов. Комбинация повышенной скорости и снижения времени восстановления оценивается исследователями как примерный эквивалент увеличения пропускной способности компьютера в три тысячи раз. (Миелин также является объектом атаки при рассеянном склерозе. У пациентов с рассеянным склерозом в белом веществе имеются участки воспаления, и именно по этой причине они могут утрачивать некоторые функции, например перестать ходить. Иногда только временно, до тех пор пока не уйдет воспаление.)

При рождении кора ребенка содержит мало миелина. Это объясняет, почему передача электрических импульсов у младенцев замедленна, а их реакция столь нетороплива. Тем не менее, ствол мозга ребенка почти полностью покрыт миелином, как у взрослого, так что он может контролировать автоматические функции, такие как дыхание, сердцебиение и деятельность желудочно-кишечного тракта, необходимые для поддержания жизни.

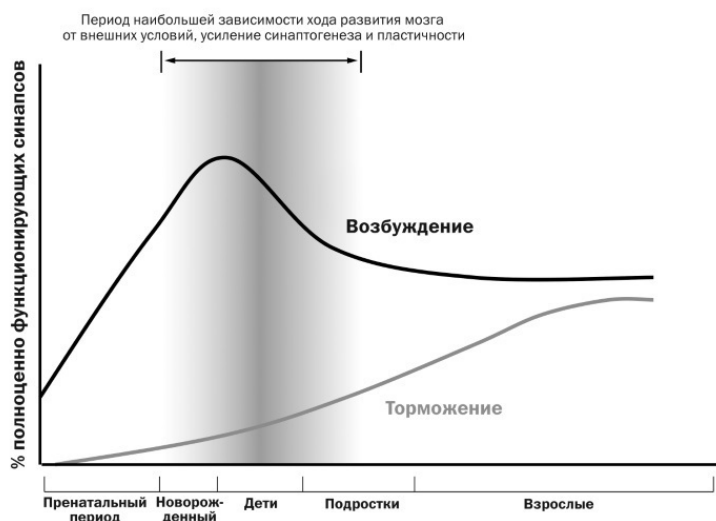
Связи во многих других областях мозга возникают после рождения, начиная с моторных и сенсорных областей в нижней и задней частях мозга. Когда эти области покрываются миелином, младенцы могут лучше обрабатывать основную информацию от своих органов чувств – глаз, ушей, рта, носа и кожи. В первый год формируются нервные участки, которые поддерживают области мозга, вовлеченные в зрение и другие первичные чувства, а также те, которые участвуют в общей двигательной активности. Вот, в частности, почему требуется около года, чтобы ребенок стал достаточно скоординированным, чтобы ходить. Большая часть мозга миелинизируется в возрасте двух лет, а высокоуровневые области, участвующие в реализации функций речи и мелкой моторики, – в течение ближайших нескольких лет. К этому времени дети готовы учиться говорить и улучшать свою мелкую моторику.

Более сложные участки мозга, особенно лобные доли, формируются гораздо дольше и заканчивают созревание, когда человеку уже за двадцать.

Все это обучение зависит от возбуждения – движущей силы в нашем мозге. Возбуждающие сигналы между нейронами создают связи, необходимые для развития мозга. Возбуждение может прийти извне или изнутри, но независимо от этого, если какой-то нейронный путь постоянно активизируется, синапсы между клетками усиливаются. Таким образом, клетки, которые активизируются одновременно, связываются вместе.

В развивающемся мозге, особенно в раннем детстве, когда группы нейронов и синапсов активизируются, процесс возбуждения «включает» молекулярный механизм синаптогенеза (создания новых синапсов). Количество синапсов увеличивается с младенчества до подросткового возраста, с максимальной скоростью – в раннем детстве. Поскольку синаптогенез зависит от активирования клеток друг другом, мозг ребенка имеет больше возбуждающих, а не тормозных нейромедиаторов и синапсов по сравнению с мозгом взрослого, где между этими двумя видами нейромедиаторов существует баланс.

Возбуждение является ключевым элементом обучения. Период в начале жизни, в котором процессы возбуждения явно преобладают, также называют «критическим периодом», когда обучение и запоминание являются более надежными, чем в более позднем возрасте. Это позволяет мозгу быть очень чувствительным к возбуждению и развиваться. К сожалению, чрезмерное возбуждение имеет свою цену: риск перевозбуждения. Это объясняет тот факт, почему заболевания, которые являются результатом перевозбуждения, типа эпилепсии, чаще встречаются в детском возрасте, чем у взрослых. Причиной приступов эпилепсии является то, что множество клеток мозга активизируются одновременно и нет достаточной блокировки погасить возбуждение.



**РИСУНОК 8. Детский мозг имеет больше возбуждающих, чем тормозных синапсов:** количество синапсов увеличивается с младенчества до подросткового возраста, с максимальной скоростью — в раннем детстве.

Разветвление дендритов достигает пика в первые несколько лет жизни, но, как мы видели, оно продолжается и в подростковом возрасте. Плотность серого вещества у девочек достигает максимума в одиннадцать лет, а у мальчиков – в четырнадцать лет, и она то увеличивается, то уменьшается на протяжении всего пубертата.



**РИСУНОК 9. Влияние употребления алкоголя на мозг подростка.** Алкоголь повреждает не только серое вещество. Было выявлено, что у подростков, злоупотребляющих алкоголем, страдает и белое вещество. Мы знаем, что белое вещество —миелиновая оболочка, которая помогает увеличить скорость и эффективность прохождения информации через мозг, продолжает развиваться в пубертате и в начале взрослой жизни. У подростков, употребляющих алкоголь, повреждается белое вещество *мозолистого тела* – образования, соединяющего два полушария мозга и дающего им возможность взаимодействовать друг с другом.

Количество белого вещества, или миелина, однако, имеет только одну траекторию в подростковом возрасте: восходящую. Это обнаружили Джей Гидд и его коллеги из Национального института психиатрии, просканировав мозг почти тысячи здоровых детей в возрасте от трех до восемнадцати лет.

