

# СОН

З З З З



Каждый вечер мы ложимся в постель и впадаем в сон. Большинство из нас спит по 8 часов в день, что свидетельствует о том, что примерно 1/3 своей жизни мы бессознательно проводим во сне. Если попытаться использовать это драгоценное время на другие нужды - ночные вечеринки или подготовку к экзаменам, то очень скоро ваше тело и мозг посоветуют вам отказаться от этой идеи. Вы можете лишь ненадолго воздерживаться от сна. Ритм сна и бодрствования является одним из фундаментально заложенных циклов активности организма. Так почему же это происходит и какие части мозга ответственны за это?

## Ритм жизни

Цикл сна и бодрствования является эндогенным ритмом, основанным на чередовании дня и ночи, который в основном создается в первые годы жизни. Этот цикл еще называется циркадным, от латинских слов 'circa' (около) и 'dies' (день). В течение жизни меняется частота сна - новорожденные многократно засыпают и просыпаются в течении суток, дети до 10 лет обычно спят днем после обеда, а взрослые обычно спят только ночью. Освежающий сон всегда полезен - Уинстон Черчилль, премьер-министр Англии во время Второй мировой войны, умудрялся засыпать всего на 5 минут, даже на заседаниях кабинета!

В норме чередование сна и бодрствования частично контролируется клетками гипоталамуса, расположенными над зрительным перекрестом - супрахиазмальным ядром. Нейроны, расположенные здесь, связаны друг с другом необычайно большим количеством синапсов для синхронизации и обеспечения связанной совместной работы, являются частью биологических часов мозга. У людей эти часы слегка отстают от календарных, но зрительная информация о смене дня и ночи постоянно синхронизирует их работу. Это стало известно благодаря экспериментальным исследованиям сна у добровольцев в условиях глубоких пещер, лишенных всяких примет чередования дня и ночи. У них установился суточный режим, составляющий примерно 25 часов.



SCN (A)

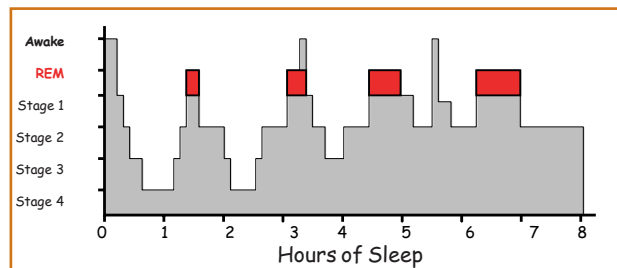
SCN (B)

Супрахиазмальное (SCN) ядро активно днем (A) и неактивно ночью (B).

## Стадии сна

Сон по своей сути не такой пассивный процесс, каким кажется. Если установить датчики детекции электрической активности мозга на голову человека, исследуемого в лаборатории сна, то можно выявить значительные последовательные изменения на его электроэнцефалограмме (ЭЭГ). При бодрствовании наша ЭЭГ показывает низко-амплитудную активность, а когда засыпаем, после некоторой беспорядочности, на ЭЭГ постепенно увеличивается амплитуда и снижается частота, и появляются четкие стадии сна, называемые медленно-волновым сном (МВС). Причины этих изменений на ЭЭГ еще полностью не выявлены. Тем не менее, предполагается, что как только реакция нейронов на внешние раздражители становится невосприимчивой, то происходит выраженная синхронизация их работы. Мышечный тонус во сне из-за подавления активности нейронов, контролирующих движения скелетных мышц, резко снижается, однако, функция нейронов, контролирующих дыхание и сердечные сокращения, всегда остается стабильной!

В течение ночи мы во сне циркулируем между разными стадиями сна. При одной из них ЭЭГ становится похожей на бодрствование, а наши глазные яблоки начинают быстро двигаться за закрытыми веками. Это так называемая стадия быстрых движений глаз (rapid eye movement, REM), и похоже, что именно тогда мы видим сны. Если разбудить человека во время REM сна, то он расскажет свой сон, даже тот, кто говорит, что никогда не видит снов (попробуйте поэкспериментировать на своих родственниках!). Сон большинства из нас состоит из 4-6 эпизодов REM сна, у детей он происходит более часто, и даже животные имеют REM сон.



Нормальный 8-часовой сон состоит из различных фаз сна, REM (отмечен красным) фаза регистрируется 4-6 раз за ночь

## Депривация сна

Несколько лет назад, американский подросток по имени Randy Gardner вошел в книгу рекордов Гинесса за полное бодрствование в течение 264 часов. Сам эксперимент подвергся тщательному мониторингу и контролю со стороны врачей из

американского флота. Как ни странно, Randy Gardner перенес эксперимент очень хорошо. Основными проблемами (не считая сильного желания заснуть) явились проблемы с речью, невозможность сконцентрироваться, провалы в памяти и галлюцинации. При этом его тело оставалось в прекрасной физической форме, он не стал психопатом или потерял контакт с реальностью. После окончания эксперимента он проспал непрерывно 15 часов в первую ночь, и меньшее количество экстра-часов в последующие ночи. Этот и другие похожие опыты со сном привели к мысли о том, что сон для мозга является более важным, чем для остального организма. Эксперименты на животных также подтверждают эту гипотезу.



