

МОЗГ и удовольствия

Дэвид Линден

КАК МОЗГ
ЗАСТАВЛЯЕТ
НАС КАЙФОВАТЬ
ОТ ЖИРНОЙ
ПИЩИ, СЕКСА,
СПОРТА,
ЩЕДРОСТИ,
АЛКОГОЛЯ,
НОВЫХ ЗНАНИЙ
И АЗАРТНЫХ ИГР



ЭКСМО
Москва
2012

УДК 159.922.1

ББК 88.53

А 59

David G. Linden

THE COMPASS OF PLEASURE

Перевод с английского *Инны Веревкиной*

Художественное оформление *Петра Петрова*

Линден Д.

А 59 Мозг и удовольствия / Дэвид Линден ; [пер. с англ. И. Веревкиной]. — М. : Эксмо, 2012. — 288 с. — (Психология. Мозговой штурм).

ISBN 978-5-699-54401-1

Историю человечества можно считать хроникой желаний: осознанных, несбыточных, удовлетворенных. Стремление к удовольствию в разных формах всегда было сильнейшей мотивирующей силой, способной управлять как судьбами народов, так и жизнями отдельных людей. Этот факт пытались постигнуть еще Эпикур и Ницше, но лишь благодаря недавним достижениям в области нейробиологии его начали изучать всерьез. В книге Дэвида Линдена рассказывается о новых исследованиях, которые помогли понять, как нейронные цепи удовольствия в головном мозге активируются слабыми и, что поразительно, сильными сторонами человеческой природы. Линден поясняет новейшие достижения науки с помощью увлекательных историй из жизни, показывая скрытые механизмы приносящих удовольствие действий и то, как они перерастают в зависимость. С помощью этой книги вы сможете лучше понять суть своих желаний и избежать ловушек, которые может расставить мозг даже очень благоразумных людей. Книга написана легким и доступным языком, с изрядным юмором, и будет интересна широкому кругу читателей.

УДК 159.922.1

ББК 88.53

© 2010, David Linden.

All rights reserved.

© Веревкина И.В.,

перевод на русский язык, 2011

© Оформление. ООО «Издательство
«Эксмо», 2012

ISBN 978-5-699-54401-1

Нажмите здесь, чтобы перейти на наш сайт
Купить полную версию книги

Посвящается Элейн Левин

Оглавление

ПРОЛОГ	9
Глава 1	
ВОЛШЕБНАЯ КНОПКА УДОВОЛЬСТВИЯ	15
Глава 2	
НАШЕДШИЕ ЗАБВЕНИЕ	38
Глава 3	
НАКОРМИТЕ МЕНЯ.....	84
Глава 4	
НАШ СЕКСУАЛЬНЫЙ МОЗГ	115
Глава 5	
АЗАРТНЫЕ ИГРЫ И ДРУГИЕ СОВРЕМЕННЫЕ СОБЛАЗНЫ.....	153
Глава 6	
ДУХОВНЫЕ УДОВОЛЬСТВИЯ (и немного страданий)	180
Глава 7	
БУДУЩЕЕ УДОВОЛЬСТВИЯ.....	210
ПРИМЕЧАНИЯ	237
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	281

Пролог

Бангкок, 1989. После обеда прошел дождь и ненадолго прогнал смог, оставив в воздухе сияющих улиц лишь характерный запах Таиланда: аромат цветов франжипани со слабой примесью сточных вод. Вечер только начался. Я сделал знак водителю *тук-тук* — трехколесного мототакси — и забрался на пассажирское сиденье. Молодой таксист оглянулся на меня с профессиональной улыбкой дельца и начал стандартный опрос, предназначенный для туриста-мужчины.

— Итак... вы хотите девочку?

— Нет.

— Понятно. — Небольшая пауза, его брови чуть приподнялись. — Хотите мальчика!

— Нет.

Более долгая пауза. Двигатель тархтит на холостом ходу.

— Хотите леди-бой?

— Нет.

— У меня есть дешевые сигареты и «Джонни Уокер».

— Нет, спасибо.

Он понижает голос:

— Хотите ганжу?

— Нет.

— Коку?

— Нет.

— *Иа баа* (таблетки метамфетамина)?

— Нет.

Совсем шепотом:

— Героин?

— Нет.

Голос снова стал нормальным:

— Я могу отвезти вас на петушиные бои. Там можно играть на деньги!

— Спасибо, не надо.

Таксист начинает раздражаться.

— Так, фаранг¹, что вы хотите?

— *Prik noo*, — отвечаю я. — Такие маленькие перчинки, похожие на мышинное дерьмо. Я просто хочу хороший пряный ужин.

Естественно, мой водитель разочарован. Пока мы, взрывая лужи, мчимся по улицам к ресторану, я задумываюсь: что общего во всех поступивших от таксиста предложениях — кроме их очевидной незаконности? Их объединяет порок.

* * *

У нас, людей, с удовольствием сложились непростые отношения. Для его достижения мы тратим невероятное количество времени и ресурсов. Оно — главный фактор мотивации к действию. Оно необходимо для выживания человеческого вида и для передачи наших генов следующим поколениям. И мы стремимся его регулировать. В каждой культуре на планете существуют свои наборы правил касательно удовольствия.

¹ Фаранг — у тайцев «европеоид», «белый человек». — *Прим. перев.*

Удовольствие должно ограничиваться умеренностью.

Удовольствие нужно заработать.

Удовольствия следует достигать естественным путем.

Удовольствие преходяще.

Отказ от удовольствий способствует духовному росту.

Вопросами удовольствия озабочены правовая система, религии, образование. Мы создали подробнейшие правила касательно секса, наркотиков, еды, алкоголя и азартных игр. Тюремны переполнены людьми, которые либо сами нарушали правила получения удовольствия, либо толкали на это других.

