

*Ася Казанцева*

# Мозг материален

*О пользе томографа,  
транскраниального стимулятора  
и клеток улитки  
для понимания  
человеческого поведения*



издательство **аст**  
Москва

# Оглавление

<i>Предисловие</i> .....	9
<b>часть I. Структуры и функции</b>	
<i>Где хранятся страх, счастье и сила воли</i>	
<b>Глава 1.</b> Можно ли жить без мозга? .....	29
<b>Глава 2.</b> Нажми на кнопку — получишь результат .....	66
<b>Глава 3.</b> Башни-излучатели: ожидание и реальность .....	94
<b>часть II. Нейропластичность</b>	
<i>Пережитый опыт перестраивает мозг</i>	
<b>Глава 4.</b> Улитки, котята и NMDA-рецептор .....	137
<b>Глава 5.</b> Как вмешаться в чужую память? .....	161
<b>Глава 6.</b> Самостоятельное плетение нейронных сетей .....	185
<b>часть III. Иллюзия единства</b>	
<i>Как спорят и сотрудничают разные части мозга</i>	
<b>Глава 7.</b> Сборка реальности из материалов заказчика .....	231
<b>Глава 8.</b> Внутренний конфликт — основа принятия решений ...	259
<b>Глава 9.</b> Личность как уравнение со многими переменными ...	286
<i>Краткий курс нейробиологии</i> .....	319
<i>Благодарности</i> .....	335
<i>Список литературы</i> .....	339

## Предисловие

“— Там была Эмбер. Она ехала со мной в автобусе. Это она умирает”. Сериал “Доктор Хаус”, четвертый сезон, эпизоды 15 и 16. Главный герой попадает в автомобильную аварию вместе с кем-то, у кого прямо перед катастрофой проявился важный симптом. Но травма головы вызвала у Хауса ретроградную амнезию, и он не может восстановить ход событий, предшествовавших столкновению. В течение двух серий он применяет множество экзотических и рискованных методов воздействия на собственный мозг, чтобы добраться до ускользающих воспоминаний. Оказывается, с ним вместе ехала Эмбер, возлюбленная его коллеги и друга. Но Хаус по-прежнему не способен вспомнить, что за симптом он у нее видел. Ему приходится применить глубокую стимуляцию мозга, и тогда события, предшествовавшие аварии, наконец встают перед ним с кинематографической точностью.

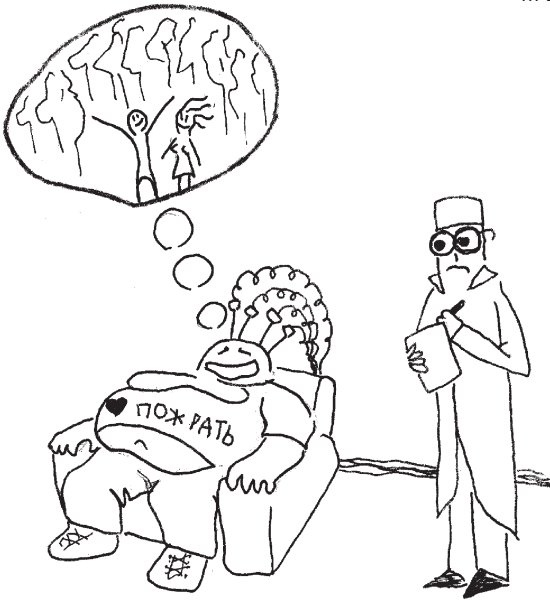
Конечно, это сериал. В кино бывает множество натяжек и неточностей. В частности, когда коллеги Хауса готовятся ввести электрод ему в мозг, чтобы пробудить воспоминания, звучит название зоны, на которую они собираются воздействовать: вентральный гипоталамус. Это очень странно. Если вы поймаете какого-нибудь нейробиолога и спросите его, какие отделы мозга связаны с памятью, то, вероятнее всего,

первым ответом будет “гиппокамп”. Если потребуете продолжения — вам расскажут отдельно про зубчатую извилину, про парагиппокампальную извилину, про энторинальную кору. Поговорят о рабочей памяти и роли дорсолатеральной префронтальной коры в контроле за ней. Подумав, добавят эмоциональную память и расскажут вам, как амигдала\* запоминает, чего надо бояться, а чего не надо. Потом вспомнят моторную память и вдохновенно прочитают вам мини-лекцию о мозжечке. Но вот гипоталамус в этом перечне, вероятнее всего, упомянут не будет. Во всяком случае, точно не в первой десятке.

