

Линдсей П., Норманн Д.

## Нервные механизмы памяти

(Глава 8)<sup>1</sup>

### СИСТЕМЫ ПАМЯТИ

Было бы ошибочным представлять себе человеческую память как некую единую функцию. В ней участвует много различных процессов. Более того, существует по крайней мере три совершенно различных типа памяти: *«непосредственный отпечаток» сенсорной информации, кратковременная и долговременная память* (рис. 196). Возможно, что существуют и другие виды памяти, но их свойства пока не известны психологам-экспериментаторам. Мы начнем изучение памяти с краткого обзора основных ее систем, а затем обратимся к подробному рассмотрению каждой из них в отдельности.

**«Непосредственный отпечаток» сенсорной информации.** Эта система удерживает довольно точную и полную картину мира, воспринимаемую органами чувств. Длительность сохранения картины очень невелика, порядка 0,1—0,5 секунды.

- Похлопайте четырьмя пальцами по своей руке. Проследите за непосредственными ощущениями, за тем, как они исчезают, так что сначала у вас еще сохраняется реальное ощущение похлопывания, а затем остается лишь воспоминание о том, что оно имело место.

- Закройте глаза, затем откройте их на мгновение и закройте снова. Проследите за тем, как увиденная вами четкая, ясная картина сохраняется некоторое время, а затем медленно исчезает.

- Прислушайтесь к каким-либо звукам, например к постукиванию своих пальцев или насвистыванию. Проследите за тем, как исчезает из сознания четкость звукового образа.

- Вытяните вперед руку, сжатую в ку-

лак. Быстро разожмите кулак, вытянув два пальца, а затем снова сожмите руку в кулак. Обратите внимание на то, что туманное следовое ощущение двух вытянутых пальцев сохранится на мгновение после того, как вы вновь сжали пальцы в кулак.

- Поводите карандаш (или просто палец) взад и вперед перед глазами, глядя прямо перед собой. Обратите внимание на расплывчатый образ, следующий за движущимся предметом.

Эта последняя иллюстрация — самая важная, поскольку с ее помощью можно приблизительно определить, в течение какого времени сохраняется образ предмета. Измените скорость движения предмета взад и вперед. Обратите внимание на то, что если двигать его слишком медленно, то непрерывность образа между крайними точками движения утрачивается. При какой скорости расплывчатый образ начинает быть непрерывным? Вы обнаружите, что для поддержания непрерывности последовательного образа требуется 10 циклов движения за каждые 5 секунд. Это означает, что движущийся предмет проходит перед вашими глазами 20 раз в течение 5 секунд, или четыре раза в секунду, т. е. зрительный след сохраняется около 0,25 секунды (250 миллисекунд).

Эти параметры «непосредственного отпечатка» зрительной сенсорной информации тесно связаны с характеристиками времени реакции зрительной системы, рассмотренными в главе V. Там мы указывали, что длительность действия этой системы можно установить, если следить за вращающимся по кругу электрическим фонариком. Скорость вращения, при которой можно видеть след замкнутого круга, дает возможность приблизительно определить время зрительной реакции. Совпадает ли это с оценкой времени, в течение которого сохраняется «расплывчатый образ движущегося карандаша»?

**Кратковременная память.** Кратковременная память удерживает материалы иного типа, нежели «непосредственный отпечаток» сенсорной информации. В данном случае удерживаемая информация представляет собой не полное отображение событий, которые произошли на сенсорном уровне, а непосредственную интерпретацию этих со-

<sup>1</sup> Линдсей П., Норманн Д. Переработка информации у человека. М., 1974. С. 276 – 302.

бытий. Так, если при вас произнесли какую-то фразу, вы запомните не столько составлявшие ее звуки, сколько слова. Между запоминанием образа событий и запоминанием интерпретации этих событий имеется явное различие, которое более подробно разбирается в дальнейшем.

Информация, подобная нескольким последним словам предложения, которое вы только что услышали или прочитали, номе-

ру телефона или чьей-нибудь фамилии, может быть удержана в кратковременной памяти, но емкость этой памяти ограничена. Обычно запоминаются лишь пять или шесть последних единиц из предъявленного материала. Сделав сознательное усилие, вновь и вновь повторяя материал, содержащийся в кратковременной памяти, его можно удерживать на неопределенно долгое время.

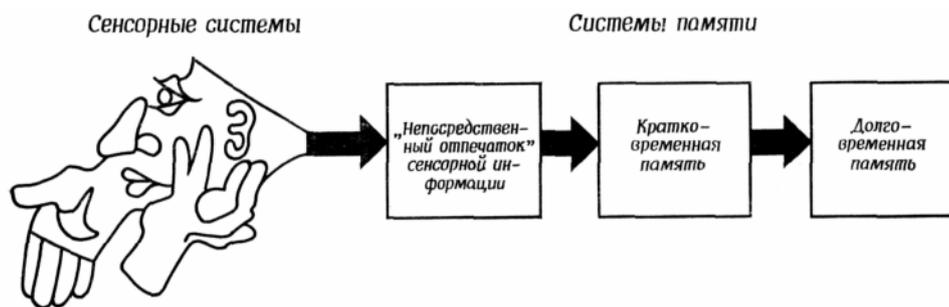


Рис. 196.

Способность активно сохранять материал в кратковременной памяти путем такого повторения составляющих его элементов представляет собой одну из наиболее важных характеристик системы памяти. «Непосредственные отпечатки» сенсорной информации невозможно повторять. Они сохраняются лишь несколько десятых долей секунды, и продлить их нет возможности. В кратковременной же памяти можно путем повторения удерживать небольшое количество материала в течение неопределенно долгого времени

**Долговременная память.** Существует явное и убедительное различие между памятью на только что случившиеся события и на события далекого прошлого. О первых мы вспоминаем легко и непосредственно, а вспомнить вторые бывает трудно, и это происходит медленно. Только что происшедшие события еще остаются в сознании, они не покидали его. Однако введение в долговременную память нового материала требует времени и усилий. Извлечение воспоминаний о событиях прошлого также происходит с трудом. Итак, кратковременную память можно охарактеризовать как непосредственную и прямую, а долговременную — как трудоемкую и напряженную.

Из кратковременной памяти: «Какими были последние слова предыдущего предложения?»

Из долговременной памяти: «Что вы ели на обед в прошлое воскресенье?»

Долговременная память — наиболее важная и наиболее сложная из систем памяти. Емкость систем «непосредственных отпечатков» сенсорной информации и кратковременной памяти очень ограничена: первая составляет несколько десятых секунды, а вторая — несколько единиц хранения, емкость же долговременной памяти, по-видимому, практически неограничена<sup>2</sup>. Все, что удерживается на протяжении более чем нескольких минут, очевидно, должно находиться в системе долговременной памяти. Весь приобретенный опыт, в том числе правила грамматики, должен составлять часть долговременной памяти. В сущности, можно считать, что экспериментальная пси-

<sup>2</sup> Очевидно, какие-то границы все же существуют, так как мозг является конечным устройством. Но он состоит примерно из десяти миллиардов ( $10^{10}$ ) нейронов, и каждый из них способен удержать существенное количество информации. Имеется также много гигантских молекул, таких, как РНК, каждая из которых может хранить большие количества информации (см. раздел «Химия памяти»). Поэтому для практических целей мы можем считать, что емкость памяти человеческого мозга неограничена.

хология занимается в основном проблемами введения материала в долговременную память, хранения его в этой памяти, извлечения отсюда и надлежащей его интерпретации.

Главный источник трудностей, связанных с долговременной памятью,— это проблема поиска информации. Количество информации, содержащейся «памяти», очень велико, и поэтому извлечение из нее именно тех сведений, которые требуются в данный момент, сопряжено с серьезными трудностями. Тем не менее отыскать необходимое удается быстро. Даже в такой обычной деятельности, как чтение, для интерпретации значения символов печатного текста приходится непосредственно и немедленно обращаться к долговременной памяти. Проблемы, связанные со способностью найти единственно •правильную единицу среди хранящихся в памяти миллионов или миллиардов •их, в большой степени определяют общую структуру всех ступеней системы памяти. Исследованию организации долговременной памяти целиком посвящены главы X и XI.

Таковы системы памяти. Мы начнем изучение памяти с рассмотрения нервных механизмов. Мы рассмотрим структуры мозга, участвующие в хранении и извлечении информации, а также психологические процессы, лежащие в основе памяти

## НАКОПЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

Несмотря на многолетние исследования, мозг во многом продолжает оставаться для нас тайной. Анатомическое исследование мозга показывает, что он делится на большое число разных отделов. Если посмотреть на мозг человека сверху, можно убедиться, что он состоит из двух половин, разделенных глубокой щелью. Эти две половины называются *большими полушариями (правым и левым)*. Верхний слой полушарий — кора (которую иногда называют *корой головного мозга*) — и представляет собой наиболее высокоорганизованную часть мозга.