Однако удовольствие не всегда табуировано. Некоторые его формы получили особый статус. Многие важные ритуалы — включая молитву, музыку, танцы, медитацию, которые тоже создают своего рода трансцендентное удовольствие, — глубоко укоренились в практике человеческих культур.

* * *

Можно объяснить роль удовольствия в жизни людей с позиций культурной антропологии или социальной истории — они вполне действенны. Очевидно, что принципы и способы достижения удовольствия находятся под сильным влиянием культуры. Но мне интересен другой тип объяснения, менее тонкий, но более фундаментальный — кросскультурный биологический подход.

В этой книге я надеюсь убедить вас, что большая часть нашего жизненного опыта, который мы считаем трансцендентным, анатомически и биохимически активизиру-

ет определенные нейронные цепи мозга. Это относится и к осуждаемым законом порокам, и к санкционированным социумом ритуалам и практикам, таким, как физические тренировки, молитва, благотворительность. На самом деле шопинг, оргазм, крэк, медитация, физические упражнения, опиум, учеба, калорийная еда, водка, азартные игры, молитва, марихуана, танцы до упаду и блуждания по Интернету — все это связано с активацией небольшой группы взаимосвязанных участков мозга под названием «нейронная цепь удовольствия центральной части переднего мозга»¹. В этих крошечных скоплениях нейронов и зарождается удовольствие. Оно служит главным фактором обучения, поскольку побуждает нас к поиску пищи, воды и сексуального партнера для передачи генов следующим поколениям. Цепь удовольствия можно «замкнуть» и искусственными веществами — кокаином, никотином или алкоголем. Человек устроен таким образом, что способен наслаждаться самыми разными вещами: крэком и коноплей, медитацией и мастурбацией, бордоским вином и говядиной.

* * *

Какую часть человеческого тела более прочих пытаются контролировать законами, религиозными запретами и социальными обычаями? Рот? Голосовые связки? Женские половые пути? Задний проход? Нет. Конечно,

¹ В англоязычной анатомической традиции передним мозгом (*forebrain*) называют промежуточный и конечный мозг. В российской традиции термин «передний мозг» закрепился за прозенцефалоном — участком мозга человеческого зародыша, из которого впоследствии развиваются промежуточный и конечный мозг. Дабы не утяжелять текст, далее будет сохранена англоязычная традиция, и под термином «передний мозг» следует понимать «структуры промежуточного и конечного мозга». — *Прим. перев.*

речь идет о нейронной цепи удовольствия в переднем мозге. Каждый из нас по отдельности и все общество в целом вовлечены в круговорот достижения удовольствия и контроля за ним, а центр битвы находится в мозге, в этих самых нейронах.

Темная сторона удовольствия — это зависимость. Сейчас все яснее становится, что зависимость связана с долговременными изменениями в электрических, морфологических и биохимических функциях нейронов и синаптических соединений в цепи удовольствия конечного мозга¹. Эти изменения становятся причиной многих ужасающих проявлений зависимости, включая привыкание (потребность во все возрастающих дозах удовольствия), непреодолимую тягу, синдром отмены, рецидивы. И вот что поразительно: эти изменения крайне схожи с теми, что происходят в нейронных дугах памяти при обучении и накоплении опыта. Таким образом, память, удовольствие и зависимость тесно переплетены. Молекулярный анализ изменений в цепи удовольствия дает надежду на разработку лекарств и методов лечения зависимости, будь то зависимость от наркотиков, еды, секса или от навязчивого поведения (например, склонность к азартным играм).

Однако управляемые опытом изменения в цепи удовольствия конечного мозга не только участвуют в создании зависимости. Нельзя говорить, что цепь удовольствия активируется такими биологическими факторами, как вода, еда и секс (или «замыкается» от наркотиков). Правильнее сказать, что комбинация ассоциативных связей

¹ К конечному, или большому, мозгу относят *полушария мозга* со всеми их долями (лобными, височными, теменными и т.п.), бороздами и извилинами и некоторые подкорковые структуры, лежащие в толще полушарий. (А к промежуточному относят: таламус, эпителиамус, эпифиз, III желудочек мозга, гипоталамус и несколько других таламических структур.) — *Прим. ред.*

с удовольствием создает когнитивное чудо — благодаря удовольствию у нас возникает мотивация достижения произвольных целей, которые с точки зрения эволюции могут быть совершенно бесполезны. На ум приходят реалити-шоу и спортивная игра керлинг. У людей (а возможно, и у приматов и животных из семейства китовых) центр удовольствия можно активировать одними *идеями*. Это свойство делает существование людей восхитительно усложненным.

* * *

Когда я был постдокторантом в Институте молекулярной биологии Роша (*Roche Institute of Molecular Biology*) в начале 1990-х, мне посчастливилось общаться с Сидом Уденфриндом (*Sid Udenfriend*), пионером в области биохимии мозга и отличным парнем. Его любимым наставлением, которое он с особым выражением повторял в баре, было следующее: «Немножко химии всегда пригодится». С этим я согласен на все сто. Можно было бы написать книгу про центры удовольствия мозга в духе глянцевого журнала, относясь к читателю, как к младенцу, но тогда пришлось бы пройти мимо самых интересных и важных вопросов. Поэтому я не пошел по такому пути. Если вы готовы воспринять азы нейробиологии (или уже обладаете нужными знаниями), то я обещаю приложить все силы, чтобы наше путешествие в мир клеточных и молекулярных основ человеческого удовольствия, трансцендентных переживаний и зависимостей было живым и увлекательным.

ГЛАВА 1

Волшебная кнопка удовольствия

Монреаль, 1953. Питер Милнер и Джеймс Олдс понятия не имели, за что отвечает участок мозга крысы, который они собирались активировать с помощью электродов. Работая под началом известного психолога Дональда Хебба в Университете МакГилла, Олдс и Милнер занимались опытами с имплантацией электродов в глубинные структуры мозга крыс.

