

Физиология сна

Выполнила студентка 1 курса
Химического
Факультета
Наумова Ирина Олеговна

Сон как компонент циркадного ритма



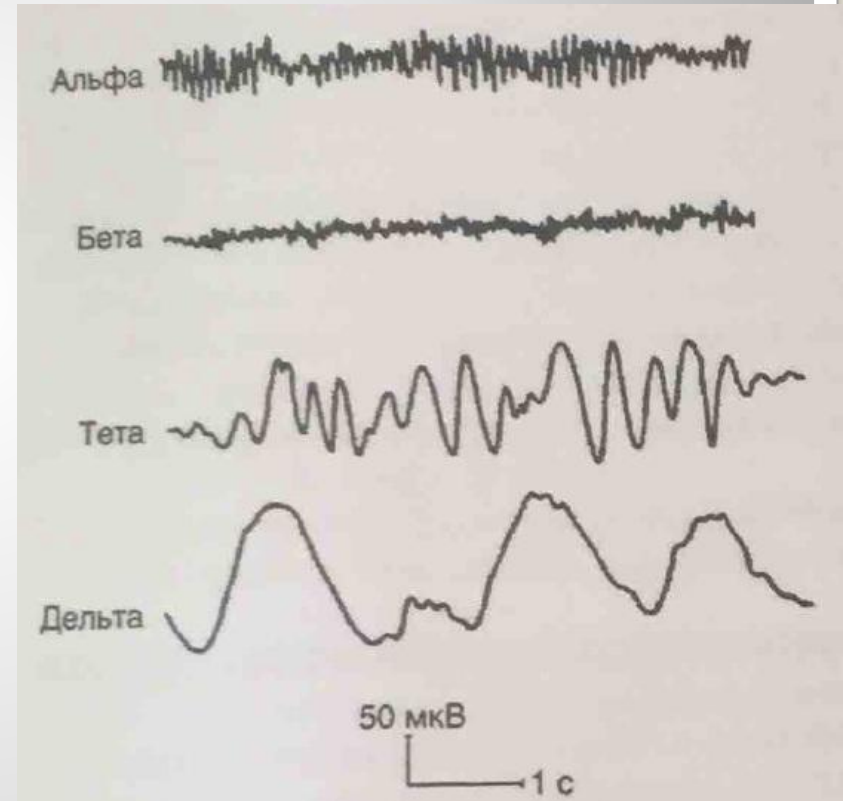
- Нормальный человек всегда находится в одном из двух состояний:
- **либо он бодрствует, либо спит.** Оба эти состояния являются компонентами единого циркадного (от лат. *circa* — около, кругом и лат. *dies* — день), или циркадианного, ритма.
- В среднем, у взрослого здорового человека после 16-17-часового бодрствования наступает сон, а спустя 7-8 часов – бодрствование. Только так, тратя 1/3 часть жизни на сон, человек может жить долго, сохраняя до глубокой старости умственную и физическую работоспособность.
- Длительность бодрствования и сна, характер их чередования – все это определяется механизмами мозга, которые по своему происхождению являются врожденными.