Разные части мозга различаются анатомически, поэтому они получили разные названия (рис. 197). Впереди лежат *лобные доли*, по бокам находятся *теменные* и *височные доли*, а позади расположены *затылочные доли*. Мозг симметричен; все эти доли

являются парными: по одной в левом и в правом полушариях. (Как и в отношении всего тела, эта симметрия несовершенна. Левая половина мозга обычно немного больше правой, точно так же как правая кисть и правая стопа нередко бывают несколько больше левых.)

Приобретение новых знаний, вероятно, должно сопровождаться какими-то структурными или химическими изменениями в мозгу. Кортикальные нейроны каким-то образом изменяют характер ответов на внешние события, которые человек узнает и запоминает. Существует немало популярных теорий относительно того, как это происходит, но все они носят чрезвычайно умозрительный характер. Мы еще очень далеки от того, чтобы дать действительно точное и исчерпывающее описание способа, каким нервная система накапливает информацию. Однако эти теории важны, даже если они и несовершенны, так как они служат полезными вехами на нашем пути к пониманию системы памяти.

**Нервные цепи памяти.** Существует почти полное единодушие относительно того, что постоянное хранение информации связано с химическими или структурными изменениями в мозге. Практически почти все согласим считать, что непосредственная, активная умственная деятельность, процессы сознания, а также память как таковая, т. е. «непосредственный отпечаток» сенсорной информации и кратковременная память, осуществляются посредством электрической активности. А это означает, что химические или структурные изменения в мозге должны каким-то образом влиять на электрическую активность. Более того, если системы непосредственной памяти являются результатом электрической активности, то мы должны быть в состоянии построить нервные цепи, способные реализовать следы памяти. Начнем изучение систем памяти с этой проблемы — рассмотрим цепи, которые умеют запоминать.

Основное требование к нервным цепям, связанным с памятью, заключается в том, чтобы воздействие вводимого материала сохранялось после прекращения ввода, поскольку именно в этом и состоит сущность памяти. Но это еще не все. Цепь памяти должна обладать избирательностью. Она

должна предпочтительно реагировать на определенный вид вводимого материала и слабо или совсем не реагировать на иные материалы. Мы начнем с построения нескольких простых цепей, которые можно считать обладающими памятью. Но сначала вкратце повторим то, что нам уже известно о нервных цепях (см. также главу II).

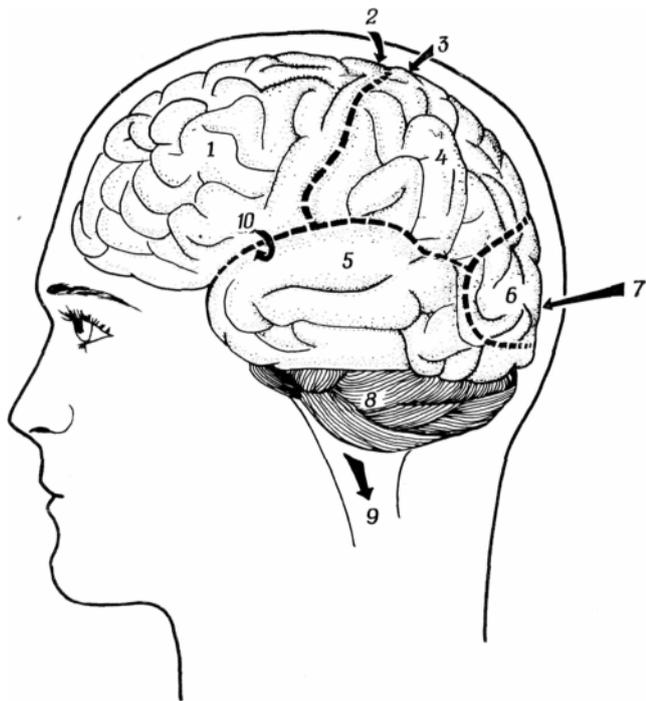


Рис. 197.

1 - лобная доля; 2 - зона мышечной регуляции; 3 - мышечные и кожные ощущения; 4 - теменная доля; 5 - височная доля; 6 - затылочная доли; 7 - зона зрения; 8 - мозжечок; 9 - путь к спинному мозгу; 10 - зона слуха.

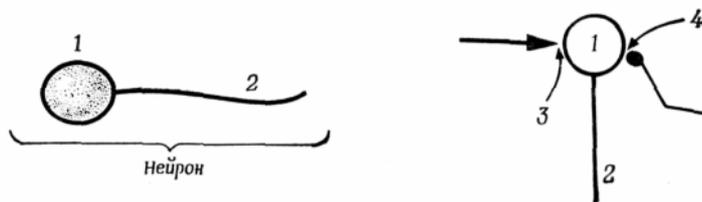


Рис. 198. Схема строения элементов нервной цепи.

1 - тело клетки; 2 - аксон; 3 - возбуждательный синапс; 4 - тормозной синапс.

**Нервные цепи.** Электрический импульс, переданный *нейроном*, проходит от *тела клетки* через *аксон* к телу следующей

клетки. Место, где аксон соприкасается со следующей клеткой, называется *синоптическим соединением* (синапсом). На отдельном клеточном теле могут находиться тысячи синапсов. На схемах основной нейрон изображают в виде кружка с отходящей от него линией (рис. 198): кружок — это тело клетки, а линия — аксон, соединяющий данный нейрон с другими. Существует два основных типа синапсов — возбуждательные и тормозные. Возбуждательный синапс — это такой синапс, в котором нервный импульс, поступающий по аксону, вызывает ответ (импульс) нейрона, находящегося по другую сторону этого синапса. Иначе говоря, на уровне возбуждательного синапса происходит передача возбуждения следующему нейрону, а на уровне тормозного она блокируется. Для того чтобы произошел разряд нейрона, может потребоваться довольно большое число импульсов, поступающих на возбуждательные синапсы, — одного импульса редко бывает достаточно. Однако для целей нашего анализа мы предположим, что единственный нервный импульс, поступающий на возбуждательный синапс, может вызвать ответ новой клетки. Хотя это и не совсем так, мы допускаем здесь лишь чисто количественную неточность. Сущность процесса отражена правильно, а изложить ее проще, имея дело с единичными нервными импульсами.

Рассмотрим проблему сохранения следа сенсорного воздействия. Предположим, что была предъявлена печатная заглавная буква А, что преодолены различные ступени распознавания образа и буква А опознана. Нервная система может ответить на предъявление буквы А по меньшей мере тремя различными способами:

1) возможно, что на каждую букву реагирует особая клетка, так что, когда бы система распознавания образов ни обнаружила наличие буквы А, отвечает этот единственный детектор буквы А;

2) возможно, что на каждый элемент отвечает свой особый набор клеток, так что о присутствии буквы А сигнализирует особая конфигурация группы реагирующих на нее нервных клеток;

3) возможно, что для каждой буквы имеется свой особый код, так что буква А определяется особой структурой разрядов нейронов.

При любой из этих трех систем кодирования должен существовать какой-то способ запоминания того, что с буквой А системе уже приходилось сталкиваться (рис. 199). Рассмотрим одну из простейших моделей памяти.

*Реверберирующие цепи.* Простейшая цепь, обеспечивающая память, представляет собой замкнутую петлю. Предположим, что группы клеток А и В на рис. 200 лежат в коре, а нервные волокна X и Y идут от системы распознавания образов. Будем считать, что им только что был предъявлен какой-то сенсорный сигнал. Таким образом, ответы этих волокон могли бы соответствовать любому из только что рассмотренных кодов. Точный характер информации, поступающей в этом случае на входы, не является решающим для анализа этой цепи памяти.

В цепях, изображенных на рис. 200, сигнал, пришедший по волокну X, дает начало последовательности событий в группе клеток А. Клетка А<sub>1</sub> отвечает на активность волокна X, вызывая ответ клетки А<sub>2</sub>. Импульсы начинают двигаться по петле, вызывая поочередно разряд каждого нейрона; возбуждение последовательно обходит весь круг и начинает новый. Цепь *реверберирует*: поступающий сенсорный сигнал вызывает последовательность электрических импульсов, которая сохраняется неопределенно долгое время, после того как сигнал прекратится. Реверберация в петле А представляет собой «электрическую память» о том, что в волокне X возникла активность. Подобным же образом любая активность в петле В представляет собой «электрическую память» о сигнале В.