Операция проводилась под анестезией, два электрода размещались в мозге грызуна на расстоянии 2 мм друг от друга и закреплялись на черепе. Через несколько дней после операции крысы поправлялись и чувствовали себя отлично. К электродам вели два длинных гибких провода, подсоединенные к источнику электрических импульсов, что позволяло активировать участки мозга, в которые вживлены электроды.

В один осенний день Олдс и Милнер исследовали крысу, у которой электроды были вживлены в ретикулярную формацию среднего мозга. Эта формация расположена

на срединной линии мозга, там, где основание мозга постепенно сужается, переходя в его ствол, и, как показали предыдущие опыты, этот участок должен отвечать за циклы сна и бодрствования. Однако во время операции электроды сдвинулись, и в итоге их закрепили хоть и на средней линии мозга, но немножко ближе кпереди — в области, которая называется «прозрачная перегородка».

Крысу посадили в большой прямоугольный ящик с углами, помеченными буквами А, В, С и D, и позволили ей свободно бегать внутри. Но всякий раз, когда крыса забегала в угол А, Олдс нажимал кнопку, посылавшую в мозг животного слабый электрический сигнал через вживленные электроды. В отличие от других тканей тела, в мозге нет болевых рецепторов, поэтому в пределах черепа электрические разряды не могут создавать болезненные ощущения. После нескольких импульсов крыса начала возвращаться в угол А, пока не устала и не уснула в каком-то другом месте. Однако на следующий день крыса проявила к углу А еще больший интерес. Олдс и Милнер заволновались: они решили, что нашли участок мозга, отвечающий за любопытство. Однако дальнейшие эксперименты с той же крысой показали, что они не правы.

К этому времени крыса приобрела привычку приходить в угол А, чтобы получить электрический разряд. Исследователи решили попробовать перевести ее из угла А в угол В, для чего нажимали на посылающую импульс кнопку каждый раз, как крыса делала шаг в сторону угла В. Это сработало идеально — через пять минут крыса уже была в углу В. Оказалось, что с помощью коротких импульсов можно легко управлять направлением движений крысы, а с помощью более длинных импульсов заставить ее подолгу оставаться в выбранном экспериментаторами месте.

* * *

За много лет до того Б.Ф. Скиннер¹ придумал лабораторное устройство, прозванное ящиком Скиннера — это клетка с рычажками, нажимая на которые животное получало либо положительное подкрепление (пищу), либо отрицательное (неприятный удар током). Крысы в ящике Скиннера быстро обучались нажимать рычаги, за которыми следует пища, и избегали рычагов, создающих неприятные разряды. Олдс и Милнер переоборудовали скиннеровский ящик так, чтобы нажатие на рычаг посылало разряды в мозг крысы через имплантированные электроды. Результатом стал один из самых драматических экспериментов в истории нейробиологии: крысы нажимали рычаги до 7000 раз в час, чтобы получить стимулирование мозга. Изучаемый участок мозга оказался вовсе не центром любопытства, а *центром удовольствия*, активация которого вызывала ощущения более сильные, чем от любых естественных стимулов.

В серии экспериментов было выяснено, что крысы предпочитали стимулирование центров удовольствия пище (даже если были голодными) и воде (даже если испытывали жажду). Самцы крыс, получившие возможность вволю стимулировать свой мозг, нажимая на рычаг, игнорировали самок и бежали к рычагу, даже если им приходилось при этом пересекать участки пола, по которым был проведен болезненный для лапок ток. Самки крыс ради непрерывного нажатия на рычаг бросали своих новорожденных крысят. Некоторые крысы стиму-

¹ Один из классиков бихевиоризма (психологии поведения) — направления в западной психологии, которое продолжило работы И.П. Павлова и считает его своим основателем, т.е., по сути, бихевиоризм ближе к нейрофизиологии и психофизиологии, чем собственно психологии. — *Прим. ред.*

лировали себя, нажимая на рычаг 2000 раз в час в течение 24 часов подряд, игнорируя любую другую деятельность. Дабы крысы не умирали от истощения, исследователям приходилось отключать их от аппарата. Весь мир и все цели оказались сосредоточены для животных в этом рычаге (рисунок 1.1).

В дальнейших опытах исследователи систематически перемещали место расположения электродов в мозге, стремясь определить границы центра удовольствия. Выяснилось, что стимулирование внешней и верхней поверхности новой коры мозга (неокортекса), где обрабатывается сенсорная и двигательная информация, не вызывает

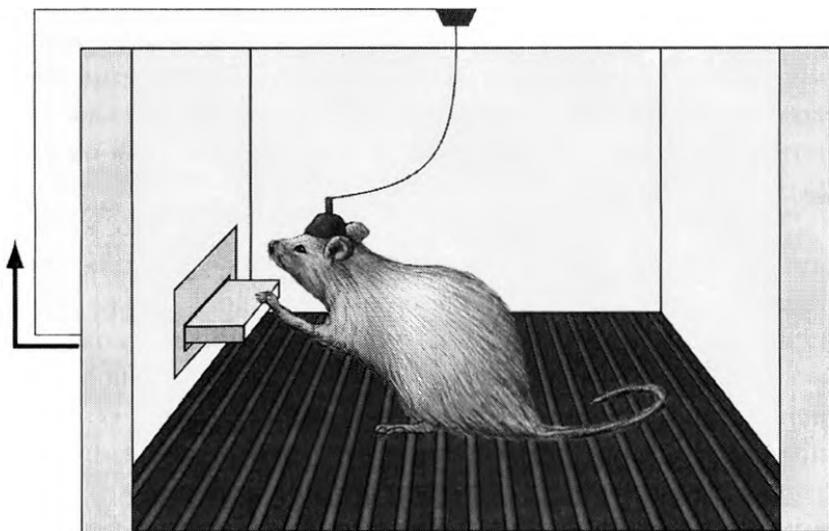


Рисунок 1.1. Крыса, стимулирующая центры удовольствия. Нажатие педали вызывает короткий электрический импульс, который проходит по проводам и активирует электроды, имплантированные в мозг крысы в определенных участках цепи удовольствия медиальной части переднего мозга. Настройку прибора можно видоизменять, например, так, что крыса получит желанный импульс, лишь нажав на рычаг несколько раз. Вместо электрода в мозг может быть имплантирована пустая игла для прямого введения препаратов в центры удовольствия. (Рисунок Джоан М.К. Тайко)

удовольствия — крысы нажимали на рычаги случайным образом. Однако в глубинных областях мозга обнаружилась не одна зона удовольствия, а группа взаимосвязанных структур, все они были расположены вдоль центральной линии, составляя цепь удовольствия.