Как мы видели на рисунке 4, исследователи из Университета Калифорнии, Лос-Анджелес, основываясь на этих выводах, сравнили сканы молодых взрослых, в возрасте от двадцати трех до тридцати, со сканами подростков, в возрасте от двенадцати до шестнадцати. Они обнаружили, что миелин по-прежнему производится и после подросткового возраста и даже после тридцати, что делает связи между областями мозга еще более эффективными.

Без этих изолированных соединений сигнал от одной области мозга – например, страх и стресс, исходящие из миндалины, – не может связаться с другой частью мозга – например, с оценкой происходящего, которую производит лобная доля. Для подростков, чей мозг еще формируется, это означает, что иногда они оказываются в опасной ситуации, не зная, что им следует предпринять дальше.

Это подтверждается в исследовании 2010 года, проведенном британским Красным Крестом. Ученые выясняли, как подростки реагируют на чрезвычайные ситуации с участием друга, который напился.

Более десяти процентов всех детей и подростков в возрасте от одиннадцати до шестнадцати лет когда-либо имели дело с другом, который плохо себя чувствовал или даже терял сознание вследствие чрезмерного употребления алкоголя. У половины из них друг в такой ситуации полностью отключался. В более широком смысле опрос показал, что девять из десяти подростков имели дело с каким-либо кризисом с участием другого человека – травмой головы, удушьем, приступом астмы, эпилептическим припадком и т. д. Сорок четыре процента опрошенных подростков признались, что паниковали в чрезвычайной ситуации, а почти половина (сорок шесть процентов) признались, что вообще не знали, как реагировать.

Дэн Гордон, пятнадцатилетний мальчик из Гемпшира, Англия, который дал интервью газете *Guardian* по поводу этого исследования, рассказал о вечеринке, на которой несовершеннолетние употребляли алкоголь. После того как одна девочка упала в обморок на пол, лицом вниз, и ее начало рвать, остальные подростки в комнате запаниковали. Посчитав, что нужно просто не дать ей задохнуться, они подняли ее, с трудом вывели на свежий воздух и стали ждать, когда она придет в себя. Дэн признался репортеру, что ни он, ни кто-либо другой на вечеринке не догадался вызвать скорую помощь. Другими словами, миндалины подростков распознали опасность, но их лобные доли не отреагировали на это. Вместо этого подростки действовали, не задумываясь о будущем и живя только настоящим моментом.

Мой сын Эндрю был свидетелем похожей истории в колледже. Он гостил у своей тогдашней подруги в колледже Бостона. К соседке этой подруги приехала гостья, застенчивая первокурсница с Юга, которая быстро опьянела на какой-то студенческой вечеринке. Когда Эндрю с подругой обнаружили, что молодая девушка потеряла сознание, они запаниковали. Вместо того чтобы вызвать службу спасения 911 или представителей службы безопасности студенческого городка или отвезти ее в отделение неотложной помощи, они позвали на помощь пару друзей, а потом поехали к нашему дому, который находился примерно в десяти милях от общежития.

«Мы не хотели звонить в службу безопасности студгородка», – объясняла подруга Эндрю, пока я осматривала девочку, которая в настоящий момент почти не реагировала ни на что.

«Она первокурсница. Если бы мы привезли ее в медицинский центр, мне и моей соседке по комнате было бы несдобровать».

Эндрю и его подруге тогда было по двадцать одному году, а этой гостье всего восемнадцать.

«А как насчет того, чтобы отвезти ее в больницу?» – спросила я.

«Мы не знали, насколько она пьяна, – сказал еще один их приятель. – Она разговаривала, когда мы сажали ее в машину, а теперь она полностью отключилась».

Никто из них на самом деле не знал эту девушку – в тот день они лишь мимолетно виделись с ней в первый раз, когда она приехала к соседке по комнате. У нее был кошелек и удостоверение личности из ее колледжа в Южной Каролине и никакой другой информации. Соседку, которая пригласила ее в Бостон, нигде не могли найти. Девушка была сонливой и быстро отключалась, а потом ее вырвало на пол. В этот момент я настояла, чтобы они отправили ее в местную больницу общего профиля, находившуюся всего в миле от нашего дома. Понадобилось три человека, чтобы донести девушку обратно в автомобиль. Минут через пятнадцать мне позвонила подруга Эндрю и сказала, что девушку кладут в больницу для наблюдения.

Бедняжка провела неприятную ночь в больнице, и ребята из колледжа забрали ее на следующий день. На обратном пути в Бостон они остановились у моего дома, чтобы собрать вещи, оставленные предыдущей ночью. Молодые первокурсники были бледными и очень уставшими, но в целом держались молодцом. Уровень алкоголя в крови девушки достиг рекордных 3,4

промилле, что более чем в четыре раза превышает уровень, разрешенный при вождении в США, и опасен для жизни. Если бы ее не привезли в больницу, где ей промыли желудок и дали активированный уголь, чтобы исключить дальнейшее всасывание алкоголя, последствия могли быть самые ужасные.

Я усадила ребят на кухне, открыла свой ноутбук и показала им изображение уровней содержания алкоголя в крови и их воздействие на координацию и сознание. Я указала, что уровень в четыре промилле – чуть больше, чем обнаружили у девушки, – может быть смертельным. Оказывается, девушка выпила около семнадцати рюмок в тот вечер – насколько она помнила. Не было никакого смысла задавать обычный вопрос: «О чем вы вообще думали?», но я чувствовала, что это хороший обучающий момент, чтобы показать им всем, насколько девушка была близка к трагическому концу.

Юная студентка оправилась и, надеюсь, выучила свой урок, но очевидно, что последствия неспособности принимать решения часто бывают катастрофическими для подростков.

Беннету Барберу было шестнадцать лет в канун Нового, 2008 года, когда он ушел с вечеринки у подруги в Марблхед, штат Массачусетс, и пошел домой. Было около половины двенадцатого вечера, шел снег и дул порывистый ветер со скоростью до тридцати миль в час. Одетый в джинсы и кроссовки, Беннет был пьян и дезориентирован, и, хотя до его дома было меньше километра, он заблудился. В итоге он рухнул лицом вниз, в сугроб.

