



Обучение и сон

Влияние сна на обучение и память — один из интересующих аспектов нейробиологии XXI в. Возможно ли обучение во сне? Можно ли улучшить обучение чему-либо, воздействуя на последующий после сна процесс обучения сон? Связаны ли различные виды памяти со структурой естественного сна? Все эти вопросы бурно обсуждаются в научной и научно-популярной литературе, при этом высказываются прямо противоположные мнения. Мы предлагаем читателю кратко ознакомиться с некоторыми новейшими достижениями науки в этой области, но прежде нужно рассказать о том, что такое сон (не сновидение, а процесс сна) и что такое память — важнейший элемент обучения.

Что такое сон?

Поведение млекопитающих, включая человека, состоит из двух чередующихся периодов — активности и покоя. В период активности происходит обучение и реализация врожденных и приобретенных видов поведения, а в состоянии покоя организм может находиться в одном из трех состояний: спокойного бодрствования, обычного (медленного или медленноволнового) и парадоксального (быстрого) сна. Согласно современным представлениям, процесс сна — это отнюдь не монотонная отключенность от внешнего мира, пониженная реактивность и пр., а особое генетически детерминированное состояние организма теплокровных животных (млекопитающих и птиц), характеризующееся закономерной последовательной сменой определенных циклов, фаз и стадий. Определяются они одновре-



менной параллельной регистрацией электрической активности головного мозга (электроэнцефалограмма — ЭЭГ), глазных яблок (электроокулограмма — ЭОГ) и мышц затылка (электромиограмма — ЭМГ). Понятия циклов, фаз и стадий — это те три «кита», на которых строится все здание современной сомнологии (рис. 1).

Цикл ночного сна — это примерно полуторачасовой (у взрослого человека) период, за время которого спящий последовательно проходит 4 стадии, начиная от дремоты (NREM-1) и заканчивая наиболее глубоким, так называемым дельта-соном (стадии NREM-3 и NREM-4), состоящим из фазы обычного (медленного, медленноволнового) сна и резко сменяющей ее фазы парадоксального (быстрого) сна. В фазе быстрого сна человек видит сны. После окончания фазы быстрого сна либо начинается новый цикл сна, либо человек пробуждается. За ночь человек «проходит» через 4–6 циклов сна. Циклы сна неодинаковы по своей структуре: в первую полно-