Реверберирующая активность, вызванная сигналом, на самом деле не должна продолжаться бесконечно; для кратковременной памяти должен существовать какой-то иной механизм. Что же приводит к прекращению реверберации? Существует несколько возможностей. Первая вытекает из того, что подлинная реверберирующая цепь должна была бы быть гораздо сложнее. Группы клеток (подобные группам А и В) в действительности были бы представлены многочисленными нейронами, расположенными сложным образом. Фоновая активность этих нейронов, а также воздействия (как возбуждательные, так и тормозные) со стороны многочисленных, внешних по от-

ношению к данной петле, входов в конечном итоге нарушили бы характер циркуляции импульсов. Второй возможный механизм прекращения реверберации — это появление новых сигналов, которые могут активно затормозить предшествующую реверберирующую активность. Третья возможность заключается в некоторой ненадежности самих нейронных цепей: импульс, поступающий в одно звено цепи, не всегда может оказаться способным вызвать активность в следующем звене, так что в конце концов поток импульсов угасает. И наконец, реверберация может прекратиться вследствие какого-либо химического «утомления» в нейронах или синапсах.

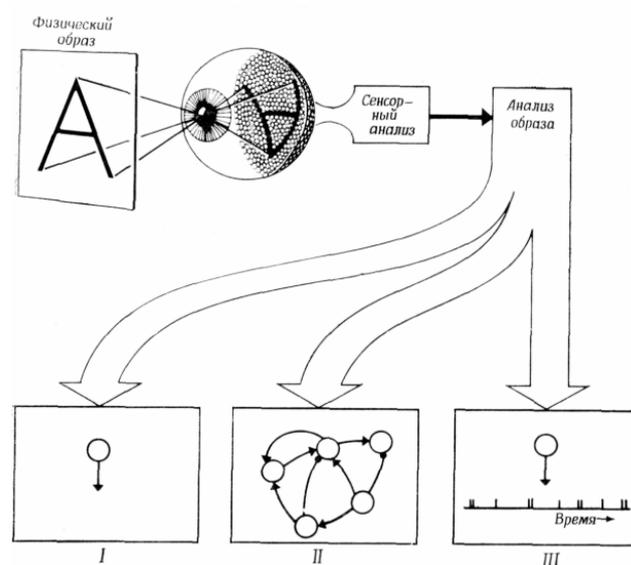


Рис. 199. Три возможных способа распознавания буквы А.

I. Теория особой клетки. II. Теория особого набора клеток. III. Теория особого кода.

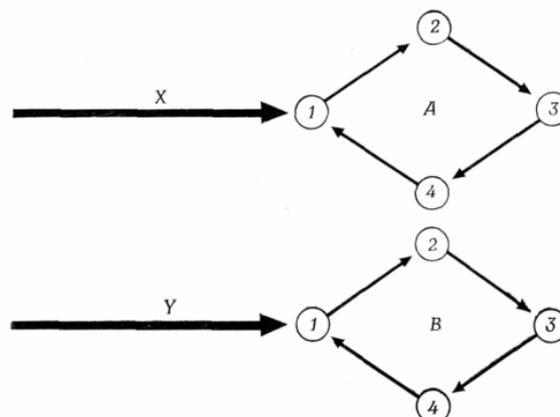


Рис. 200.

Кроме этих структурных возможностей, внутренне присущих самому процессу реверберации, могут произойти патологические события, полностью прерывающие всякую активность нейронов. Таким патологическим событием может быть сотрясение мозга в результате удара по голове, которое может временно прервать нервную активность и вызвать амнезию в отношении тех событий, которые еще остаются закодированными в форме электрических сигналов. Подобным же образом преднамеренное или случайное нанесение сильного удара электрическим током (как, например, при электрошоковой терапии психических заболеваний), безусловно, может нарушить активность цепей памяти.

Избирательная электрическая активация определенной нервной петли обеспечивает кратковременное запоминание, удерживающееся лишь на короткое время. Как же представлена в подобной схеме долговременная память?

*Консолидация.* В системах типа ревербирующих цепей длительное хранение следов памяти обеспечивается взаимосвязями между нейронами. Согласно одной из популярных теорий, многократная электрическая активность в нейронных цепях вызывает химические или структурные изменения в самих нейронах, что приводит к возникновению новых нейронных цепей. Этот процесс изменения цепи, при котором в ней кодируется новый след памяти, называется *консолидацией*. Консолидация следа, по видимому, происходит в течение продолжительного времени. Согласно этой теории, для определенных следов формируются соответствующие нейронные цепи. Электрическая активность в этих цепях отражает их временную активность. Эта временная электрическая активность и называется *кратковременной памятью*. В основе же долговременной памяти лежит постоянство структуры нейронных цепей. Таким образом, кратковременная и долговременная память могут быть связаны с одними и теми же нервными элементами, с той разницей, что кратковременная память — это временная электрическая активность определенных нейронов, а долговременная память — постоянная структура тех же самых нейронов.

Какие же механизмы участвуют в консолидации цепей памяти? Чтобы ответить

на этот вопрос, нужно располагать еще некоторыми сведениями относительно того, что представляет собой постоянная структура памяти. Чаще всего рассматриваются две гипотезы: химическое кодирование и возникновение новых синаптических соединений. Рассмотрим обе эти гипотезы.

Предположим, что долговременная память заключена в структуре белковых молекул в каждом синапсе. Каким образом могла бы эта химическая информация действовать на синаптическое проведение? Одна возможность заключается в том, что белок оказывает влияние на передачу информации через синаптическую щель, отделяющую аксон от тела клетки. Нервная информация переходит через эту щель химическим путем: приход нервного импульса к синапсу высвобождает *медиатор*, который выделяется в щель и воздействует на возбудимость клеточного тела. Если бы память сохранялась в химической форме — в синапсе или где-то в структурах, участвующих в высвобождении медиаторов,— она могла бы легко регулировать работу синаптического соединения.

Согласно другим представлениям, долговременная память может быть результатом возникновения новых синапсов. Если эта теория верна, то это означает, что всякий раз при заучивании нового материала в мозгу возникают физические изменения. В принципе подобные изменения должны обнаруживаться при микроскопическом исследовании нейронов. Практически же, конечно, эти изменения обнаружить невозможно, главным образом вследствие исключительной трудности наблюдения живых нервных клеток под микроскопом в тот момент, когда они отвечают на поступающие нервные импульсы.

Какая бы система ни участвовала в кодировании долговременной памяти — химические изменения или образование новых синапсов,— результат один: именно синапс является тем местом, где происходят перестройки. Таким образом, любая из этих двух теорий легко справляется с проблемой кодирования следов, допуская, что это происходит в *особых клетках*. Синапс изменяется таким образом, что клетка отвечает только при наличии той специфической информации, которую она представляет. Если след памяти представлен *особым набором кле-*

ток, необходимо, чтобы воздействие поступало на ряд различных синаптических соединений. Чтобы след был закодирован подобным образом, все изменения в синапсах различных клеток должны произойти приблизительно одновременно. И наконец, если запоминание связано с *особым кодом* нейронных разрядов, должен существовать какой-то механизм декодирования временной информации. Например, клетка может отвечать только в том случае, если к ней поступают два импульса, быстро следующие друг за другом, после которых идет пауза определенной длительности, а затем одиночный нервный импульс (что-то вроде азбуки Морзе). Для того чтобы отдельная клетка или группа клеток была чувствительна только к этому коду, в нервных структурах должны существовать либо цепи, «задающие время», либо какие-то еще неизвестные медиаторы. Например, можно допустить существование молекулярных структур, которые вообще являются тормозными, но если на них воздействует некая особая последовательность нервных импульсов, то они становятся возбуждающими.

Какова бы ни была подлинная процедура кодирования, бесспорно одно: кратковременная память по своему действию является электрической. Непосредственное запоминание событий поддерживается с помощью электрических ответов на это событие.

## ХИМИЯ ПАМЯТИ

После того как были открыты химические процессы, лежащие в основе наследственности, естественно возникла мысль, что те же самые механизмы могли бы участвовать в процессах запоминания. Генетическая информация, особая для каждого организма, заключена в гигантских молекулах дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК); передача этой информации происходит при помощи молекулы другой нуклеиновой кислоты — рибонуклеиновой кислоты (РНК). Поскольку ДНК содержит генетическую память для каждого индивидуального организма, логично предположить, что она или РНК может также передавать и приобретенный опыт. Мы знаем, что белки участвуют в функционировании нейронов и что РНК иг-

рает важную роль в синтезе белков. Не может ли этот синтез участвовать также и в процессах памяти?