В три часа утра его мать позвонила в полицию, и морозной ночью были начаты поиски. Несколько часов спустя спасатель обнаружил бутылку пива в снегу и последовал по расплывчатому следу. Когда Беннета нашли, он был в полубессознательном состоянии и страдал от переохлаждения. У него также не было одного кроссовка и носка. На машине скорой помощи школьника отвезли в больницу Массачусетса. Там обнаружили, что у него слишком низкая температура тела, а его правая ступня, казалось, была отморожена. Его поместили в специальную палату, чтобы поднять температуру тела, а впоследствии перевели в ожоговый центр для лечения обморожения.

Беннет позже сказал отцу, почему власти так долго его искали. Он старался скрыться от них! Полицейский отчет приводит подробности: мальчик помнит, что видел огни, но говорит, что он прятался каждый раз, когда кто-то с фонариком проходил мимо, потому что он не хотел попасть в беду из-за выпивки.

Девочка-подросток, у которой состоялась та стихийная вечеринка, когда ее родители уехали, сначала сказала полиции, что Беннет был пьян, когда он пришел туда, и что она какую-то часть пути сопровождала его домой.

И лишь в пять утра она сказала правду – что в доме было более десятка людей, многие из них пили алкоголь, все несовершеннолетние, и что она пыталась выпроводить всех примерно в полдвенадцатого – перед тем, как вернуться ее родители. Две девушки сказали, что они проводят Беннета, «но когда они вышли на улицу, мальчик был слишком пьян», и они привели его обратно и оставили одного, а сами стали помогать своей подруге наводить порядок. Это был последний раз, когда они видели Беннета.

Употребление подростками алкоголя было лишь половиной проблемы. Другая половина проблемы состояла в принятии плохих решений Беннетом и его друзьями, лжи, которая привела к задержке поисков, и в панике подростка при мысли о том, что его поймает полиция. Все подростки в этой ситуации проявили потрясающее непонимание ситуации.

Ученые говорят, что понимание зависит от способности посмотреть дальше себя, и поскольку этот навык возникает в лобной и префронтальной долях, требуется время для его развития. Динамические изменения, происходящие в мозге, наполняют подростковый период энтузиазмом и подъемом. Но податливый, еще растущий подростковый мозг может быть страшной проблемой. Может случиться все что угодно – по большей части нехорошего. Подростки могут выглядеть как взрослые, они могут даже во многом думать как взрослые, и их

способность к обучению ошеломляет. Но знание, что подростки не в состоянии понять свои когнитивные, эмоциональные и поведенческие ограничения, – является критически важным.

## Глава 4

### Обучение: Работа для подросткового мозга

«Что я сделал(а) не так?»

Обычно это второй вопрос, который я получаю от родителей подростков. Первый вопрос – риторический: «Как мог мой ребенок [заполните пропуск]?»

Большинство родителей, которые приходят ко мне, отчаялись или озлобились – или то и другое, – и все они могут заполнить пропуск целым рядом недоуменных вопросов, например: «Зачем моя дочь ночью тайком убегает из дома на свидание со своим парнем, если они только что провели вместе все выходные?» или «Как мой сын мог забраться в винный бар родителей его друга, да еще и оставить там пустые бутылки?!».

Моя соседка, мать шестнадцатилетнего сына, была ошарашена, когда вместо учебы она застукала его курящим марихуану в своей комнате. Это было отвратительно, но еще больше ее удивило то, что при этом он открыл настежь окно (это было посередине зимы!), чтобы проветрить, – и ветер вдувал дым обратно в комнату, под дверь и вниз по лестнице – прямо к моей шокированной соседке на кухню!

«Как он может быть настолько глупым?» – спросила она меня.

Родители сразу винят себя за плохое поведение подростка, хотя и не могут понять, в чем именно их вина. Биологические родители могут быть виноваты в передаче «плохих» генов; а биологические и небιологические родители – в неправильном воспитании ребенка. В любом случае вы, родители, виноваты, верно?

Однако это происходит не из-за генов, и не из-за вашего воспитания, и не из-за того, что подростка ударили по голове и он проснулся инопланетянином с Планеты подростков.

Подростки отличаются от взрослых своим мозгом, в частности – двумя необычными особенностями своего мозга. Во-первых, на этом этапе развития их мозг является наиболее мощным и наиболее уязвимым, чем на любом другом этапе их жизни. Во-вторых, даже когда подростки обучаются, их мозг сокращает серое вещество и количество нейронов. Оба эти факта верны благодаря тому, что называется нейронной пластичностью.

Даже в подростковом возрасте я часто думала о мозге. Имеет ли значение, где человек вырос? Как он рос? Способен ли мозг, как и остальные части тела, изменяться в зависимости от того, что в него поступает и чему он подвергается? Я любила прокручивать эти вопросы в голове, и, когда я поступила в колледж, они возникли снова, только на этот раз у меня уже стали появляться намеки некоторых ответов.

Как-то летом, когда я была еще в средней школе, я вызвалась поработать волонтером в Гринвическом филиале Ассоциации помощи людям с задержками в развитии (АПЛЗР). Некоторые из тех, кто регулярно посещал АПЛЗР в Гринвиче, родились с синдромом Дауна. И хотя у всех из них были различные способности, большинство были самостоятельными. Они умели плавать, принимали участие в театральной программе; некоторые даже научились читать и писать. Благодаря материальной обеспеченности жителей Гринвича местная АПЛЗР всегда хорошо финансировалась, но многие из детей были из очень привилегированных слоев. По сей день я помню, как удивилась, увидев, как на наши мероприятия прибыл лимузин, из которого высадили малыша.

Эти дети находились в необычайно богатой стимулами среде, и нахождение в этой обогащающей среде благоприятно сказывалось на них. Несмотря на их достаточно серьезные диагнозы, они были активными и любопытными и многие добивались таких же успехов в чтении и арифметике, как и обычные дети их возраста. Я знала, что они не только отлично проводили день в АПЛЗР, но и после возвращения домой часто получали физиотерапию и частные уроки.