К ним относятся: *вентральная область покрышки, прилежащее ядро, медиальный переднемозговой пучок, прозрачная перегородка*, а также участки таламуса и гипогаламуса (подробнее об этих важных областях я расскажу чуть позже). Эти структуры связаны с неодинаковым по силе удовольствием. Стимулирование некоторых областей заставляло крыс нажимать на педаль по 7000 раз в час, а других — всего около 200 раз в час.

Сегодня трудно поверить, что в 1953 году идею о том, что механизмы удовольствия локализованы в определенных участках мозга, считали спорной. Многие годы до того в этой сфере науки преобладала теория о том, что лишь наказание возбуждает определенные участки мозга, а любые изменения в поведении и сам процесс обучения объясняли стремлением особи избежать страдания. Это была так называемая «гипотеза редукции драйва» (*drive-reduction hypothesis*). Олдс писал о ней: «Предполагалось, что боль заставляет двигаться, а благодаря уменьшению боли задается направление движения». Теория совершенно не учитывала необходимости получения вознаграждения и удовольствия, модель строилась на одних «кнутах», без «пряников». Новаторские эксперименты Олдса и Милнера опровергли модель, которая учитывала только наказание, и легли в основу более полноценной теории гедонистического толка: «на поведение влияют равно удовольствие и боль». [1]¹.

¹ Цифры в квадратных скобках обозначают отсылки к «Примечаниям» в конце книги. — *Прим. ред.*



Наверняка вам уже стало интересно, на что может походить прямое стимулирование центров удовольствия в человеческом мозге. Может, это — сумасшедшее наслаждение, по сравнению с которым меркнут секс, еда, сон и даже повторные показы любимого сериала? Ответ известен, хотя эта информация получена из очень неэтичных экспериментов.

Доктор Роберт Гэлбрэйт Хит из США был основателем и председателем Отделения психиатрии и неврологии в Университете Тулейн в Новом Орлеане, штат Луизиана. Он работал там с 1949 по 1980 год, и основная его научная деятельность сосредоточивалась на электродном стимулировании мозга госпитализированных в его отделении психиатрических пациентов, чаще чернокожих. Роберт Хит руководствовался благими намерениями — с помощью стимулирования центра удовольствия облегчить симптомы тяжелых психических расстройств, таких как глубокая депрессия и шизофрения. Однако он не заручался подписями пациентов об их информированном согласии с тем, что эксперименты могли иметь непредвиденные последствия.

Возможно, самый вопиющий случай описан в статье «Стимуляция прозрачной перегородки для инициирования гетеросексуального поведения у гомосексуалиста», вышедшей в Журнале поведенческой терапии и экспериментальной психиатрии (*Journal of Behavioral Therapy and Experimental Psychiatry*) в 1972 году [2]. Идея заключалась в том, чтобы с помощью искусственного возбуждения области прозрачной перегородки вызвать удовольствие и создать его ассоциации с сюжетами гетеросексуального толка, дабы «вызвать у убежденного гомосексуалиста мужского пола гетеросексуальное поведение».

Итак, пациенту Б-19, гомосексуальному мужчине 24 лет со средним уровнем интеллекта, страдающему от депрессии и обсессивно-компульсивных тенденций, сделали операцию. В 9 разных областей мозга ему были имплантированы электроды. Участкам имплантации (рисунок 1.2) дали зажить в течение 3 месяцев, прежде чем начать терапию. Сначала импульсы подали ко всем 9 электродам. Однако выяснилось, что только один из них попал в «центр удовольствия» и создавал приятные ощущения.

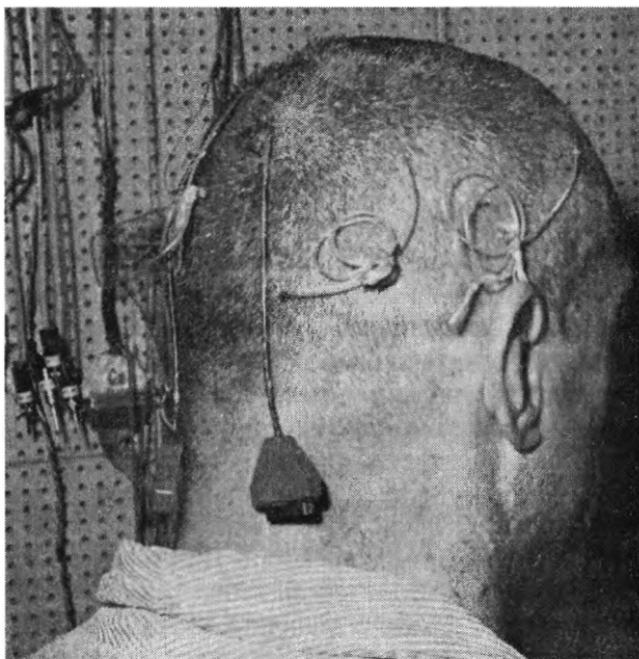


Рисунок 1.2. Пациент доктора Хита с имплантированными электродами, один из которых активирует медиальный переднемозговой пучок, проходящий через прозрачную перегородку – важнейшую часть цепи удовольствия. (Репродукция из *The Surgical Control of Behavior (Chapter 2, "Depth Recording and Stimulation Studies in Patients"* by Robert G. Heath, p.24), 1971, Edited by Arthur Winter. Размещено с разрешения издателя Charles C. Thomas, Ltd.)