**Изменения РНК и обучение.** Инструкции для синтеза белка, переносимые молекулой РНК, заключены в специфической последовательности органических оснований, присоединенных к остову молекулы. Эти основания служат матрицами для синтеза белков. Различная последовательность оснований РНК приводит к синтезу разных белков. Можно предположить, что последовательность оснований и даже их относительное содержание изменяются в результате опыта, приобретаемого животными при обучении.

В одном типичном эксперименте группу крыс обучали добираться до площадки, где лежала пища, балансируя на проволоке. Чтобы учесть стимуляцию, возникающую в результате балансирования на проволоке, контрольную группу крыс вращали во все стороны в специальном аппарате, который<sup>1</sup> копировал движения подопытных крыс. Когда первая группа крыс овладела: навыком, было проведено биохимическое исследование РНК вестибулярного ядра продолговатого мозга крыс обеих групп. У обеих групп содержание РНК превышало норму. Однако у обученной группы изменялось также относительное содержание разных оснований (Хайден и Эдхазы, 1964).

Как многократная активация нейронов, так и обучение действительно оказывали поддающееся измерению влияние на РНК. Однако изменения, которые были выявлены, являются довольно грубыми, что отчасти объясняется методическими трудностями, возникающими при проведении подобных экспериментов и биохимического анализа.

**Обучение после изменений РНК.** Содержит ли измененная в результате обучения РНК информацию о характере возникшего навыка? Один из способов проверки этого состоит в том, чтобы обучить животное выполнению определенной задачи, извлечь РНК из соответствующих частей его нервной системы и затем попытаться использовать эту РНК для частичной или полной передачи полученных знаний другим животным. Это очень трудный путь, но тем не менее в этой области получены некото-

рые поразительные (и чрезвычайно) противоречивые) результаты.

*Опыты на планариях.* Первые исследования начались весьма скромно. В качестве объекта было выбрано довольно своеобразное животное — планария (плоский червь).

Такой выбор объясняется тем, что если перерезать планарию пополам, то каждая половина регенерирует в целого червя. Таким образом, планария обеспечивает экспериментатору идеальные условия контроля: если нужно провести на одном и том же животном два разных эксперимента, то достаточно просто разрезать его пополам, чтобы получить два идентичных организма.

Тем самым постановка эксперимента очень упрощалась. Сначала червя обучали выполнять какую-то задачу, а затем разрезали его пополам, получая двух идентичных животных. Когда обе половины полностью регенерировали, приступали к проверке. Если память кодируется химически, то возможно, что обе половинки сохраняют задачу в памяти. Если же запоминание хранится в специальных нервных связях в головных ганглиях, то животное, регенерировавшее из хвостовой части, будучи генетически идентичным со своим «близнецом», не будет обладать соответствующими навыками.

Обычно под влиянием электрического тока планария рефлекторно-сокращается. При частом раздражении током с предшествующей ему яркой вспышкой света это сокращение становится условнорефлекторным, и всякий раз, когда вспыхивает свет, животное сокращается, даже если вспышка не сопровождается электрическим раздражением. После выработки реакции на сочетание света с током животных разрезают пополам, и обе половинки регенерируют. Оба животных — и то, которое выросло из хвостовой, и то, которое выросло из головной половины, — видимо, помнят задачу (рис. 201).

Это само по себе поразительно. Естественно, мы ожидаем, что информация хранится в мозге. Почему же планария, регенерировавшая из хвостовой половины, «помнит» о связи между светом и током? Даже если эта информация хранится в молекулах РНК, то каким образом она доходит до хвоста? Конечно, планария — это довольно странный организм, способный к регенерации целого нового организма из его части.

Очевидно животному, обладающему такой способностью, приходится распространять память по всему организму.

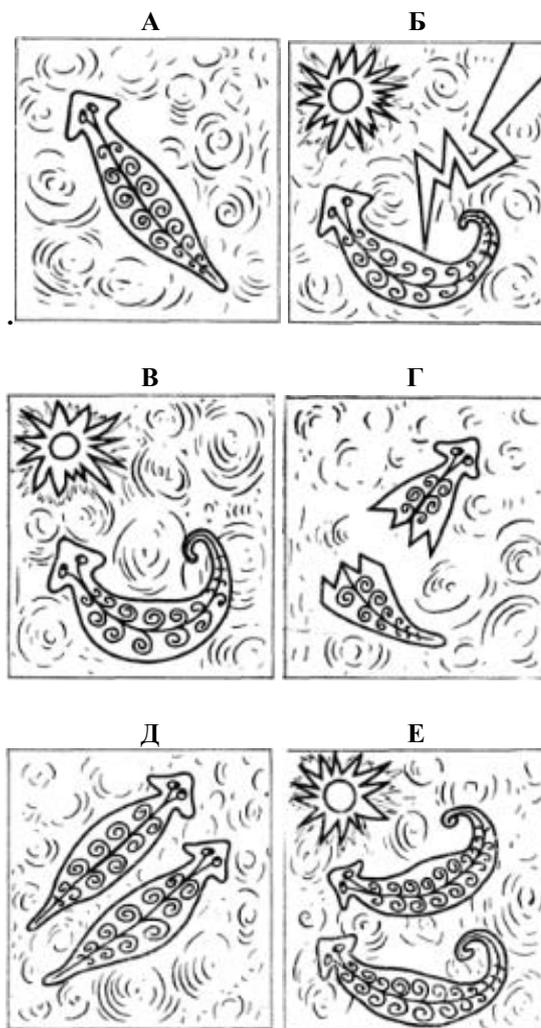


Рис. 201.

А — планария до начала эксперимента; Б — под действием электрического тока планария сокращается; воздействию током предшествует яркая вспышка света; В — после обучения планария сокращается в ответ на вспышку света; Г — обученную планарию разрезали пополам; Д — две целые планарии, регенерировавшие из половинок; Е — оба животных сокращаются в ответ на вспышку света, что доказывает сохранение результатов обучения.

Участие в этом явлении РНК подтверждается тем фактом, что если половинки обученной планарии регенерировали в растворе, содержавшем рибонуклеазу (фермент, разрушающий РНК), то животное, регенерировавшее из головной части, как и прежде, сохраняло заученную информацию, а животное, регенерировавшее из хвостовой половины, не «помнило» предшествующего

опыта (Корнинг и Джон, 1961). Имеется несколько вероятных объяснений этого результата; для наших целей наибольший интерес представляет гипотеза, что РНК, содержащая информацию о заученном рефлексе, не была перенесена во вновь образовавшуюся часть тела во время регенерации в растворе рибонуклеазы. Это заставляет полагать, что если даже РНК, содержащая накопленную информацию, распространена по всему телу (по крайней мере у этого червя), она может быть использована только головной частью, (рис. 202).

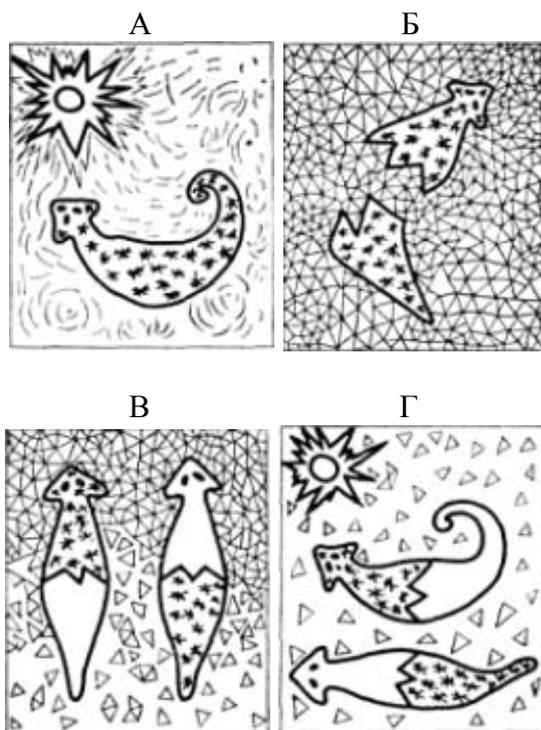


Рис. 202.

А — планария, обученная реагировать на свет; Б — обученную планарию разрезали пополам и поместили обе половинки в среду, содержащую рибонуклеазу; В — рибонуклеаза изменяет процесс образования РНК в регенерируемой половинке тела; Г — планария, регенерировавшая ИВ головной части, реагирует на свет, а планария, регенерировавшая из хвостовой части, не реагирует.