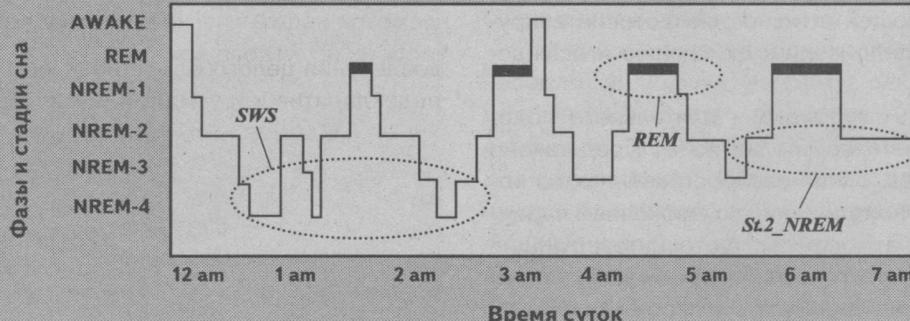


Рис. 1. Циклы, фазы и стадии ночного сна человека

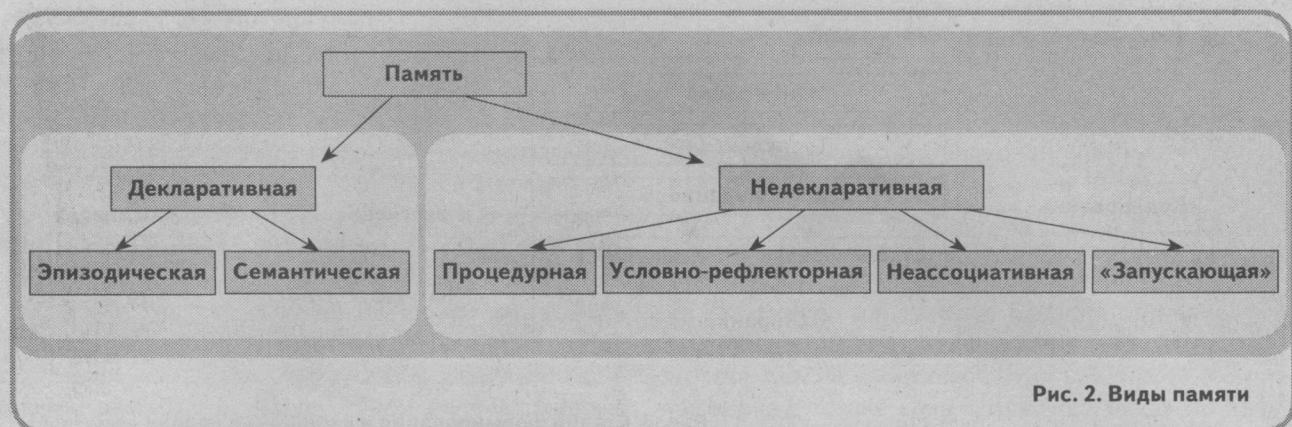


Рис. 2. Виды памяти

вину ночи преобладает глубокий дельта-сон (SWS, см. рис.1), а под утро — легкий сон (St.2_NREM) и фаза быстрого сна. Каждая стадия фазы медленного сна и фаза быстрого сна имеют свои характерные электрографические черты, по которым их можно опознать у людей и животных. Так, бодрствование характеризуется низковольтной быстрой неорганизованной активностью, которая при расслаблении сменяется у некоторых людей альфа-ритмом 8–12 Гц; для стадии 1 (NREM-1), переходной между бодрствованием и сном, характерны так называемые тета-волны в ЭЭГ — небольшие волны частотой 3–7 Гц; для стадии 2 (NREM-2) — легкого, поверхностного, сна — веретена и К-комплексы (12–14 Гц), для дельта-сна — глубокого сна — высоковольтные медленные (дельта) волны (0,5–2 Гц). В быстром сне ЭЭГ мало отличается от бодрствования, хотя иногда видны небольшие пилообразные разряды, которые в бодрствовании не присутствуют; но, главное, — при этом отмечается характерная активность в ЭОГ — так называемые быстрые движения глаз, которые никогда не встречаются в фазе медленного сна (поэтому быстрый сон называют еще сном с быстрыми движениями глаз), а также полное исчезновение активности в ЭМГ.

Что такое память?

Как сон не является простым и однородным процессом, так и понятие «память» — совокупность целого ряда явлений (рис. 2).

В первую очередь память подразделяется на декларативную и недекларативную. Декларативная память — это способность сознательно воспроизвести информацию, основанную на определенных фактах (знание «чего-то»). Декларативная память, в свою очередь, подразделяется на эпизодическую (автобиографическую) память на события прошлой

жизни индивидуума) и семантическую (память обо всем вообще, не связанная с какими-то конкретными событиями). Предполагается критически важное участие в декларативной памяти структур средневисочной доли, в особенности гиппокампа. Гиппокамп, как полагают, создает временной код для хранящейся в коре мозга информации, а также связывает следы различных ощущений в единое событие.

В отличие от декларативной памяти, недекларативная память — это бессознательная память. Она включает proceduralную (или процедуральную) память (знание «как»), например обучение различным новым движениям (в спорте и т.п.), привычные движения и навыки, неосознанное обучение (подражание) и некоторые другие виды памяти (условно-рефлекторная, неассоциативная и «запускающая»). Считается, что процедурная память в меньшей степени зависит от гиппокампа и других структур средневисочной доли. Однако это почти всё, что вообще известно о нейрофизиологических механизмах памяти (в отличие от механизмов сна, для каждого из которых известна нейроанатомическая, нейрофизиологическая и нейрохимическая основа). Более того, в реальной жизни отдельные виды памяти в изолированном виде почти никогда не проявляются. Например, обучение иностранному языку требует вовлечения целого блока различных «памятей», от недекларативной памяти о процедурных двигательных программах, связанных с артикуляцией, и запоминания грамматических правил и структур, до декларативной памяти, связанной с подбором нужных слов. Трудно себе представить, чтобы все эти виды памяти включались одновременно в ходе обучения, и здесь может быть особенно существенной роль последующего сна.