демонстрировали 15-минутный «установочный» фильм, показывающий совокупление мужчины и женщины. Разумеется, фильм был ему безразличен, и пациент даже злился, что его заставляли смотреть это. Однако после стимуляции центра удовольствия он с готовностью согласился пересмотреть ролик «и во время показа возбудился и мастурбировал до оргазма» — и это в далекой от секса атмосфере лаборатории. А получится ли у него провести половой акт с женщиной?

Рассмотрев все варианты и заботясь о благе пациента, Моун и Хит получили от генерального прокурора штата Луизиана одобрение и наняли проститутку. От нее требовалось соблазнить пациента, и ей это удалось. Последним предложением в чрезмерно подробном описании двухчасового полового акта было следующее: «Несмотря на неблагоприятную среду (бедный Б-19 все это время был прицеплен к машине проводами), ему удалось эякулировать в ее влагалище».

Стал ли пациент Б-19 на самом деле гетеросексуальным? После выписки из больницы у него в течение нескольких месяцев были сексуальные отношения с замужней женщиной, к радости докторов Моуна и Хита, которые сочли это хорошим знаком. Его гомосексуальная активность уменьшилась, но не прекратилась, и он сохранил близкие отношения с мужчинами за деньги. Долгосрочная информация о пациенте недоступна. Обсуждая результаты своей работы, Моун и Хит с энтузиазмом смотрели на перспективы своей терапии: «Важно отметить, что в случае пациента Б-19 стимулирование центров удовольствия привело к более адаптивному сексуальному поведению». Однако я не уверен, что пациент на самом деле стал гетеросексуалом даже на время. Следует помнить, что эксперимент проводили на одном человеке, а не на выборке с контрольной группой.

Это исследование настолько неэтично во многих отношениях, что трудно решить, что в нем более отвратительно: высокомерное желание «исправить» чужую сексуальную ориентацию, неоправданный риск проведения операции, не имеющей врачебной необходимости (для улучшения здоровья), или грубое нарушение частной жизни и человеческого достоинства. К счастью, подобная «терапия» гомосексуализма не завоевала популярности.

Отвлекаясь от подробностей этого и нескольких подобных исследований, мы остаемся с пониманием, какое огромное влияние на человека и его поведение имеет прямая электростимуляция зон удовольствия мозга.

* * *

Теперь давайте потратим несколько минут, чтобы рассмотреть некоторые важные элементы цепи удовольствия. Я не хочу перегружать вас нейроанатомией, но даже ее азы помогут объяснить происхождение удовольствия.

Для примера возьмем мозг крысы, цепь удовольствия которой подобна нашей собственной (рисунок 1.3). Когда зона, именуемая *вентральная область покрышки* (ВОП), активна, краткие электрические импульсы (называемые «потенциалы действия») быстро переходят от клеточных *тел нейронов* (расположенных в самой ВОП) по тонким длинным волокнам — *аксонам*. На концах аксонов имеются специальные структуры под названием *терминали*. Часть расположенных в ВОП нейронов имеют аксонные терминали в области под названием *прилежащее ядро*.

Когда электрические импульсы достигают аксонных терминалей, они стимулируют выброс нейромедиатора дофамина. Дофамин хранится в терминалях в крошечных



Рисунок 1.3. Цепь удовольствия в мозге крысы. На рисунке схематично показан срединный срез мозга крысы, повернутый так, что нос крысы находится слева, а хвост справа. Центральная ось цепи удовольствия — это содержащие дофамин нейроны вентральной области покрышки (ВОП) и их аксоны (на рисунке изображены белым цветом), связанные с прилежащим ядром. Эти нейроны ВОП также посылают высвобождающие дофамин аксоны в лобную кору, полосатое тело (стриатум), миндалевидное тело и гиппокамп. Нейроны ВОП получают возбуждающие импульсы от лобной коры (на рисунке показано черным) и подавляющие (тормозящие) сигналы от прилежащего ядра (показано серым цветом). (Иллюстрация Джоан М.К. Тайко.)

мембранных пузырьках — *везикулах*. Идущий по аксону электрический импульс начинает комплекс химических и электрических событий, которые приводят к контакту мембраны везикулы с мембраной пресинаптической¹ терминали, в результате чего содержимое везикулы высвобождается в узкую, наполненную жидкостью щель вокруг аксонной терминали — в синапс. Далее молекулы дофамина «разбегаются» и связываются особыми дофаминовыми рецепторами на целевых нейронах, вызывая в них серию химических сигналов. (Рисунок 1.4.)

¹ Пресинаптическая — то есть терминаль, находящаяся *перед* синаптической щелью (до нее). — Прим. ред.

Нейроны ВОП связаны дофаминовыми аксонами с другими участками мозга: с центрами эмоций и мотивации, такими, как *миндалевидное тело* (или миндалина) и *передняя поясная кора* (лат.: *anterior cingulate cortex*); с *полосатым телом* (другое название — калька с латинского «стриа-