*Химические исследования.* Были проведены химические исследования и другого рода. Многие фармакологические препараты были опробованы на различных животных (и даже на человеке) в разнообразных ситуациях обучения. Чаще всего для подобных исследований применялись вещества, стимулирующие или подавляющие синтез белка. Вещества, которые стимулируют

синтез белка, обычно осуществляют это, повышая содержание РНК или ее эффективность; те же, которые тормозят синтез белка, осуществляют это либо путем уменьшения количества наличной РНК, либо за счет конкуренции с какими-то компонентами, используемыми для синтеза белка. Другие вещества влияют на передачу нервных сигналов через синапс.

Эти исследования выявили некоторые новые аспекты функционирования памяти. Оказывается, что память легче всего нарушается при воздействии некоторых веществ вскоре после обучения. Чем больше интервал между обучением и введением вещества, тем большая доза требуется для стирания следов памяти. Означает ли это, что память становится прочнее просто с течением времени?

Конечно, проведение подобных экспериментов сопряжено со многими трудностями. Их интерпретация вызывала горячие споры. Возможность разрушить или ослабить следы памяти введением химических веществ еще не означает, что само запоминание основано на химическом кодировании. Нормальное функционирование нервной системы, несомненно, зависит от тонко сбалансированной и тщательно регулируемой химической среды. В этой среде легко могут возникнуть сдвиги под действием самых разнообразных факторов или веществ (как, например, яды, недостаток кислорода, спирт, галлюциногенные препараты), а не только тех веществ, которые специфически связаны с синтезом белка и синаптической передачей. Все это означает, что надежные выводы пока еще делать нельзя.

**Перенос памяти.** Наиболее волнующими психологическими экспериментами в последние годы были попытки перенести память от одного животного к другому. Планарии, кроме того что они обладают высокой способностью к регенерации, являются каннибалами, т. е. охотно поедают друг друга.

Если обучить планарию, что свет всегда предшествует току, а затем умертвить ее, размельчить и скормить другой планарии, то оказывается, что приобретенный первой планарией опыт частично передается второму червю (Мак-Коннел, 1962, 1964).

Как и следовало ожидать, опыты по пе-

реносу памяти вызвали огромный интерес широкой публики и одновременно крайне скептическое отношение в научных кругах. Первые попытки воспроизвести эти эксперименты большей частью оканчивались неудачей. Оказалось, что существует много различных вероятных объяснений кажущегося успеха первых экспериментов, но ни

одно из них не имеет ничего общего с памятью. Если бы память даже играла в этом роль, то нельзя забывать, что планария — сравнительно примитивный организм. Она может обладать какими-то особыми механизмами научения, которые не имеют абсолютно никакого значения для понимания памяти у высших организмов.

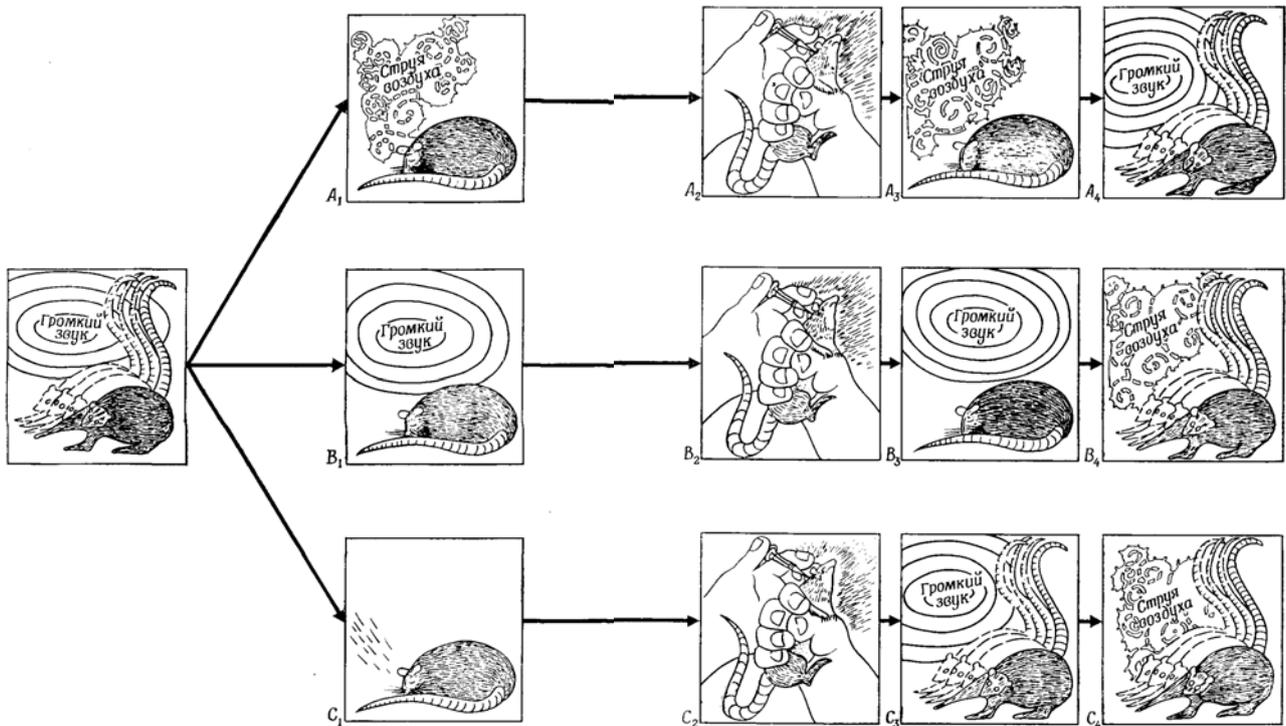


Рис. 203.

Обычно у крыс в ответ на громкий звук или иное неожиданное воздействие возникает реакция испуга; A<sub>1</sub> — крысы группы А, обученные не вздрагивать при воздействии струи воздуха; В<sub>1</sub> — крысы группы В, обученные не вздрагивать при громком шуме; С<sub>1</sub> — контрольная группа С (необученные крысы); А<sub>2</sub> — гомогенат мозга крыс группы А вводят необученным животным; А<sub>3</sub> — животные, которым введен гомогенат мозга крыс группы А, обучаются не вздрагивать при действии струи воздуха всего за 4,9 дня; А<sub>4</sub> — но они все еще не могут привыкнуть к громким звукам по прошествии 8 дней; В<sub>2</sub> — гомогенат мозга крыс группы В вводят необученным животным; В<sub>3</sub> — животные, которым введен гомогенат мозга крыс группы В, обучаются не вздрагивать при громких звуках всего за 1,6 дня; В<sub>4</sub> — но они не привыкают к действию струи воздуха за 12 дней; С<sub>2</sub> — гомогенат мозга крыс группы С вводят необученным животным; С<sub>3</sub> — животным, которым введен гомогенат мозга контрольных крыс С, требуется целых 12 дней, чтобы обучиться не вздрагивать при громких звуках; С<sub>4</sub> — и целых 15 дней, чтобы обучиться не вздрагивать при действии струи воздуха.

В самый разгар этих дебатов поступило сообщение об аналогичной форме переноса памяти у крыс и мышей (Унгар, 1966; Унгар и Осегуэра-Наварро, 1965). У крыс (и у людей) громкий звук обычно вызывает вздрагивание. В предварительных экспериментах крысам многократно предъявляли громкие звуки, пока животные не привыкали к ним, и дальнейшее предъявление громкого тона

уже не вызывало у них вздрагивания. На подобное обучение уходит около 9 дней. Затем необученным мышам вводили диализованный гомогенат мозга, взятый у обученных доноров, после чего проверяли их реакцию на звук. Мышам, получившим такую инъекцию, требовалось в среднем 1,2 дня для подавления реакции испуга — поразительный результат, особенно если при-

## РАССТРОЙСТВА ПАМЯТИ

нять во внимание тот факт, что на подавление реакции испуга у мышей, не получивших инъекций, затрачивается больше времени, чем у крыс. Мышам, получившим инъекцию диализованного гомогената мозга необученных крыс, требовалось 11 дней, чтобы привыкнуть к тону, т. е. примерно столько же времени, сколько затрачивали животные, не получившие инъекций.

Эти результаты производят впечатление, но остается неизвестным, передавалась ли от одного животного к другому действительно какая-то информация или просто общее подавляющее влияние? Второй эксперимент показал, что влияние инъекции было действительно специфичным.