Так же как развитие сна характеризуется цикличностью, так и процесс запоминания проходит во времени целую серию определенных после-

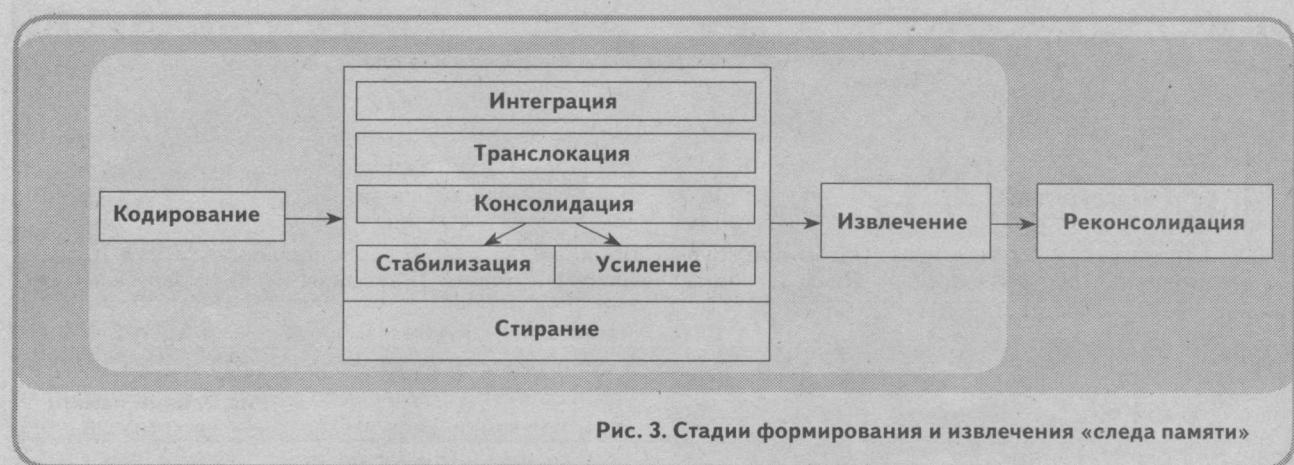


Рис. 3. Стадии формирования и извлечения «следа памяти»

довательных стадий — кодирования, интеграции, транслокации и консолидации (рис. 3).

Кодирование предполагает создание внутримозговой модели запоминаемого события или явления. Стадия консолидации, наиболее важная из всех последующих, подразделяется, в свою очередь, на подстадии стабилизации и усиления. Затем след памяти может либо извлекаться, либо затухать со временем. Если извлечение следа памяти происходит слишком поздно, память вновь теряет свою стабильность, и для ее укрепления требуется повторный период консолидации — реконсолидация. Классический термин «консолидация» подразумевает процесс, при котором след памяти с течением времени становится все более и более устойчивым к интерференции со стороны конкурентных или деформирующих память факторов, даже в отсутствие повторных запоминаний того же самого объекта (или действия). Таким образом, консолидация делает след памяти более стабильным. Большинство видов памяти требует консолидации после кодирования, но, похоже, что все же не все заучиваемые задачи сразу устойчивы к конкурентной интерференции, и не все проявляют признаки времязависимой консолидации.

Недавние исследования расширили понятие «консолидация». Теперь представляется, что консолидация не только стабилизирует память, но также и усиливает ее — причем эти два процесса могут быть физически различны. Стабилизирующая подстадия протекает во время бодрствования, а усиливающая, главным образом (если не исключительно), — во время сна, либо восстанавливая уже затертые следы памяти, либо формируя дополнительное обучение, причем в обоих случаях не требуется повторного предъявления запоминаемого материала. Таким образом, консолидация, по-ви-

димому, является результатом двух отдельных процессов, каждый из которых может происходить в определенные периоды бодрствования, в определенные фазы и стадии сна.

После первоначальной стабилизации след памяти может храниться неопределенно долгое время — от нескольких суток до многих лет и в любой момент может подвернуться извлечению. Однако в настящее время многие исследователи сходятся относительно того, что сам процесс извлечения дестабилизирует след памяти, так что он опять становится лабильным и способным распадаться. Тогда и было выдвинуто предположение о существовании процесса реконсолидации, который вновь переводит след памяти в стабильную форму. Если же нестабильный след памяти не проходит процесса реконсолидации, он может довольно быстро распасться.

Среди других процессов, вовлеченных в формирование следов памяти, нужно отметить интеграцию и ассоциацию, т.е. включение недавно приобретенной информации в прошлый опыт и познания субъекта; транслокацию, т.е. анатомическую реорганизацию следов памяти в мозге; а также активное стирание следов. Причем все эти явления проходят без участия сознания, без дополнительной тренировки или предъявления первоначальных стимулов, так что их тоже можно отнести к процессам, связанным, в конечном счете, с консолидацией следов памяти. Интересно, что различные гипотезы предполагают участие сна во всех этих процессах. Проиллюстрируем это на примерах.