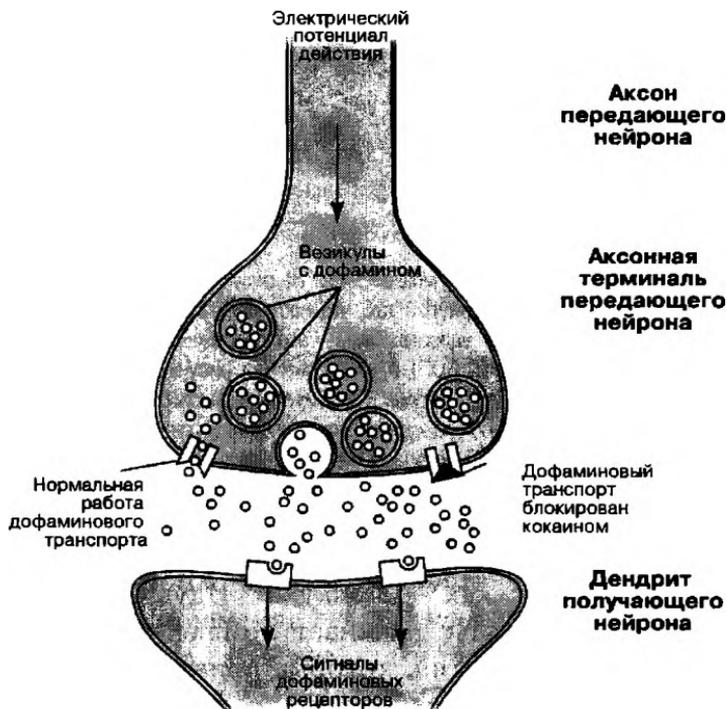


Рисунок 1.4. Синапс, который использует нейромедиатор дофамин. Дофамин упаковывается в мембраносвязанные везикулы в пресинаптическом нейроне (передающем информацию). Когда электрические потенциалы действия достигают терминалей аксона, они вызывают слияние пресинаптических везикул с мембраной и выброс дофамина в синаптическую щель. Попавший в синаптическую щель дофамин либо связывается рецепторами на дендрите постсинаптического нейрона (получающего информацию), либо обратно поглощается дофаминовым транспортом для повторного использования. Кокаин и амфетамин блокируют этот процесс перепоглощения, заставляя дофамин задержаться в щели и тем самым эффективнее активизировать рецепторы дофамина. (Иллюстрация Джоан М.К. Тайко.)

тум»), которые участвуют в образовании привычек; с *гиппокампом*, который связан с памятью на факты и события, и с *корой лобных долей* — областью контроля суждений и планирования (лобная кора у людей гораздо большего размера по сравнению с другими млекопитающими).

Нейроны ВОП не только посылают электрохимические сигналы, но и сами получают их из других участков мозга. Для нас очень важно, что содержащие дофамин нейроны ВОП получают сильные сигналы от группы аксонов под названием *медиальный переднемозговой пучок*, которые идут к ВОП от лобной коры и других областей (через перегородку и таламус). Аксоны медиального переднемозгового пучка высвобождают в ВОП возбуждающий нейромедиатор глутамат. В результате этого нейроны ВОП посылают потенциалы действия, которые проходят по аксонам и высвобождают дофамин на их концах. Дофаминовые нейроны ВОП, помимо этого, получают сигналы от нейронов прилежащего ядра. Однако аксоны прилежащего ядра используют ингибирующий¹ нейромедиатор ГАМК (гамма-аминомасляная кислота), поэтому их импульсы успокаивают нейроны ВОП, предотвращая выброс дофамина [4]. Нейроны в прилежащем ядре, кроме того, связаны не только с дофаминовыми аксонами ВОП, но через возбуждающие волокна (содержащие глутамат) взаимодействуют с лобной корой, миндалевидным телом и гиппокампом.

Что дает знание этих схем для понимания чувства удовольствия? Вот главный момент. Любые события, в результате которых дофаминовые нейроны ВОП активируются и высвобождают в связанных с ВОП участках

¹ Ингибирующий — означает «подавляющий», в данном случае — «подавляющий возбуждение». Термин «подавление» в сфере нейрофизиологии не имеет негативного смысла. На деле ГАМК действует успокаивающе и умиротворяюще, способствует появлению состояния, которое психологически мы переживаем как приятное. — *Прим. ред.*

мозга дофамин (в прилежащем ядре, лобной коре, полосатом теле, миндалевидном теле), будут восприниматься как приятные. А действия и сенсорные стимулы, которые произошли во время этих приятных переживаний и непосредственно перед ними, запомнятся как положительные и будут ассоциироваться с удовольствием.

Когда Олдс и Милнер имплантировали электроды в центры удовольствия мозга крыс, они стимулировали медиальный переднемозговой пучок, аксоны которого возбуждают дофаминовые нейроны ВОП, косвенным образом вызывая выброс дофамина в связанных с ВОП участках и интенсивное переживание удовольствия. По частоте и продолжительности самостимуляции крыс (нажатие на рычаг) было установлено, стимулирование каких участков порождает максимальное удовольствие. Оказалось, что это те области, которые лучше всего активируются дофаминовыми нейронами ВОП. Сходным образом пациент Б-19 и некоторые другие пациенты докторов Моуна и Хита, которым электроды были напрямую имплантированы в центры удовольствия мозга, возбуждали дофаминовые нейроны ВОП [5].

Существует несколько доказательств того, что приятные переживания, возникающие при прямом раздражении центров удовольствия, зависят в первую очередь от высвобождения дофамина в областях, соединенных с ВОП нейронными путями. Дофамин сначала высвобождается в синаптические щели — узкие пространства, заполненные жидкостью, — а потом связывается рецепторами целевых клеток (рисунок 1.4).

После высвобождения дофамин не целиком захватывается рецепторами, большая его часть возвращается назад в терминали аксона с помощью особого белка, который называют дофаминовым транспортом. Собранный

дофамин заново упаковывается в везикулы и позже снова высвобождается. Если заблокировать работу белков, собирающих дофамин назад в везикулы, то можно усилить и продлить естественное действие дофамина на дофаминовые рецепторы целевых нейронов, отчего сигнал получится более интенсивным и длительным.

Умеренные дозы веществ, блокирующих дофаминовый транспорт (например, амфетаминов, кокаина), заставляют крыс чаще жать на стимулирующий медиальный передне-мозговой пучок рычаг. И наоборот, использование веществ, которые блокируют рецепторы дофамина (их называют антагонистами рецепторов дофамина, или нейролептиками), а также хирургическое разрушение дофаминовых клеток ВОП приводят к тому, что крыса теряет к рычагу интерес — это больше не приносит ей удовольствия.