## Почему же мы спим?

Сон все еще остается одной из неразгаданных загадок нейронауки. Некоторые возражают, что сон для животных является удобной формой сохранения неподвижности и, тем самым, безопасности. Но на самом деле при экспериментах с депривацией сна было выявлено, что REM сон позволяет мозгу восстановиться. ВО время первых 4 часов сна именно так и происходит. Возможно, это позволяет перезапустить процессы в мозге, и по аналогии с судом в сухом доке, эти процессы требуют специальных условий - отсутствие необходимости обработки информации от рецепторов на периферии, контролирования тонуса, движений и действий. Исследователи также полагают, что во время сна происходит консолидация полученной за день информации - эссенциальный процесс для памяти.

*\* А теперь ты должен заснуть!*

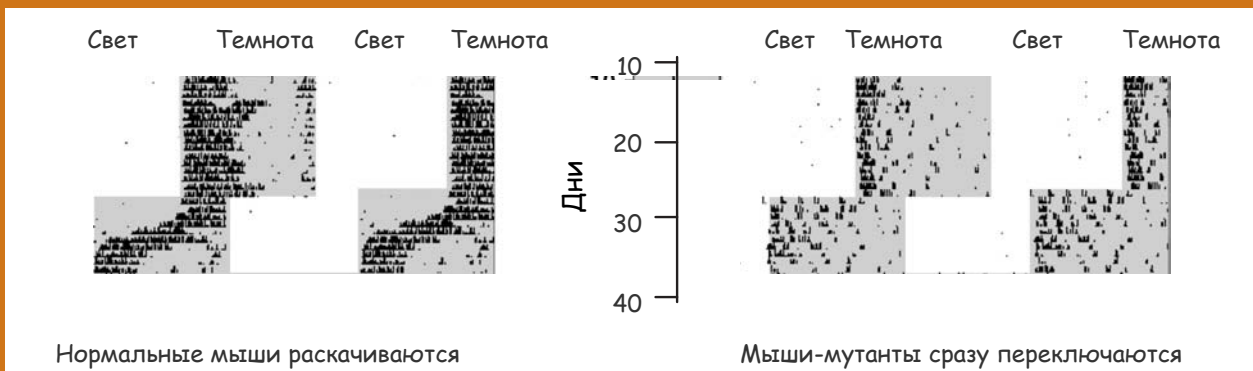
молекулярной цепной реакции, последовательно запускающей и переключаящей стадии сна, благодаря синхронизационным механизмам.

Другой серьезной продвигкой в этом направлении стали изучения нейрогенетиков. Различные гены были идентифицированы в качестве молекулярных компонентов или пейсмейкеров ритма, как зубчатые колеса в ясовом механизме. Большинство работ было проведено на дрозофилах (фруктовых мушках), были идентифицированы два гена - пер и тим - вырабатывающие белки, взаимодействующие друг с другом для регуляции собственного синтеза. mRNA и синтез протеинов происходят рано утром, с аккумуляцией белков происходит их связывание и подавление собственного синтеза. Дневной свет помогает разложить протеины, их уровень падает до такого низкого содержания, что вновь происходит активация генов и синтез белка. Цикл повторяется снова и снова, пока сохраняются жизнеспособные нейроны в культуре. Наши внутренние часы работают аналогичным образом. Так как циркадные ритмы являются "старыми" эволюционными приобретениями, то уже не кажется удивительным, что эти определенные молекулы заводят часы в таких различных организмах.

## Как работают ритмы?

Исследование активности нейронов в различных областях мозга при различных стадиях сна привело к любопытным результатам. Было выявлено, что активирующая система ствола мозга вовлекает многочисленные нейротрансмиттеры, в том числе так называемый аденозин, в качестве

### Исследования сна



Для понимания молекулярных механизмов циркадных ритмов были выведены линии мышей с подавленной экспрессией генов в супрахиазмальном ядре. Эти VIPR2 мыши нормально существовали и ничем не отличались от своих сородичей в плане чередования дня и ночи. Черные точки соответствуют активности мышей, дневной ритм с ночной активностью показан на сером фоне. Тем не менее, когда время выключения света на 25 день эксперимента было смещено на 8 часов вперед, нормальные мыши адаптировались к новому ритму за несколько дней, тогда как мутантные мыши - сразу же. Эти опыты помогают понять молекулярные механизмы циркадных ритмов и пейсмейкерных генов.