- Классификация предусматривает выделение таких видов сна как:
 - 1) Естественный, в том числе ежесуточный (монофазный или полифазный) и сезонный.
- У человека и многих животных периоды естественного сна и бодрствования приурочены к суточной смене дня и ночи. Как правило, взрослый человек спит один раз в сутки, с 23-24 часов до 6-7 часов. Такой сон называется **монофазным**. Если же смена сна и бодрствования происходит не сколько раз в сутки, сон называется **полифазным** (например, у детей первых трех лет жизни), в том числе дифазным (у детей в возрасте 3-7 лет). У ряда животных наблюдается также **сезонный** сон (спячка), обусловленный неблагоприятными для организма условиями среды: холод, засуха и т. д.
- 2) Патологический (инсомнии, гиперсомнии и парасомнии).
- При нарушении механизмов сна и бодрствования может развиваться **патологический сон**. У одних людей это выражается появлением периодической спячки по типу сезонной спячки животных, у других сон затягивается на месяцы или годы (**летаргический сон**), у некоторых людей наблюдается нарколепсия, которая проявляется приступами дневной сонливости (пиквикский синдром) или нарушениями ночного сна, например, снохождением или лунатизмом.
- 3) Искусственный (медикаментозный сон, наркоз, электронаркоз, гипноз).
- Вызывается у человека и животных введением в организм барбитуратов, транквилизаторов и других снотворных веществ (медикаментозный сон), эфира, хлороформа, закиси азота и других наркотических веществ (наркотический сон), воздействием слабого электрического тока на мозг (электронаркоз), либо с помощью словесного внушения и специальных пассов (гипноз, или гипнотический сон).
- Наличие искусственного сна показывает, что механизмы, ответственные за смену сна и бодрствования, а также обеспечивающие сонное состояние, с одной стороны, весьма чувствительны к химическим воздействиям извне, а с другой стороны – они могут управляться нашим сознанием.

Виды сна

Структура сна

- На ЭЭГ можно выделить четыре основных ритма:
 - - **альфа** - частота колебаний составляет 8-13 Гц;
 - - **бета** - 14-30 Гц;
 - - **тета** - 4-8 Гц;
 - - **дельта-ритмы** - 0.5-4 Гц.
- Ночной сон (в среднем, у взрослого человека длится 7-8 часов), позволяет, в соответствии с представлениями У. Демента и Н. Клеймена, а также других исследователей выделять **пять стадий сна**:
- первые четыре относят к медленной фазе сна (некоторые авторы первые две стадии называют фазой засыпания),
 - а пятая стадия – к быстрой фазе сна.



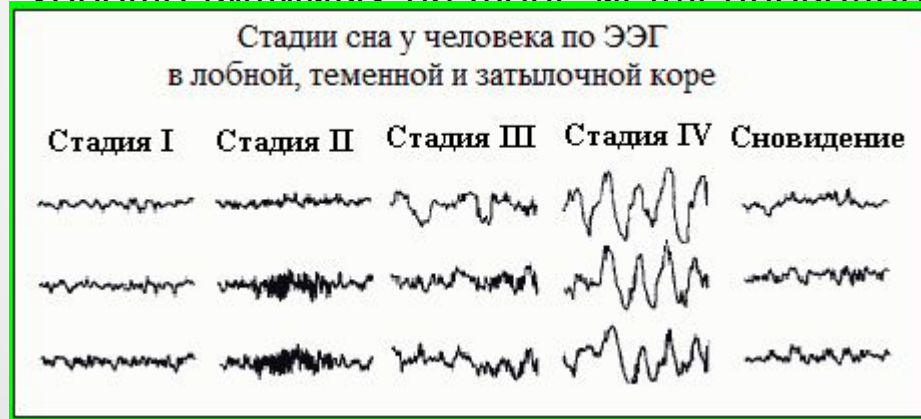
Стадии сна: медленный и быстрый сон

- Медленную фазу сна принято называть: медленным сном, медленноволновым сном, дельта-сном, ортодоксальным сном.
- Быструю фазу сна – быстрым сном, быстроволновым сном, бета-сном, парадоксальным сном, БДГ-сном, или REM-сном (стадия быстрых движений глаз), ромбэнцефальный сон (в связи с локализацией регулирующих механизмов).
- Средняя продолжительность стадий сна (в процентах от общей длительности ночного сна) такова:
 - первая стадия (стадия дремоты, или засыпания) – 5-10%,
 - вторая стадия (стадия сонных веретен, или неглубокий, поверхностный сон) – 40-50%,
 - третья стадия (или дельта-сон) – 12-15%,
 - четвертая стадия (или дельта-сон) – 8-12 % (вместе обе эти стадии – 20-25%),
 - пятая стадия (или быстрый сон) – 17-25 %.