Действие некоторых психотропных препаратов основано, по крайней мере частично, на эксплуатации центров удовольствия — они искусственно усиливают эффекты высвобождения дофамина из нейронов ВОП (мы чуть позже разберем этот процесс в деталях). Как и люди, крысы могут «подсаживаться» на наркотики, если дать к ним неограниченный доступ. Если посадить крысу в ящик Скиннера и сделать так, чтобы при нажатии на рычаг в вену грызуна или напрямую в его мозг поступал кокаин либо амфетамин, то крыса начнет непрерывно жать на этот рычаг. Крысу не остановит даже перспектива тяжелой работы. Даже если для получения крошечной дозы наркотика ей потребуется 100 раз нажать на рычаг, крыса все равно будет добиваться препарата. Крысы, которым дали неограниченный доступ к рычагу с наркотиками, как и их собратья с имплантированными электродами из опытов Олдса

и Милнера, все свои устремления направляли на нажатие рычага, чтобы получить кокаин или амфетамин, игнорируя еду, воду, секс, личную гигиену и даже свое потомство. Такие крысы-наркоманы с пугающей точностью воспроизводят разрушенные жизни людей-наркоманов.

* * *

Мы выяснили, что происходит, если искусственно активизировать дофаминовые центры удовольствия с помощью электродов или психотропных средств: возникает интенсивное удовольствие, которое может привести к глубокой и разрушительной зависимости. Но что происходит в обратном случае, когда дофаминовые нейроны центров удовольствия повреждены или разрушены и сопротивление реостата наслаждения возрастает?

Болезнь Паркинсона — неврологическое расстройство, которое, как правило, поражает людей старше 50 лет и чаще встречается у мужчин, чем у женщин. К ее характерным симптомам относятся: скованность движений, тремор (дрожание) мышц рук, ног, лица, медлительность и проблемы с равновесием и координацией. Это хроническое и прогрессирующее заболевание обычно начинается с легкого тремора. Однако потом состояние больных ухудшается, и со временем могут возникнуть трудности с базовыми функциями: ходьба, речь, глотание и жевание. Причины возникновения недуга неизвестны. Некоторые случаи болезни Паркинсона можно классифицировать как семейное заболевание, но большинство случаев — нет.

В то время как основная причина болезни неизвестна, к ее вторичным причинам относят утрату клеток мозга, содержащих дофамин. Особенно опасно отмирание этих клеток в двух областях — так называемом *черном веществе* и в ВОП — интегральной части центра удовольствия.

В настоящее время болезнь Паркинсона лечить не умеют, по определенной терапии уменьшает ее симптомы. Среди прочего используют препараты, продлевающие действие дофамина, чтобы скомпенсировать потерю дофаминовых клеток.

Первым таким препаратом стал химический предшественник дофамина. Когда он поглощается уцелевшими дофаминовыми нейронами, они начинают производить, а затем и высвобождать больше дофамина. Однако для того, чтобы терапия предшественником дофамина удалась, требуется, чтобы какие-то дофаминовые нейроны еще сохранились. Второй класс препаратов — агонисты рецепторов дофамина. Эти вещества связываются с дофаминовыми рецепторами и активируют их, имитируя действие дофамина [6]. Предшественник дофамина часто назначают вместе с агонистами дофаминовых рецепторов, и во многих случаях такая терапия приносит значительное облегчение при треморе и других двигательных расстройствах, на годы отодвигая развитие симптоматики. К несчастью, по мере прогрессирования болезни отмирает все больше дофаминовых нейронов, и пациенту требуются все большие дозы препаратов.

Когда в 1817 году Джеймс Паркинсон впервые описывал «дрожящий паралич» (который впоследствии назвали его именем), он отметил, что это чисто двигательное расстройство, при котором «чувства и интеллект остаются неповрежденными». Однако впоследствии это заявление не подтвердилось. Не следует удивляться ошибочному выводу Паркинсона — он обследовал всего одного пациента с этим недугом, а других пять человек, случаи которых описаны в его эссе, он только встречал и иногда разговаривал с ними во время прогулок по Лондону [7].

Уже в 1913 году некоторым невропатологам стало ясно, что болезнь Паркинсона приводит также к нарушениям когнитивных способностей и настроения, и что эти симптомы часто предшествуют появлению тремора или других моторных проблем. Страдающие болезнью Паркинсона обычно интровертные, ригидные, уравновешенные, медлительные люди. Они редко проявляют злость и не склонны к поиску новых впечатлений и удовольствия. Они реже, чем другие люди, употребляют алкоголь, табак и другие психотропные вещества. Их тип личности и поведение диаметрально противоположны поведению и типу личности большинства наркоманов и страдающих другими зависимостями (те более импульсивны, вспыльчивы и стремятся к новым ощущениям). Больные паркинсонизмом — антинаркоманы. Вот почему неожиданными оказались сообщения о том, что среди них встречается необычайно высокое число азартных игроков.

В январе 2001 года 64-летний мужчина обратился в амбулаторное учреждение, занимающееся лечением заядлых игроков. За три года он потратил около 5 000 долларов на игральные автоматы, что привело к разводу с женой и переезду к престарелой матери. За 12 лет до этого у пациента была диагностирована болезнь Паркинсона, и ему назначили постоянную дофамин-заместительную терапию, состоящую из предшественников дофамина и агонистов дофаминовых рецепторов. Психиатры в клинике провели с ним когнитивно-поведенческую терапию (которая часто эффективна для азартных игроков) и прописали антидепрессанты (селективные ингибиторы обратного захвата серотонина). Это не помогло, и пациент вскоре снова начал играть. Когда он вернулся в клинику в сентябре 2002 года, психиатрам пришла идея — они попросили дочь пациента понаблюдать за тем, как отец

принимает препараты от паркинсонизма. Выяснилось, что он самовольно значительно превышал назначенные дозы лекарств. Когда его спросили об этом, он признался, что увеличивал дозу, потому что наслаждался состоянием эйфории, которое вызывали препараты. Когда дозы были снижены до предписанных, навязчивая склонность к азартным играм прекратилась через несколько дней.