Одну группу животных приучали к громкому звуку, а другую — к обдуванию воздухом (что обычно также вызывает реакцию вздрагивания). После инъекций у необученных животных проявлялся перенос памяти в отношении лишь того воздействия, к которому был приучен донор. У реципиента гомогената мозга от крысы, обученной подавлять реакцию вздрагивания в ответ на струю воздуха, обнаруживалось подавление реакций только на действие струи, а ослабления реакции на звук, чему не был обучен его донор, у него не наблюдалось (рис. 203).

Какие выводы можно сделать из всего этого? Окончательного ответа пока дать нельзя. Многие ученые довольно скептически относятся к подобным экспериментам. Если возможен перенос информации, хранящейся в памяти, то возникает много интересных загадок относительно природы памяти. Это означало бы, что специфические следы памяти кодируются в химических веществах, что эти вещества могут довольно свободно перемещаться в организме и передаваться от одного животного к другому, даже от крыс мышам. Как при этом объяснить нейронное кодирование? Нет никаких данных о том, какие механизмы могли бы обеспечить работу подобной системы. Прежде чем решать, какое значение она может иметь для хранения и извлечения информации, нам придется подождать, пока не накопится больше результатов экспериментальных исследований.

Очевидно, что кратковременная память служит для удержания информации в течение времени, необходимого для консолидации. За время электрической активности, вызванной каким-то событием, след его консолидируется в долговременной памяти. Следовательно, можно нарушить постоянные следы событий путем дезорганизации этой электрической активности. Это предположение подтверждается: при действии сильным электрическим током на живой мозг кратковременная память нарушается.

**Электросудорожный шок.** Как видно из названия, электросудорожный шок (ЭШ) заключается в применении электрического тока такой силы, что он вызывает судороги. В типичном эксперименте (рис. 204) крысу помещают на высокую платформу, которая настолько мала, что животному на ней неудобно. Через решетку, находящуюся под платформой, пропускается электрический ток. Когда крыса спрыгивает с платформы, что является ее естественной реакцией, она получает умеренно неприятный электрический удар по лапам. В нормальных условиях крыса в этой ситуации очень быстро (обычно с одной пробы) обучается оставаться как можно дольше на неудобной платформе. Но если каждый раз после того, как крыса сойдет с платформы, она немедленно получает ЭШ, она будет продолжать вести себя как необученное животное, т. е. при каждой пробе спускается с платформы и получает слабые электрические удары. Чем больше пауза между реакцией и применением ЭШ, тем менее вероятно, что животное спустится вниз<sup>3</sup>.

Эксперимент с платформой не затрагивает ряда проблем. Предположим, что в эксперименте ставится иная задача — животное просто обучают проходить по определенному коридору лабиринта для того, чтобы получить пищу, — и допустим, что после каждой попытки оно получает ЭШ. Животное имеет полную возможность избежать пути, ведущего к пище, чтобы не под-

<sup>3</sup> Было проведено много исследований связи электросудорожного шока с ретроградной амнезией. Критический обзор и библиографические данные, касающиеся этих экспериментов, можно найти у Дейча (1969).

вергнуться неприятному действию ЭШ. Иначе говоря, в подобных условиях невозможно провести различие между его неспособностью запомнить, где находится пища, и его попытками избежать ЭШ. В эксперименте с платформой крыса, однако, продолжает давать реакцию, в результате чего получает удар тока по лапам и ЭШ. Если бы

она помнила какие-то неприятные ощущения, являющиеся следствием ЭШ, она проявляла бы возрастающее нежелание покинуть платформу. Этого не происходит, т. е., очевидно, животное забывает и неприятное ощущение от удара током по лапам, и неприятное ощущение от ЭШ.

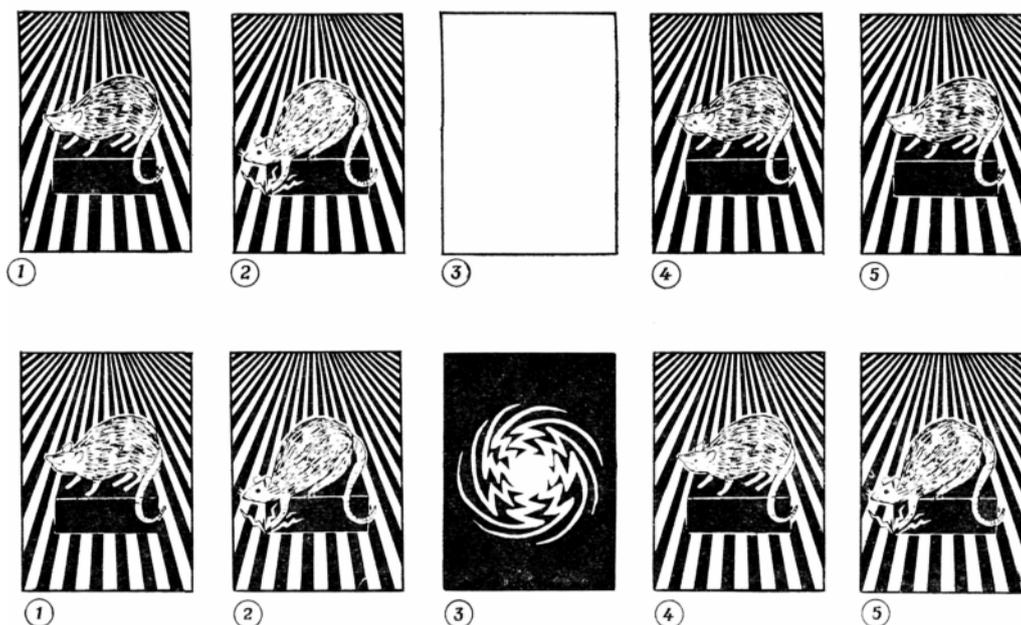


Рис. 204.

*Верхний ряд:* 1 — крысу помещают на платформу, под которой находится электрифицированная решетка; 2 — крыса сходит с платформы и получает умеренно неприятный удар током; 3 — крысу снимают с платформы; 4 — крысу вновь помещают на платформу; 5 — крыса не сходит с платформы. *Нижний ряд:* 1 — крысу помещают на платформу над электрифицированной решеткой; 2 — крыса сходит с платформы и получает умеренно неприятный удар током; 3 — крысу снимают с платформы и подвергают ее электросудорожному шоку; 4 — крысу вновь помещают на платформу; 5 — крыса сходит с платформы.

Таким образом, ясно, что ЭШ оказывает влияние на память животного. Поскольку ЭШ применялся также для лечения психических заболеваний у человека, делались попытки изучить его влияние на память больного.

Результаты, однако, оказались не слишком убедительными. Если больным непосредственно перед применением ЭШ предлагают заучить некоторое число слов, а после применения ЭШ проверяют, насколько хорошо они запомнили эти слова, то оказывается, что забывание превышает норму. Но в этом повинны также и различные мотивационные факторы: следует помнить, что у всех этих больных имеются те или иные психические нарушения, обычно их очень волнует предстоящее лечение электрошо-

ком и весьма мало интересуется заучивание перечня не связанных между собою слов (см. также Уильямс, 1966).

**Амнезии.** Электросудорожный шок может нарушать процесс обучения у животных и вызывать у людей амнезию, по крайней мере в отношении недавних событий. Эти амнестические эффекты интересны сами по себе, а кроме того, они указывают некоторые пути изучения памяти. Обычная форма амнезии носит название *ретроградной амнезии*. Чаще всего она наблюдается при сильном сотрясении мозга вследствие падения, удара по голове или в результате электротравмы. Человек, страдающий ретроградной амнезией, не помнит событий, предшествовавших травме. Однако, как это

ни странно, он не забывает событий далекого прошлого. Создается впечатление, что память можно представить себе как некую простую линейную последовательность, простирающуюся во времени, которая после травмы стирается начиная с того момента, когда произошла травма, и следует в обратном направлении на отрезок времени, пропорциональный серьезности полученного повреждения.

По мере выздоровления больного прежде всего восстанавливаются воспоминания о давно прошедших событиях. Следовательно, следы памяти в действительности не были стерты, они были скорее заторможены. Процесс выздоровления оказывается процессом «растормаживания» линейной последовательности памяти, начиная от очень далекого прошлого по направлению к настоящему. В какой мере память в конце концов восстанавливается, зависит от многих факторов, но память восстанавливается почти у всех. (Истории, которые вы видите в кино, когда люди теряют память на многие годы, в действительности происходят редко, а если и случаются, то, по всей вероятности, вызываются скорее психическими факторами, чем физическими травмами мозга; иными словами, они бывают связаны с тем, что больной сам подавляет определенные воспоминания, хотя и не отдает себе в этом отчета. После соответствующего психиатрического лечения все они могут быть восстановлены.) События нескольких минут, непосредственно предшествовавших травме, по-видимому, не припоминаются никогда, как если бы эти события в момент происшествия находились только в кратковременной памяти и не успели перейти в долговременную память (рис. 205). Этот факт часто используют в качестве подтверждения того, что для консолидации памяти требуется определенный период времени.