Находясь в городе Смит, я имела возможность увидеть, какой была жизнь для умственно отсталых, которые не имели тех же преимуществ, что дети из Гринвичской АПЛЗР. Я работала волонтером несколько часов в неделю в государственной школе Белчертауна – государственном учреждении с семидесятилетней историей, где находились люди с когнитивными проблемами. Это учреждение находилось всего в нескольких милях от Смита. Контингент Белчертауна варьировал от детей до очень пожилых людей, многие из которых провели большую часть их жизнь в этом учреждении. Перед его закрытием в 1992 году в Белчертауне было полторы тысячи человек, в возрасте от одного до восьмидесяти восьми лет, которые жили в тринадцати общежитиях. Больница этого учреждения была недоукомплектована персоналом, даже после того, как местная газета написала о переполненности и жестоком обращении в 1960-х.

Когда я стала там волонтером в 1975 году, я в основном проводила время в детском общежитии. Это не было приятным местом. Комнаты пропахли дезинфекцией, игрушек было мало, и многие из детей подолгу не мылись. Подобно детям в АПЛЗР Гринвича, у всех была разная степень задержки развития, но даже более сохраненные дети отставали от своих сверстников в АПЛЗР. Они сидели по углам, раскачивались и с трудом говорили, а их глаза казались пустыми.

В этот период в научном сообществе шли дискуссии о природе и воспитании и мои профессора психологии и биологии в Университете Смита обсуждали, насколько характер человека, начиная с его личности и заканчивая интеллектом, симпатиями и антипатиями, зависит от генов (природы) и насколько от влияния окружающей среды (воспитания). В Белчертауне наблюдалось явно мало воспитания, в то время как в АПЛЗР всегда была какая-то активность, специализированные методы лечения, обучение и, прежде всего, стимулирование.

В какой-то момент я поняла, что дети в Белчертауне, которые имели такую же задержку и те же препятствия, которые нужно преодолеть, были в гораздо худшем состоянии, чем дети в АПЛЗР в Гринвиче. И – по крайней мере, с моей ограниченной точки зрения – окружающая среда играла в этом основополагающую роль. Было ясно: мозг детей в АПЛЗР стимулировался и поощрялся к развитию, а мозг детей в Белчертауне – нет.

Как нет двух одинаковых отпечатков пальцев, так нет и двух одинаковых мозгов. Все, что мы делаем, думаем, говорим и чувствуем, влияет на развитие нашего самого драгоценного органа, и эти события вызывают все больше изменений в нем – до тех пор, пока цепочка действий и реакций не становится слишком запутанной, чтобы распутать ее или удалить. Наш мозг, в сущности, *создают сами себя*. Они не только служат потребностям и функциям конкретного человека, но и формируются – обустроиваются, если хотите, – с помощью конкретного опыта этого человека.

В нейробиологии мы называем уникальную способность человеческого мозга создавать себя *пластичностью*. Мышление, планирование, обучение, действие – все это влияет на физическую структуру и функциональную организацию мозга в соответствии с теорией нейропластичности.

Еще во времена Сократа некоторые считали, что мозг можно «натренировать», или изменить так, как гимнаст тренирует свое тело балансировать на перекладине. В 1942 году британский физиолог, лауреат Нобелевской премии Чарльз Шеррингтон писал, что человеческий мозг похож на «волшебный ткацкий станок, в котором миллионыдвигающихся челноков ткут неясную картину, всегда имеющую смысл, хотя и всегда непостоянную». В сущности, человеческий мозг, говорил Шеррингтон, всегда находится в состоянии потока (постоянных изменений).

Через пять лет после Шеррингтона Дональд Хебб, американский нейропсихолог, был поражен случайным озарением, которое привело его к созданию первого квазиэкспериментального теста на пластичность мозга.



Когда этот сорокатрехлетний исследователь взял домой крысят из своей лаборатории в Университете Макгилла в Канаде и дал их своим детям в качестве домашних животных, он позволил этим грызунам свободно перемещаться по дому. Озарение Хебба состояло в том, что он захотел сравнить мозги этих свободно перемещающихся крыс с теми крысами, которые содержались в клетках его лаборатории.

Через несколько недель он устроил для этих двух групп крыс своего рода тест интеллекта, заставив их пройти через лабиринт. Домашние крысы, которые могли свободно перемещаться по дому Хебба и беспрепятственно общаться друг с другом, а также с Хеббом и его семьей, значительно лучше ориентировались в лабиринте, чем крысы, ограниченные небольшими клетками.

К концу 1990-х годов исследователи подтвердили ряд изменений в размере мозга, объеме серого вещества, размере нейронов, дендритных ветвлениях, а также количестве синапсов в нейронах, связанных с опытом и стимулированием. Ученые пришли к выводу: чем сильнее стимуляция и чем обширнее опыт, тем крупнее нейроны, плотнее дендриты, больше количество синапсов и объемнее серое вещество.

На старших курсах в Университете Смита в 1977—1978 годах я написала первую профессиональную журнальную статью под руководством Нико Спинелли, профессора кафедры психологии и информатики Университета штата Массачусетс, Амхерст. Он проводил новаторские эксперименты по пластичности зрительной коры.

Предыдущие исследования изучали мозг млекопитающих, выросших в обедненной среде. Спинелли хотел посмотреть, будет ли пластичность работать в «нормальной» среде. Поэтому мы взяли котят, воспитанных их матерями в стандартных условиях, и предложили им то, что называется *обучением избеганию*. В этих экспериментах «безопасный» и «небезопасный» стимулы ассоциировались с двумя различными визуальными воздействиями: вертикальными и горизонтальными линиями. Поскольку котята научились связывать безопасный стимул с горизонтальной или вертикальной линией, число нейронов в этих частях визуальной коры увеличивалось. Результаты, которые были опубликованы в журнале *Science*, подтвердили, «что раннее обучение производит пластические изменения в структуре развивающегося мозга», или, выражаясь проще, молодой мозг формируется с помощью опыта.

Конечно, взрослый мозг также может формироваться опытом. Исследователи пластичности нейронов обнаружили, что даже в старости мозг можно перестроить – просто не так легко и не так устойчиво, как в детстве и подростковом возрасте.

Если детский мозг будет реагировать и меняться в ответ на практически любую стимуляцию, то пластичность взрослых работает только в определенных поведенческих контекстах.