Не могли же сценаристы просто перепутать гипоталамус с гиппокампом? Этот вопрос интенсивно обсуждается на англоязычных форумах фанатов сериала. Им удалось найти научную статью<sup>1</sup>, в которой описан случай одного-единственного пациента, получавшего стимуляцию гипоталамуса с целью лечения тяжелого ожирения (что как раз логично: этот отдел мозга связан с регуляцией голода и насыщения) и при этом отметившего, что электрические импульсы пробуждают у него автобиографические воспоминания, причем увеличение интенсивности стимуляции делало эти воспоминания более яркими — точно как в сериале. Но и сами авторы исследования подчеркивают, что этот результат был для них неожиданным и обусловлен, по всей видимости, распространением возбуждения от гипоталамуса на соседние области мозга, действительно связанные с памятью.

Есть и более серьезная проблема. Пациент, получавший стимуляцию для лечения ожирения, вспомнил, как 30 лет назад гулял в парке с друзьями и девушкой. Совершенно случайный эпизод, вполне правдоподобный, хотя и необязательно имевший место в реальной биографии пациента. Если бы

\* Она же — миндалина, или миндалевидное тело. В русском языке часто сосуществуют альтернативные варианты перевода для одних и тех же отделов мозга, и в основном все определяется личными предпочтениями автора.



электрод попал на долю миллиметра левее или правее, человек мог бы вспомнить что-то другое: как писал контрольную по математике, или ездил в отпуск, или обедал с коллегами. Что же касается Хауса, то он сразу же, с первого введения электрода, вспомнил из всей своей длинной жизни именно те пять минут, которые были нужны сценаристам. Фантастическая удача, что и говорить!

И все же главное в сериале правильно: если взять электроды, подвести их в удачное место в головном мозге и подать небольшой электрический импульс, то действительно можно вызвать у человека яркие воспоминания. Впервые этот феномен описал Уайлдер Пенфилд, знаменитый канадский нейрохирург, разработавший методику операций на головном мозге с применением местной анестезии. Его пациенты во время операций находились в сознании и были способны описывать ощущения, возникающие при стимуляции того или иного участка коры. На первый взгляд, это пугает

(вы сидите со вскрытым черепом, а кто-то орудует инструментами в вашем мозге!), но преимущества были огромными. Во-первых, Пенфилд мог точно локализовать границы опухоли или эпилептического очага и вырезать только ненужное, минимально повредив остальной мозг. Во-вторых, сопоставив результаты стимуляции коры многих пациентов (электрод в одном месте — человек непроизвольно двигает рукой, в другом месте — чувствует несуществующее прикосновение к подошве), Пенфилд смог составить подробные карты коры головного мозга, определив, какая зона за что отвечает. В 1937 году Пенфилд и его соавтор Болдри впервые нарисовали “гомункулуса” — смешного человечка с искаженными пропорциями, отражающими площадь представления тех или иных органов в сенсорной или моторной коре. Теперь без этой картинки не обходится ни один учебник по нейробиологии. А в 1950-м Пенфилд и Расмуссен выпустили монографию “Кора головного мозга человека”<sup>2</sup>, обобщившую результаты 400 операций, сгруппированных по главам в соответствии с теми областями мозга, в которых производилось хирургическое вмешательство, — и теми реакциями, которые вызывала электрическая стимуляция этих областей. Пациенты, которым удаляли опухоли, кисты или эпилептические очаги в височной коре, во время операций рассказывали о ярких галлюцинациях — или о ярких воспоминаниях (иногда, впрочем, они затруднялись отличить одно от другого). Например, четырнадцатилетняя пациентка под инициалами J. V. ярко видела такую сцену: как будто бы ей семь лет, она идет через поле вместе со своими братьями, к ней сзади подходит мужчина и спрашивает: “Не хочешь залезть в этот мешок со змеями?” Девочка кричит, убегает, рассказывает об этом маме. Такую картину она видела во время самих эпилептических припадков и снова переживала ее в процессе операции, когда исследователи стимулировали ей правую височную кору в районе эпилептического очага. После того

как операция была проведена, часть коры уничтожена, а эпилептические припадки остановлены, это воспоминание перестало быть навязчивым, хотя сам факт детского испуга девушка помнила. Важно, что подобное событие действительно имело место — во всяком случае, мать и братья подтверждали, что помнят какого-то придурка, приставшего к маленькой J. V. примерно так, как ей и виделось при стимуляции.