Характер забывания и восстановления при ретроградной амнезии имеет важное значение для выяснения того, каким образом функционирует память. Прежде всего обратим внимание на то, что травма оказывает влияние лишь на память о событиях прошлого. Другие виды хранящейся информации, например понимание и использование речи, при этом не затрагиваются. В дальнейшем мы увидим, что некоторые виды повреждений мозга, очевидно, влияют

только на речевые функции, не нарушая памяти о прошлом.

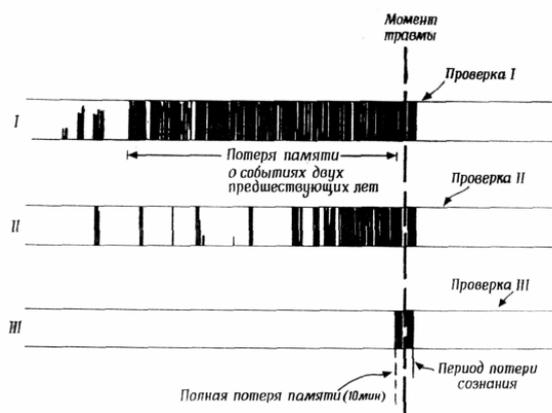


Рис. 205. Гипотетические фазы восстановления после ретроградной амнезии (по данным Барбизе, 1970).

Проверка потери памяти: I — немедленно после травмы; II — несколько позднее; III — спустя много времени.

Поскольку после травмы память постепенно восстанавливается, очевидно, шок не стирает накопленную информацию, а просто делает ее недоступной. Таким образом, хранение информации, по-видимому, отделено от процессов, связанных с извлечением хранящихся следов.

Обратимся еще раз к странному ходу восстановления памяти после амнезии. Утрата воспоминаний о далеком прошлом наименее вероятна, а кроме того, эти воспоминания восстанавливаются в первую очередь. Процесс восстановления идет от далекого прошлого к настоящему. Это говорит о двух особенностях природы памяти. Во-первых, информация относительно *времени* того или иного события, очевидно, служит важным ключом для его последующего припоминания; иначе неясно, почему ход восстановления памяти так сильно зависит от времени, когда произошло событие. Во-вторых, такая последовательность восстановления должна означать, что старые воспоминания прочнее новых. Возможно, что с течением времени память каким-то образом автоматически укрепляется, иначе почему старые воспоминания наиболее устойчивы к влиянию травматического шока, а воспоминания из недавнего прошлого наиболее чувствительны? Но подобное толкование совершенно противоречит здравому смыслу. Обычно нам очень трудно бывает вос-

втановить старые воспоминания. Ведь если считать, что они являются самыми прочными, то и вызвать их должно было быть легче всего.

Быть может, именно трудность припоминания давних событий лежит в основе их явной устойчивости к амнезии. Возможно, что травма оказывает влияние только на более прочные и доступные воспоминания. Может быть, травма распространяется от настоящего, безусловно наиболее доступного для нашей памяти, к прошлому через структуру долговременной памяти. Если это так, то нам необходимо вновь пересмотреть некоторые исследования по химической природе памяти. Как мы уже говорили, было обнаружено, что чем больше интервал между обучением и введением вещества, вызывающего стирание следов памяти, тем большую дозу его приходится вводить для достижения этого эффекта. Происходит ли это вследствие того, что старые следы прочнее (как было предположено выше), или просто потому, что старые следы менее доступны, чем новые, и поэтому их труднее уничтожить? На этот вопрос трудно ответить.

Тот факт, что события, происшедшие за последние несколько минут перед повреждением мозга, никогда не восстанавливаются, соответствует результатам воздействия ЭШ<sup>4</sup>. Нарушение кратковременной памяти, очевидно, влияет на хранение информации в долговременной памяти. Это не означает, что до тех пор, пока кратковременная память функционирует надлежащим образом, информация будет автоматически регистрироваться в долговременной памяти. Мы без труда запоминаем только что происшедшие события не короткий промежуток времени, но более прочное запоминание этих событий, но-видимому, требует активных усилий. Очевидно, для долговременного хране-

<sup>4</sup> К сожалению, длительность кратковременной памяти у животных и у людей сильно различается. Исследования о ЭШ на животных позволяют предположить, что длительность их кратковременной памяти составляет примерно один час. В некоторых исследованиях на животных исходят из того, что все, удержанное в памяти в течение первых 24 часов после события, хранится в кратковременной памяти. У человека кратковременная память измеряется секундами. Из следующей главы мы узнаем, что иногда длительность кратковременной памяти составляет лишь 20—30 секунд.

ния информации необходимо нечто большее, чем кратковременная электрическая реверберация.

**Случай Г. М. и Н. А.** Рассмотрим нарушение памяти у больного, которого мы назовем Н. А. Его воинская часть располагалась на довольно унылой военной базе, поэтому чтобы убить время, он занимался фехтованием. Однажды защитный наконечник рапиры его противника отлетел и Н. А. был ранен. Острие рапиры прошло сквозь довольно тонкую носовую кость и проникло в мозг. Спустя несколько месяцев после этого случая Н. А. казался случайному наблюдателю совершенно здоровым. Он нормально ходил и действовал и мог поддерживать обычный разговор. В его поведении была лишь одна странность — по-видимому, он забывал что-либо новое лишь на очень короткое время. Его состояние хорошо иллюстрируется следующим случаем. Одним из психологов, исследовавших расстройства памяти у Н. А., был профессор Викельгрэн, работавший тогда в Массачусетском технологическом институте. Профессор Викельгрэн рассказывает:

«Меня представили Н. А. в маленьком кафе психологического отделения МТИ. Это произошло примерно следующим образом. Н. А., услышав мою фамилию, спросил:

— Викельгрэн — это немецкая фамилия, не правда ли?

— Нет,— ответил я.

— Ирландская? -Нет.

— Скандинавская?

— Да, скандинавская.

Поговорив с ним около пяти минут, я пошел к себе в кабинет и отсутствовал, вероятно, еще минут пять. Когда я вернулся, Н. А. посмотрел на меня так, будто видел впервые в жизни. Меня вновь представили ему, после чего он спросил:

— Викельгрэн — это немецкая фамилия, не правда ли? -Нет.

— Ирландская? -Нет.

— Скандинавская? ~Да.

Точно в той же самой последовательности, что прежде»<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Более полное описание экспериментов с такими больными можно найти в шести статьях, опубликованных в журнале *Neuropsychologia*, 1968, вып. 6, стр. 211—282. В этих статьях обсуждаются двое больных — Н. А. и Г. М.

Хотя каждая беседа с Н. А. сама по себе казалась совершенно нормальной, при малейшем перерыве все приходилось начинать сначала, как будто до этого ничего не было сказано.

Это очень затрудняет экспериментальную работу с подобными больными. Один из нас работал с профессором Викельгреном, исследуя кратковременную память у студентов Гарварда и МТИ. Однажды, когда Н. А. посетил МТИ, мы подумали, что полезно было бы включить Н. А. в наши эксперименты, поскольку это позволило бы нам сравнить его память с памятью других наших испытуемых. Но дальше инструкций нам пойти не удалось. Н. А. обычно выслушивал наши объяснения, кивал головой и говорил: «Прекрасно, начали!» При этом экспериментатор отворачивался, чтобы включить магнитофон и другую аппаратуру. Когда все было готово и оставалось предъявить Н. А. первый экспериментальный материал, его спрашивали: «Вы готовы?», на что он неизменно отвечал: «Готов к чему? Вы хотите, чтобы я что-нибудь сделал?»

Позднее Викельгрэн достиг некоторых успехов, но наши исходные трудности показывают, что, хотя подобные больные могут дать чрезвычайно полезную информацию относительно памяти, получить необходимые данные крайне трудно. Кроме того, у них наблюдаются и другие неврологические симптомы выпадения, не связанные с памятью, но также служащие причиной мотивационных затруднений при проведении таких экспериментов.