Сон и память

Как воздействует депривация (лишение) сна на кодирование эмоционального и неэмоционального материала в декларативной памяти? В исследова-



ниях приняли участие две группы здоровых испытуемых — экспериментальная и контрольная. Обеим группам испытуемых предлагали выучить различные слова, среди которых были эмоционально-позитивные, эмоционально-негативные и нейтральные. Затем экспериментальную группу подвергали депривации сна в течение полутора суток, а контрольные испытуемые спали нормально. Затем обе группы тестировали на запоминание заученных слов. Лишенные сна испытуемые воспроизвели на 40% меньше слов, чем испытуемые контрольной группы. Это показывает нарушение формирования декларативной памяти под воздействием депривации сна. Когда данные были разделены на 3 группы в соответствии с эмоциональностью предъявленного к запоминанию материала (слов), было обнаружено, что, хотя ухудшение запоминания происходило во всех трех группах слов, но степень этого нарушения была различной. В контрольной группе запоминание эмоциональных слов происходило успешнее, чем нейтральных, в полном соответствии с хорошо установленным положением — переживание эмоций облегчает кодировку следов памяти. Однако в экспериментальной группе, подвергшейся лишению сна, наблюдалось сильное нарушение кодировки с последующим ослаблением фиксации следа памяти по отношению к нейтральным и в особенности эмоционально-позитивным словам. В последнем случае отмечалось 60% ухудшение воспроизведения по сравнению с контрольной группой. Еще более удивительна выявленная в этом исследовании

устойчивость к депривации сна памяти на эмоционально-негативные слова, которая снижалась очень незначительно.

Интересные данные были получены в исследованиях, связанных с процедурной памятью. Испытуемые обучались игре на пианино в 10 утра. При проверке в 10 вечера никакого улучшения игры не было обнаружено. Однако на следующее утро в 10 часов отмечалось значительное улучшение, касающееся заученного упражнения. Если же обучение проводилось в 10 вечера, то значительное улучшение отмечалось на следующее утро в 10 часов, но при проверке в тот же день в 10 вечера никакого дальнейшего улучшения уже не было. При этом оказалось, что степень улучшения выполнения этой двигательной задачи за ночь связана с процентом стадии 2 медленного сна (легкий сон) в последней, четвертой четверти, ночи, т.е. в период, непосредственно предшествующий утреннему пробуждению.

В другой серии исследовали роль дневного сна в реализации обучения, связанного с процедурной памятью. Две группы испытуемых утром обучались работе с клавиатурой. Одна группа бодрствовала весь день, а другой разрешали спать после обеда час-полтора. При вечернем тестировании участники «спавшей» группы показали увеличение скорости печатания на 16%, в то время как участники «бодрствовавшей» группы никакого улучшения не продемонстрировали. Однако при тестировании на следующее утро участники «бодрствовавшей» группы показали резкое улучшение выполнения теста, догнав «спавшую» группу! То есть для успешного обучения новым навыкам нужно обязательно спать, и неважно, днем вы спали или ночью.

Что же касается проблемы гипнотерапии, то исследования показали, что обучение (заучивание типа «зубрежки») возможно и эффективно в состоянии расслабленного бодрствования и легкой дремоты. Однако при появлении тета-ритма в ЭЭГ (см. рис. 1) восприятие заучиваемого материала нарушается, а при появлении сонных веретен полностью блокируется. Таким образом, механизмы сна играют важную роль в сохранении (фиксации) следов памяти, образовавшихся в предшествующем бодрствовании, но во время самого сна обучение невозможно.

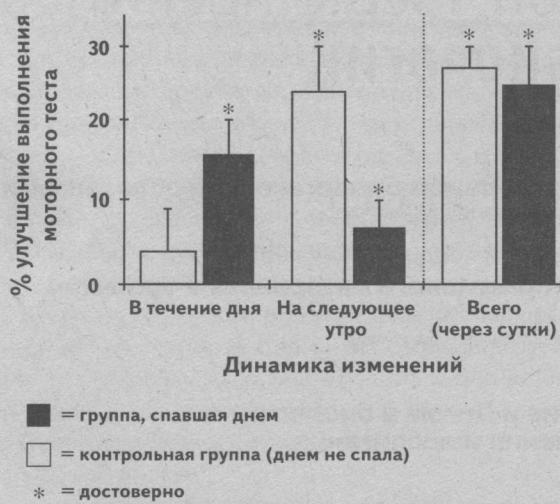


Рис. 4. Дневной сон и процедурная память на движения у человека

В.М. КОВАЛЬЗОН,
д.б.н., председатель правления
Российского общества сомнологов