Нейробиология вообще многим обязана людям с эпилепсией и попыткам разработать методы ее лечения. Основные достижения последних десятилетий связаны с разработкой более эффективных лекарств, но они по-прежнему помогают не всем пациентам, так что иногда хирургическое вмешательство применяется и сегодня. Главная задача врачей в таких случаях — максимально точно идентифицировать нейроны, ответственные за зарождение судорожной активности, чтобы удалить именно их и по возможности оставить неповрежденными соседние клетки. Электроэнцефалограмма и томографические исследования позволяют только приблизительно определить расположение эпилептического очага, но затем на основе этой информации врачи могут выбрать участки для вживления микроэлектродов, способных записывать сигналы от отдельных клеток. Такие электроды могут оставаться в мозге пациента несколько дней, после чего, проанализировав активность нейронов, врач принимает итоговое решение о том, какой именно участок следует удалить. Эта процедура одновременно позволяет получить много ценной информации о функциях отдельных нервных клеток. Например, именно так в 2005 году были описаны<sup>3</sup> знаменитые “нейроны Дженнифер Энистон”, то есть конкретные клетки в гиппокампе, которые реагируют именно на предъявление фотографии этой актрисы — в том случае, конечно, если вы знаете, как она выглядит (ее самая известная роль — Рэйчел в сериале “Друзья”).

Открытие нейронов Дженнифер Энистон было чистой случайностью — в том смысле, что ученые понятия не имели,

“чьи” именно нейроны им удастся обнаружить, но надеялись найти хоть какие-нибудь. Они работали с группой из восьми человек, которые готовились к операции для лечения эпилепсии. У каждого из них эпилептический очаг располагался в медиальной височной доле. Эта область мозга включает в себя гиппокамп, который, в свою очередь, играет ключевую роль в работе декларативной памяти, то есть необходим для заучивания и последующего воспроизведения конкретных фактов (“Волга впадает в Каспийское море”; “Человек на фотографии мне известен, это актриса Дженнифер Энистон”). Каждому пациенту вживили микроэлектроды — для идентификации эпилептического очага, но заодно люди согласились и поучаствовать в исследовании\*. Им показывали множество фотографий животных, предметов, знаменитых людей и известных достопримечательностей. Набор был немного разным для разных пациентов. (Например, мне было бы бесполезно показывать актеров: я очень плохо запоминаю человеческие лица, и поэтому большая часть отношений героев в сериалах остается для меня непонятной без дополнительных пояснений: “Ой, а разве она ему изменила? Так ведь тот чувак тоже темно-волосый, это точно другой?”)

В нескольких случаях ученым серьезно повезло: электроды, вживленные по медицинским показаниям, совершенно случайно попали именно в нейроны, связанные с распознаванием как раз тех объектов, которые предъявляли испытуемым. Тогда на следующей сессии людям предъявляли разные изображения того же самого объекта и снова регистрировали ответ от того же самого нейрона. В частности, у одного из пациентов в задней части левого гиппокампа\*\* обнаружился нейрон, который реагировал вспышками активности

\* Лучше не спорить с теми, кто собирается делать вам операцию на мозге.

\*\* Гиппокамп, как и многие другие отделы мозга, — симметричная структура, то есть у нас их два, правый и левый. Обычно говорят просто “задний левый гиппокамп”, “правая дорсолатеральная кора” и т. п.



при виде разнообразных фотографий Дженнифер Энистон и оставался безучастным во время предъявления любых других изображений; интересно, что он не откликнулся и на фотографии Энистон в том случае, если она была изображена не в одиночестве, а вместе с Брэдом Питтом. У другого пациента в правом переднем гиппокампе был найден “нейрон Хэлли Берри” — актрисы, сыгравшей роль Женщины-кошки в одноименном фильме. Он активировался при предъявлении разных фотографий Хэлли Берри, в том числе в костюме Женщины-кошки, при виде ее нарисованного карандашом портрета и даже при прочтении надписи *Halle Berry* — при этом не реагировал на других актрис, даже если они были одеты в такие же костюмы кошек.

Разумеется, не следует думать, что за распознавание образа Дженнифер Энистон отвечает один-единственный нейрон; у нас также недостаточно данных, чтобы предположить, что этот нейрон связан только с образом Энистон и ни с чем больше. Но это исследование иллюстрирует очень важную мысль, которая настолько банальна и очевидна, что мы никогда о ней не задумываемся: **мозг материален**. Раз мы помним лицо Энистон, это означает, что какие-то нейроны в нашем мозге взяли на себя функцию распознавания уникального набора ее характерных черт. Что эти нейроны, в принципе, возможно найти. Что на них можно воздействовать. И что это относится не только к образу Энистон, но и вообще к любой информации, которая записана в нашем мозге; к любой эмоции, которую он испытывает; к любой мысли, которую он обдумывает. Для всего того, что составляет нашу личность, существует конкретный вещественный субстрат, и он принципиально поддается изучению.