Например, у таксистов Лондона (как известно, сложного для навигации города) ученые обнаружили увеличенный гиппокамп, в частности в области, ответственной за пространственную память. У скрипачей и виолончелистов, которые должны использовать свои руки плавно и быстро, была обнаружена увеличенная моторная область коры. А в необычном эксперименте, проведенном несколько лет назад Патрицией Мак-Кинли из Университета Макгилла, удалось доказать, что обучение танго, которое подразумевает одновременно сложные движения и тонкое чувство равновесия, улучшало способности пожилых людей в возрасте 68—91 года переключаться между двумя разными когнитивными задачами. Пластичность, таким образом, в каком-то смысле еще один синоним слова «обучение».

Первые несколько лет детства длится критический период пластичности, в котором обучение происходит быстро и легко. Эксперты по эволюции считают, что это способ мозга помочь нам быстрее адаптироваться к конкретной среде, в которой нас воспитывают. Концепция здесь та же, что и у импринтинга, когда у утенка развивается глубокое и мощное желание следовать за матерью-уткой, а не за кем-то еще.

Когда мне было пять лет, я видела это в действии, хотя я, конечно, не знала, как это работает. Была Пасха, и только что родился мой младший брат. Возможно, из-за этого друзья моих родителей дали мне мою собственную «лялю-уточку», к ужасу моих родителей. Я обожала эту пушистую птичку и была абсолютно очарована тем, что она будет следовать за мной по дому и даже пойдет со мной во двор. Поскольку я была с этой уточкой почти с ее рождения, она посчитала меня своей мамой.

Годы спустя я читала детскую книгу «Ты моя мама?» П. Д. Истмэна своим сыновьям. В принципе, эта книга об импринтинге. Молодой птенец покидает свое гнездо, пока его мать ушла искать пищу, и отправляется в путешествие. Каждому животному и каждому предмету, который он встречает, – котенку, курице, собаке, корове, автомобилю, даже огромному экскаватору – он задает вопрос о своей принадлежности. К счастью экскаватор поднимает его наверх обратно в гнездо и кладет рядом с его настоящей мамой.

Я, пятилетняя, была единственной мамой моего утенка.

К сожалению, конец наших отношений было внезапным и жестоким. Примерно через неделю после Пасхи я вернулась домой из детского сада, и мой утенок снова стал ходить за мной по дому. Но на этот раз, когда я прошмыгнула между кухней и столовой через вращающиеся двери, птенцу не удалось сделать это и его сплющило. Я плакала в течение нескольких дней.

Тринадцать лет спустя, на первом курсе Университета Смита, я создала свой собственный эксперимент по импринтингу с цыплятами для класса по продвинутой биологии. Чтобы произвести импринтинг цыплят на звук, я целую неделю «облучала» их конкретными звуками или тонами. В конце обучающего периода птенцы были помещены на своего рода подиум и им воспроизводились два звука – один из них знакомый звук, который я включала им семь дней подряд. Все цыплята пошли на знакомый звук: звук запечатлелся в них. Я помню это так хорошо, потому что моя мама была в гостях у меня во время эксперимента и она помогла мне печатать результаты!

Как на самом деле происходит обучение? Молодой и старый мозг работают одинаково, получая информацию от органов слуха, зрения, вкуса, осязания, обоняния. Сенсорная информация передается через сеть нейронов и хранится в кратковременной памяти. Эта область памяти является крайне неустойчивой и постоянно получает информацию из почти непрерывного информационного потока, с которым органы чувств сталкиваются каждую минуту во время нашего бодрствования. После обработки информации в краткосрочной памяти она сравнивается с существующими воспоминаниями и если она совпадает с ними, то отсеивается. (Пространство мозга слишком ограничено и слишком драгоценно, чтобы занимать его нейронными дубликатами.) Если информация является новой, то она отправляется в одно из мест в головном мозге, где хранятся долгосрочные воспоминания.

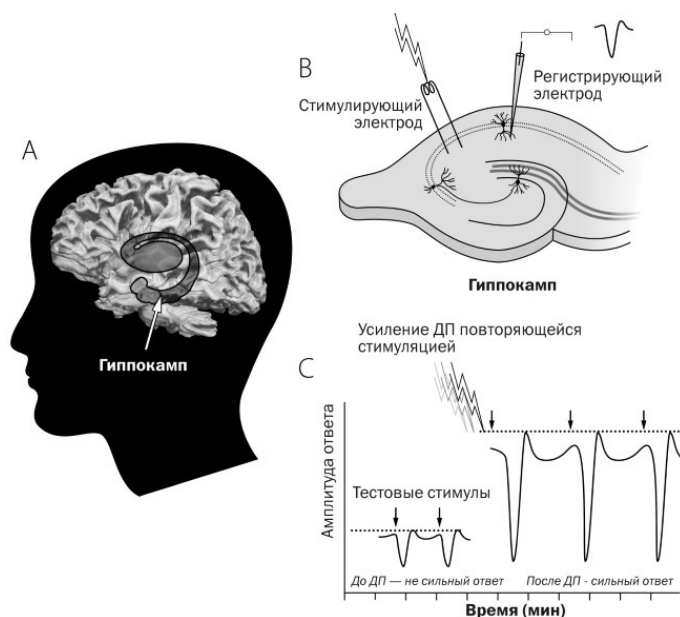
Хотя почти и мгновенная, передача сенсорной информации не является совершенной. Как иногда прерывается плавный сигнал в телевизоре, искажая на миг изображение, так искажается информация, когда она перемещается вверх и вниз по аксонам нейронов. Это объясняет, почему наши воспоминания никогда не идеальны, но имеют прорехи или нестыковки, которые мы иногда заполняем, пусть и бессознательно, ложной информацией.

Мозг запрограммирован обращать особое внимание на новую информацию, а это на самом деле и является обучением. Чем больше активности, или возбуждения, между конкретным набором нейронов, тем сильнее синапсы. Таким образом, рост мозга является результатом его возбуждения. А как вы помните, молодой мозг имеет больше возбуждающих синапсов, чем тормозных.

Чем чаще какая-то часть информации повторяется или повторно изучается, тем сильнее становятся нейроны и соединение уподобляется хорошо протоптанной тропинке в лесу. «Частота» и «новизна» – вот ключевые слова. Чем чаще и чем «недавнее» мы узнаем что-то,

а затем вспоминаем или используем снова, чем глубже укореняется знание, будь то запоминание маршрута между домом и работой или добавление контакта в список вашего смартфона. В обоих случаях техника обучения зависит от синапса – крошечного пространства, где пакеты информации передаются от одного нейрона к другому через химических посланников.