Это типичный случай, хорошо иллюстрирующий общую проблему. В последние годы медицинская литература была переполнена описанием подобных ситуаций [8].

Анализ историй болезни показал кое-что интересное: среди пациентов, принимавших только предшественник дофамина, количество случаев компульсивной игромании было очень низкое (около 1% населения). А среди страдающих болезнью Паркинсона, которых лечили агонистами дофаминовых рецепторов, игроманов насчитывалось целых 8%. И это не всё. Увлечение азартными играми — лишь наиболее распространенное проявление нарушения контроля импульсов. У других пациентов (которых тоже было небольшое, но статистически значимое количество) развились компульсивные склонности к еде, шопингу (или кражам в магазинах), сексу — то есть поведению, нетипичному для больных паркинсонизмом. Почти во всех случаях нарушение контроля импульсов начиналось вскоре после превышения дозы агониста рецепторов дофамина и прекращалось после ее снижения.

Вероятное объяснение этому состоит в том, что при нелеченой болезни Паркинсона хронически низкие уровни дофамина приводят к подавлению центра удовольствия, из-за чего люди теряли интерес к поискам новизны (и имели меньше риска впасть в зависимость).

При лечении высокими дозами агонистов рецепторов дофамина центры удовольствия некоторых пациентов активировались, и, соответственно, они становились уязвимыми для нарушений контроля импульсов и зависимости.

* * *

К настоящему моменту мы рассмотрели, как можно искусственно активировать центры удовольствия с помощью препаратов или имплантированных электродов. Мы также обсудили обратную ситуацию, когда функции центров удовольствия подавляются, как при болезни Паркинсона. Однако мы еще не обсуждали, как цепь удовольствия функционирует в естественном здоровом состоянии, без искусственных манипуляций. Для того чтобы мы могли выживать и производить потомство, базовое поведение — процессы еды, питья, совокупления должны восприниматься как приятные и подкрепляющие.

Это верно не только для людей. Рудиментарные проводящие пути удовольствия появились в истории эволюции очень рано. Даже живущий в почве круглый червь *C. elegans* длиной 1 мм, у которого во всем теле всего 302 нейрона, уже имеет базовую цепь удовольствия. Эти черви питаются бактериями и хорошо различают запахи, чтобы отыскивать их скопления. Однако если дезактивировать группу из 8 ключевых дофаминовых нейронов, червь теряет интерес к любимой еде, хотя по-прежнему может различать запахи. Антропоморфизируя ситуацию, можно сказать, что червя уже не так приятно есть бактерии.

Это доказывает, что некоторые аспекты биохимии удовольствия не изменились за миллионы лет эволюции. У современного круглого червя *C. elegans* (который относится к семейству древних червей), как и у людей, содержащие дофамин нейроны занимают центральное положение в нейронной цепи удовольствия. Эта эволюционная консервативность показывает, что удовольствие играет центральную роль в развитии поведения.

У людей, крыс и других млекопитающих цепи удовольствия намного сложнее, чем у червя. Они тесно связаны со структурами мозга, которые отвечают за принятие решений, планирование, эмоции и память. Когда какое-то переживание кажется нам приятным, оно запускает несколько процессов различной длительности: а) нам нравится опыт (непосредственное ощущение удовольствия), б) мы связываем внешние сенсорные стимулы (вид, звуки, ароматы, и т.д.) и внутренние стимулы (наши мысли и чувства в это время) с переживаемым приятным опытом, и эти ассоциации позволяют нам понять, что нужно сделать, чтобы еще раз пережить приятные ощущения; в) мы присваиваем этому приятному переживанию определенную ценность (высокую или низкую), чтобы в будущем выбирать из разных удовольствий наиболее подходящее, в зависимости от того, сколько усилий мы готовы приложить и на какие риски согласны пойти (как сказала моя давняя подруга Шарон: «Я еще не встречала мужчину, который волновал бы меня так же сильно, как печеный картофель со сметаной»).

* * *

Человеческие общества с готовностью вводят правила переживания удовольствия. Так, неконтролируемое увлечение едой, сексом, выпивкой и азартными играми

обычно относят к категориям зла или порока. С помощью медицинского томографа можно наблюдать за поведением мозга во время переживания удовольствия. Разумеется, цепь удовольствия активируют «порочные» стимулы — оргазмы, сладкая и жирная еда, денежное вознаграждение и некоторые психоактивные вещества. Однако многие виды поведения, которые мы рассматриваем как «полезные» или «добродетельные», тоже вызывают похожую реакцию: добровольные занятия физкультурой, некоторые формы медитации, молитва, благотворительность. Порок и добродетель едины с точки зрения невральных механизмов. А удовольствие служит нам компасом, и с неврологической точки зрения неважно, какие пути мы выбираем, чтобы, следуя его стрелке, идти к цели.

Мы еще покажем, что общая нейробиологическая модель удовольствия вполне жизнеспособна и получает все новые подтверждения с каждым проведенным исследованием. Но как теперь прикажете нам относиться к своему удовольствию? Неужели все сводится к активности нейронов в центральной части переднего мозга и дофаминовым импульсам? И вкусный обед, и чувство единства во время молитвы, и замечательный секс ночью, и радость от пробежки в парке утром, и вечеринка в баре с друзьями?

Ответ: и да, и нет. «Да» — в том смысле, что почти все приятные переживания регулируются невральным реостатом дофаминовой цепи центральной части переднего мозга [9]. «Нет» — в том смысле, что изолированная активация центров удовольствия — это безжизненное и неполноценное переживание наслаждения, без глубины, без цвета. Приятное переживание тем и притягательно, что центры удовольствия взаимосвязаны с другими участками мозга. Мы украшаем это переживание воспоминаниями,