Как же живут люди с подобным повреждением мозга? Другой больной, который был подвергнут тщательному изучению, это Г. М., страдавший сильными эпилептическими припадками. В 27 лет он более не мог работать и вследствие его безнадежного состояния был подвергнут хирургической операции — у него были удалены медиальные части височных долей. После этого эпилептические припадки у него прекратились, его IQ повысилось до 118 (до операции оно было равно 104), но он не мог запоминать ничего нового. Вот как некоторые из изучавших Г. М. ученых описывают его жизнь:

«Находясь в клиническом исследовательском центре, больной в течение трех ночей вызывал звонком ночную сиделку и

со многими извинениями спрашивал ее, где он находится и как он сюда попал. Он ясно представлял себе, что находится в больнице, но, казалось, не мог восстановить ничего из событий предшествовавшего дня. В другой раз он заметил: «Каждый день проходит сам по себе, какую бы радость или печаль он мне ни принес». Он часто пытается дать стереотипное описание собственного состояния, говоря, что оно «похоже на пробуждение от сновидений». Его жизненный опыт — опыт человека, который только начинает отдавать себе отчет в окружающем, не осознавая полностью ситуацию, потому что он не помнит того, что было раньше» (Милнер, Коркин и Тейбер, 1968).

Тип повреждения мозга у этих больных вновь ставит несколько интересных вопросов относительно механизмов памяти. Системы их памяти, по-видимому, работают надлежащим образом во всех отношениях, кроме одного — ввода в долговременную память. Ввод информации в кратковременную память и ее извлечение, очевидно, не повреждены. Больные способны поддерживать разговор, значит, они могут извлекать значения слов из своей постоянной памяти. Они могут пользоваться этой системой — они не могут лишь ввести в нее что-либо новое.

Это очень важная черта. Как же больной может выполнять сложные процессы, необходимые для пользования языком и понимания его, не будучи в состоянии ввести в систему памяти новый материал? Даже Г. М., больной с наиболее ярко выраженными нарушениями, сохранил способность к нормальному восприятию речи: «Он может повторять и перестраивать предложения со сложным синтаксисом, он понимает соль шуток, даже основанных на семантической двусмысленности» (Милнер и др., 1968).

Ранее мы установили, что важно проводить различие между информацией, уже хранящейся в памяти, и процессами, связанными с ее извлечением. Очевидно, не менее важно различать операции, обеспечивающие доступ к информации, хранящейся в долговременной памяти, и операции, обеспечиваю-

щие ввод в долговременную память новой информации. Больные с рассмотренными выше нарушениями памяти способны формировать «временную память» — как

обычную кратковременную память, так и «оперативную память», необходимую для того, чтобы следить за информацией по мере ее извлечения из долговременной памяти. Но процессы, обеспечивающие превращение этого временного материала в постоянный, избирательно нарушены.

Что могут усваивать подобные больные? На этот вопрос ответить трудно. Ясно, что кое-что они способны заучить. Г. М. не мог описать, чем он занимается в Государственном центре восстановления трудоспособности (прикрепление зажималок к кусочкам картона), даже после того, как он работал там ежедневно в течение 6 месяцев. Тем не менее он «смутно представлял себе» такие события, как смерть своего отца или убийство президента Кеннеди. Говорит ли нам что-нибудь эта слабая остаточная память о природе процессов памяти или она просто служит указанием на то, что память в данном случае нарушена не полностью? Например, у больного Н. А. после происшедшего с ним несчастного случая память постепенно начала улучшаться, так что, когда один из нас обследовал его в Калифорнийском университете (примерно 5 лет спустя после травмы), оказалось, что у него несколько возросла способность к обучению. Однако попытки обучения его мнемоническим приемам для дальнейшего улучшения его памяти закончились полной неудачей.

Способность усваивать новый материал может зависеть от типа информации. У многих больных, страдающих нарушениями памяти, наблюдается различие между способностью заучивать словесный и несловесный материал.

**Механизмы памяти.** Некоторые общие характерные черты памяти (начинают выступать в результате изучения нарушений памяти, вызванных неврологическими расстройствами. В течение короткого периода времени события, очевидно, удерживаются в кратковременной памяти. Нарушение этого вида памяти приводит к неспособности формировать более постоянные следы поступающей информации. Но кратковременного удержания в памяти недостаточно для длительного хранения информации. Человек может оказаться неспособным усваивать новую информацию, даже если кажется, что

его кратковременная память функционирует нормально. Более того, очевидно, процессы, связанные с удержанием старой информации и приобретением новой, обособлены, и человек может сохранять один из них при отсутствии другого. Наконец, механизмы извлечения информации следует рассматривать отдельно от механизмов ее хранения. Извлечение может быть нарушено, хотя хранение остается нормальным, и притом нарушение процесса извлечения может касаться только специфических видов информации.

По мере того как начинает вырисовываться общая характеристика памяти, возникает естественный вопрос: с какими структурами мозга связаны эти различные функции? Осуществляются ли процессы накопления и извлечения информации разными отделами мозга? Если удастся установить локализацию этих функций памяти, то мы сможем приступить к их детальному изучению.

## ПОИСКИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ

Первые сведения относительно локализации функций в мозгу были получены на основании весьма общих наблюдений над больными с травмами мозга. При этом вскоре было установлено, что повреждение затылочных долей мозга вызывает нарушения зрения, а повреждение лобных долей — нарушения в эмоциональной и мотивационной сфере. Кроме того, было обнаружено, что разрушение левого полушария мозга оказывало влияние на речь, в особенности у правшей. Отсюда были сделаны первые общие выводы относительно локализации функций.

Но здесь возникает некое осложнение. К всеобщему удивлению, как люди, так и животные могут переносить обширные повреждения мозга без явного нарушения памяти. Оказывается, определенные следы памяти, после того как они закреплены, полностью стереть почти невозможно. Единственная закономерность, которую можно подметить, носит самый общий характер: чем обширнее повреждение мозга, тем серьезнее его последствия.

Это последнее положение, известное

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

как закон действия массы, выдвинул в своих основополагающих исследованиях психолог Лешли (1931, 1950). Лешли искал *энграммы* — следы, оставляемые в нервной системе специфической памятью. Он обучал животных выполнению различных задач, а затем хирургическим путем разрушал части их мозга в надежде установить, где именно хранится память о данном навыке. Лешли не удалось найти абсолютно никаких доказательств того, что определенный след памяти хранится в определенной части мозга. Вместо этого он обнаружил, что память о приобретенных навыках разрушалась примерно пропорционально количеству (весу) разрушенной мозговой ткани; так был установлен «закон действия массы».

То же самое можно наблюдать, изучая нарушения памяти, типичные для больных с повреждениями мозга при травмах или в результате нейрохирургических операций. Ни в одном случае не удавалось доказать, что разрушены определенные следы памяти. Можно утратить память о некотором ограниченном периоде времени, как при амнезиях, но специфический след определенного события, если он хорошо закреплен, не может быть стерт хирургическим путем. Даже если больной не в состоянии припомнить определенные события, если он не может отличить новые события от старых, все равно у нас нет основания считать, что это не связано просто с повреждением определенных функций припоминания, затрудняющим извлечение старых воспоминаний.

Какой же можно сделать общий вывод? "Возможно, что запоминание не локализовано в определенных точках, а рассеяно по всему мозгу. В таком случае любой конкретный след памяти связан с обширными участками мозга, причем ни один из этих участков сам по себе не является абсолютно необходимым, но чем больше участков мозга имеется в наличии, тем яснее воспоминание. Поэтому некоторые ученые полагают, что поступающая извне информация, воздействует на непрерывную активность большей части мозга и память представляет собой изменение этого сложного диффузного рисунка непрерывной активности<sup>6</sup>.

При рассмотрении попыток локализовать механизмы, ответственные за обучение и память, становится ясно, что это очень трудная задача. Природа не вложила системе нашей памяти в особый ящик в мозге, где ее можно было бы легко найти и изучить. Мозг, по-видимому, представляет собой невероятно сложный орган, многие части которого функционально взаимозаменяемы. Описанная устойчивость механизмов обучения, вероятно, представляет собой весьма примечательную черту. В отличие от машин, которые мы создаем, пытаясь моделировать мозг, человеческий мозг может выдержать обширные повреждения, без того чтобы это привело к полной неработоспособности всего организма. По-видимому, не существует критических частей, от которых зависела бы вся система. Хотя наши исследования не привели к открытию местонахождения памяти, они дали нам убедительную картину пластичности нервных механизмов, лежащих в основе регистрации и хранения информации.

<sup>6</sup> Те из читателей, кто знаком с принципом запечатления зрительного образа на голограмме, сразу уловят аналогию. К сожалению, эта аналогия слишком примитивна. Множество фактов относительно памя-

ти человека требуют иного объяснения, нежели просто «закон действия массы». Голографические модели еще не использовались для изучения достаточного числа проблем человеческой памяти, чтобы им можно было дать соответствующую оценку.