Чтобы эти нервные связи образовались, обе стороны синапса должны быть «включены», то есть находиться в состоянии возбуждения. Когда интенсивность возбуждающего сигнала превышает определенный уровень, то принимающий нейрон активируется и начинается молекулярный процесс, называемый *долговременной потенциацией*, с помощью которого укрепляются синапсы и нейронные связи.

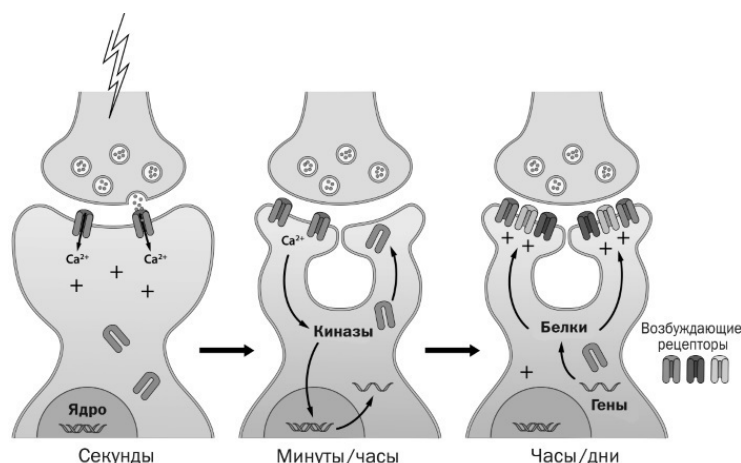


**РИСУНОК 10. Долговременная потенциация (ДП) – это широко используемая модель «практического эффекта» обучения и памяти.** А. Гиппокамп внутри височной доли. В. Активность клеток мозга, зафиксированная в гиппокампальных срезах, взятых у грызунов, показывает изменения в клеточных сигналах после стимуляции. С. Эксперименты с ДП обычно фиксируют повторяющиеся небольшие реакции на стимулы до тех пор, пока не будет дана серия стимулирующих импульсов (это похоже на «практический эффект»). После чего реакции нейронов на первоначальные стимулы усиливаются, как будто они были «запомнены».

Процесс долговременной потенциации, или ДП, это сложный каскад событий, задействующий молекулы, белки и ферменты, который начинается и заканчивается в синапсах.

ДП начинается с главного возбуждающего нейромедиатора, глутаминовой кислоты, которая выделяется на терминал аксона одного нейрона, через синапс, к рецептору на дендрите принимающего нейрона. Глутаминовая кислота напрямую участвует в строительстве более сильных синапсов. Как она это делает? Глутаминовая кислота действует в качестве катализатора и запускает цепную реакцию, которая создает большие по размеру и более сильные синапсы, или связи, в проводящих путях мозга.

Когда глутаминовая кислота активирует рецептор, она заставляет ионы кальция перемещаться вокруг синапса. Кальций, в свою очередь, активирует множество ферментов и молекул и взаимодействует с определенными белками, чтобы изменить их форму и поведение. И это может изменить структуру синапса и нейрона, чтобы сделать их более или менее активными. Кальций может изменить существующие белки очень быстро, от нескольких секунд до нескольких часов, и он также может активировать гены, чтобы создать новые белки – этот процесс занимает от нескольких часов до нескольких дней.



**РИСУНОК 11. Новые рецепторы добавляются в синапсы в процессе обучения и запоминания, а также ДП: сигналы аксонов, которые изначально вызывали малый отклик, вызывают больший отклик в нейронах после ДП благодаря развитию более крупного синапса.**

Конечным результатом является синапс, более сильный и крупный по размеру, и это ведет к большей силе реакции в активированной клетке.

В экспериментах эту усиленную реакцию можно измерить как более мощный электрический сигнал. По сравнению с реакцией до «тренировки» и последующим построением сильного синапса, реакция в клетке после этой потенциации гораздо мощнее. На самом деле, если вы изучаете все это, вы создаете новые синапсы, когда читаете данные строки. Всего через несколько минут после того, как вы узнаете что-то новое, ваши синапсы начинают расти сильнее. Через несколько часов они становятся более сильными и крупными.

Джон Эклс, который получил Нобелевскую премию за свои ранние работы по изучению синапсов, удивился, насколько много стимуляции нужно, чтобы произвести изменения синапса:

*«В попытке объяснить феномены обучения самым малоубедительным является то, что длительные периоды избыточного использования или неиспользования необходимы, чтобы произвести явные синаптические изменения».*

Эклсу не удалось понять, что повторения, которые он отмечал с такой безнадежностью, — эти «длительные периоды избыточного использования» — представляли собой работу мозга, его научение и приобретение им знаний. После повторной стимуляции клетки мозга будут реагировать гораздо сильнее на раздражитель, чем первоначально. Следовательно, нейронная цепь «учится». И чем больше укоренены знания, тем легче вспомнить их и использовать.

Когда лыжники участвуют в слаломе, самый быстрый маршрут вниз становится отчетливым. Возникают колеи. К тому времени, когда последние спортсмены стартуют, маршрут так глубоко отпечатывается в снегу, что они не могут выехать из него, да им и не хочется это делать. Глубоко отпечатанный след направляет их вниз по пути, который им не нужно искать.

Процесс тонкой настройки и выключения нейронных связей, которые были созданы в детстве, но больше не нужны, называется прореживание, или *прунинг*. Он ускоряется с середины до конца пубертата, когда удаляются ненужные синапсы. Ученые называют эту фазу прореживания своего рода «нейронным дарвинизмом», в которой выживают только «сильнейшие», то есть наиболее часто используемые нейроны.

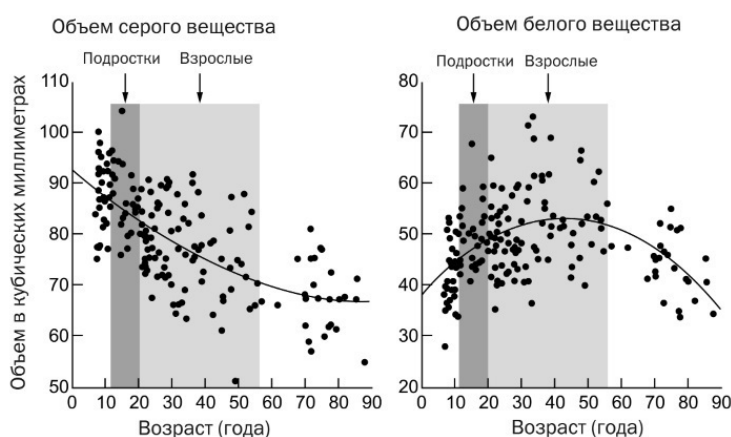
Чем объясняется потеря серого вещества на столь раннем этапе развития человека, когда многие когнитивные и познавательные функции еще в полной мере не развиты? В последние несколько лет исследователи обнаружили прямую корреляцию между уменьшением у подрост-

ков серого вещества и увеличением белого вещества. Ученые знают, что серое вещество продолжает уменьшаться и во взрослой жизни, особенно после шестидесяти лет, но они считают, что уменьшение объема серого вещества в подростковом возрасте – это существенно иной процесс. В дальнейшей жизни серое вещество уменьшается вследствие дегенеративных процессов, то есть происходит сжатие клеток и их отмирание, в то время как в подростковом возрасте уменьшение серого вещества является следствием пластичности мозга. («Используй или потеряешь!»)

Исследователи Калифорнийского университета обнаружили, что прунинг не только повышает эффективность мозга, но и что более высокий уровень интеллекта может коррелировать с длительным, ускоренным ростом нейронов в детстве с последующим энергичным прунингом в подростковом возрасте. Именно поэтому в разгар хаоса пубертата подростки развивают более компактную и эффективную взрослую «ментальную машину».

Взрослые имеют преимущество перед детьми и подростками в том, что их белое вещество лучше развито, то есть они имеют быстрые соединения между разными областями мозга.

Настоящей новостью в науке является то, что подростковый мозг наиболее приспособлен к обучению. И этот факт не следует принимать как должное! ДП сильнее выражена в подростковом возрасте. Животные-подростки учатся быстрее взрослых, и ученые хотели бы узнать, происходит ли это из-за лучшей синаптической пластичности.



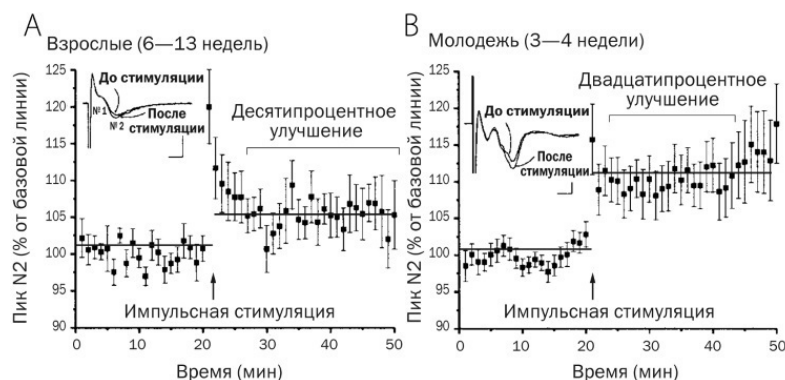
**РИСУНОК 12. Серое вещество и белое вещество развиваются в течение жизни по-разному.** У детей и подростков больше серого вещества и синапсов, чем у взрослых, потому что по мере старения мозг удаляет ненужные соединения. Тем не менее в старости белое вещество также уменьшается, отчего возникают возрастные когнитивные проблемы вроде потери памяти или деменций.

Ученые проводили исследования на срезах мозга крыс, чтобы посмотреть на ДП у крыс-подростков и взрослых животных. Они обнаружили, что ДП гораздо сильнее у крыс-подростков. Сравнения «до» и «после» импульсной стимуляции показали, что синапсы на подростковых срезах были примерно в полтора раз увеличены и что это продолжалось гораздо дольше.

Это означает, что запоминание происходит легче и воспоминания сохраняются лучше, если обучение идет в подростковом возрасте, а не во взрослом. Данный факт не следует игнорировать! Это время, чтобы определять сильные стороны и вкладываться в проявляющиеся таланты. Это время, когда вы можете получить наилучшие результаты при проблемах в обучении и эмоциональном состоянии. Мы все долго считали, что уровень *IQ*, который «определили» у человека в начальной школе после прохождения одного из тестов, был окончательным вердиктом его интеллектуальной судьбы. Это неправда. Существует убедительные данные, показывающие, что *IQ* может меняться в подростковый период.

Между тринадцатью и семнадцатью годами одна треть людей сохраняет свой *IQ* на прежнем уровне, у одной трети – *IQ* уменьшается, а у самой выдающейся трети – *IQ* возрастает. Возрастание *IQ* отражается в изменениях на снимках мозга. При увеличении вербального *IQ* увеличивается и серое вещество в центрах мозга, отвечающих за речь. При увеличении невербального *IQ* увеличивается серое вещество в областях мозга, связанных с движениями рук.

Единственное, что разочаровало в этом исследовании, это то, что исследователи не выяснили, что именно делали эти люди в годы становления. Мы хотели бы знать секрет: что нужно делать, чтобы *IQ* вырос во время подросткового возраста? Утешает лишь то, что мы уже понимаем, что именно *понижает IQ*, но к этому мы вернемся позже.



**РИСУНОК 13. Синаптическая пластичность подростков гораздо выраженнее, чем у взрослых.** Чтобы проверить, выше ли способности к обучению у подростков по сравнению с взрослыми из-за наличия у них лучшей ДП, исследователи сравнили срезы гиппокампа подростков с аналогичными срезами у взрослых. Сигнал после импульсной стимуляции у подростков (В) был значительно выше и продолжался дольше, чем у взрослых (А).

Исследователи из Института генетики поведения Университета Колорадо недавно обнаружили, что по сравнению с детьми с более низким *IQ* дети с высоким *IQ* могут иметь продолжительный период обучения, в течение которого они поддерживают быстрый темп приобретения новых знаний. Этот продолжительный период обучения не обязательно приводит к повышению *IQ*, но он может иметь долгосрочные преимущества. Такого рода информацию нужно распространять повсюду: подростки должны знать, что это один из золотых периодов для их мозга!

Это, конечно, не поможет вам справиться с вашими головокружительно сложными подростками. Важно помнить: даже если их мозг обучается с максимальной скоростью, многое другое неэффективно – в том числе внимание, самодисциплина, завершение задач и управление эмоциями. Поэтому полезно повторять про себя мантру: «Одно дело за один раз». Старайтесь не перегружать своих подростков инструкциями. Помните: хотя они и выглядят так, как будто они могут делать несколько задач одновременно, на самом деле это у них не очень хорошо получается.

Даже если вы просто будете побуждать их останавливаться и задумываться над тем, что и когда они должны делать, это поможет увеличить приток крови к той области их мозга, которая задействована в многозадачности, и постепенно укрепит ее. Это касается инструкций и советов. Не только озвучивайте инструкции устно, но и записывайте их. А также ограничьте их число одной-двумя, а не тремя, четырьмя или пятью. Вы также можете помочь своим подросткам лучше управлять временем, купив им ежедневник и посоветовав записывать свои дела. Поступая таким образом постоянно, они будут обучать свой собственный мозг.

Возможно, самое важное – это установить границы. Для всего. Это то, что их чересчур активные мозги не могут сделать самостоятельно. Выделите конкретное количество времени, в течение которого вы позволите своему подростку общаться «виртуально». Конечно, это не означает, что дети будут неуклонно следовать вашей программе. Наверняка будут случайные сбои; возможно, их будет много. Вот почему вам нужно следить за ситуацией, проверять, как подростки делают свои домашние задания и сколько проводят времени за компьютером. Чем больше контроля с вашей стороны, тем меньше соблазнов для ваших подростков. А чем меньше искушений, тем лучше их мозг научится обходиться без постоянного отвлечения.

При неожиданных эмоциональных всплесках ваших детей сохранить спокойствие вам поможет простой счет до десяти – перед тем, как ответить им. Злиться или воспринимать подростковый кризис как детскую истерику не рекомендуется. Подростки полагают, что они взрослые, и чем чаще вы будете относиться к ним как к взрослым, тем больше шансов, что они на самом деле попробуют вести себя как взрослые.

Поскольку я врач и ученый, я могу усадить своих детей и сказать им: «Послушайте, если вы мне не верите, когда я говорю, что вы иррациональны, или импульсивны, или чрезмерно чувствительны, позвольте мне объяснить вам, почему это «вина» вашего мозга». К тому времени, как вы закончите читать эту книгу, вы будете в состоянии сделать то же самое.

И поверьте мне, это работает. Я видела это не только на своих сыновьях, но и в общении с другими подростками – после того как я проводила презентации в школах. Они буквально очаровываются нейробиологией и тем, что существует логика и обоснование того, что казалось им необъяснимыми потрясениями. Однако есть риск, что эти «обоснования мозга» станут своего рода подростковым оружием.

«Мой мозг заставил меня сделать это», – захочется сказать вашему сыну, когда он решит угнать автомобиль отца и кататься до полуночи.

«Нет! – должны ответить ему вы. – Твой мозг иногда является объяснением; но *не оправданием*».

Подростки достаточно осознают свои действия, чтобы знать, что они не являются автоматами. И это означает, что они способны изменять и отвечать за изменения собственного поведения. Это то, о чем вы должны напоминать им снова и снова. Наука о мозге не может служить оправданием глупого, незаконного или аморального поведения.

Подростки должны получать больше разъяснений. Точно так же, как я создала своих сыновей, услышав об утонувшем Дэне, и вы, когда прочитаете или услышите о чем-то подобном, должны созвать своих детей-подростков, сесть с ними и напомнить им о том, почему эти вещи происходят. Не ждите, что они автоматически поймут подтекст и более тонкие связи, лучше перестраховаться и явно указать на очевидные вещи. Я делала это так много раз, что мои дети дали мне прозвище «Капитан Очевидность»!

Существует логическое объяснение, почему пластичность появляется в детстве и юности: выживание зависит от адаптации к окружающей среде, поэтому молодой мозг должен быть гибким и податливым. Рост синапсов делает подростков «машинами по обучению», но тот факт, что их мозговые сигналы могут легко сбиться с курса, делает эти скачки роста несколько опасными.

В эволюционном смысле открытость для новых идей, изучение новых вещей приводит к полезному опыту, который необходим для выживания. У взрослых миелин позволяет определенным сигналам мозга быстро связаться с лобной долей, где импульс будет приторможен. Поэтому прунинг происходит одновременно с ростом миелинизации, что дает подросткам короткий промежуток, чтобы испытать мир и выяснить, что сделает их счастливее, здоровее и, можно надеяться, мудрее. Это объясняет, почему поведение некоторых подростков может казаться таким разрушительным.

Мой коллега рассказал мне об одном подростке. Его остановили полицейские и выписали штраф за то, что он ехал со скоростью 113 миль в час<sup>2</sup>. Мальчик был в ярости – не потому, что его оштрафовали, он признал, что превысил скорость; а потому, что его оштрафовали за «неосторожную езду», хотя он, по его словам, все спланировал заранее. Он точно знал, что собирается делать и где он это будет делать, и даже выбрал прямой участок дороги с небольшим трафиком и хорошую погоду, чтобы сделать это.

Существует и еще одна причина этого явного конфликта личных интересов, базирующаяся на эволюции. Ученые из Университетского колледжа в Лондоне недавно попросили пятьдесят девять молодых людей, в возрасте от девяти до двадцати шести лет, предсказать вероятность того, что с ними может случиться что-то плохое. В списке были сорок печальных событий – от заражения вшами до получения серьезной травмы в автомобильной аварии. После того как испытуемые высказали свои догадки, им показали реальные шансы на то, что эти плохие вещи произойдут. Затем им предложили снова предсказать свои шансы.

---

<sup>2</sup> 181 км/ч.



## **Конец ознакомительного фрагмента.**

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.