Первая стадия медленного сна

- Первая стадия является переходной от состояния бодрствования ко сну. При этом в ЭЭГ уменьшается основной ритм бодрствования, т.е. **альфа-ритм** и появляются низкоамплитудные медленные **тета волны**.
- Длительность первой стадии обычно не больше 10-15 мин. В конце этой стадии могут появляться короткие вспышки сонных веретен, хорошо видимых на фоне медленноволновой

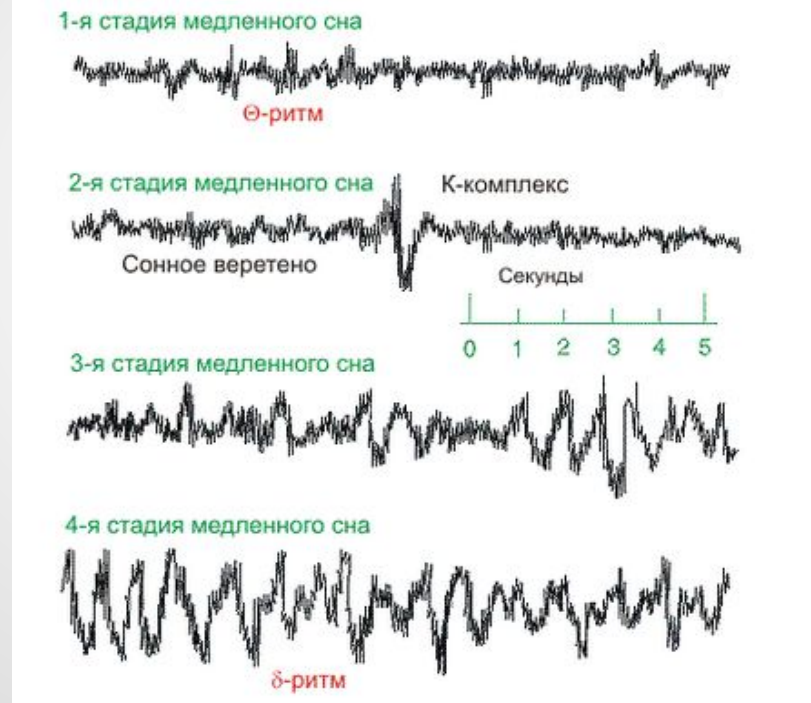


-
- В поведении эта стадия соответствует периоду дремоты с полусонными мечтаниями и сноподобными галлюцинациями. В эту стадию могут интуитивно появляться идеи, способствующие успешному решению той или иной проблемы.

Вторая и третья стадия медленного сна



- Вторая стадия (**тета ритмы**) занимает достаточно много времени. Наиболее яркой ее чертой является наличие в ЭЭГ «сонных веретен». Длительность этих «веретен», хорошо выделяющихся из фоновой высокоамплитудной ЭЭГ со смешанной частотой колебаний, составляет 0,5 с и более. С появлением «сонных веретен» происходит отключение сознания; в первую очередь вертебно-шеяголовного стержня



- Третья стадия (**тета и дельта ритмы**) характеризуется всеми чертами второй стадии, в том числе наличием «сонных веретен», к которым добавляются медленные высокоамплитудные дельта-колебания с частотой

Четвертая стадия медленного сна

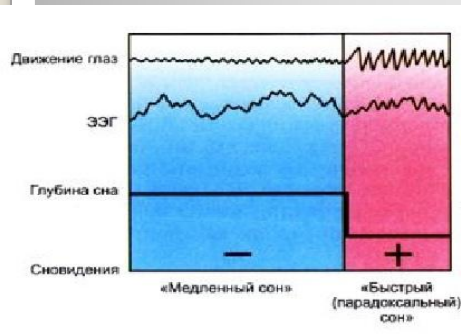
- Четвертая стадия характеризуется преобладанием в ЭЭГ медленных дельта-колебаний (с частотой 2 Гц и менее), занимающих более 50 % эпохи записи ночного сна.
- Вместе эти две стадии, которые называются дельта-стадиями, продолжаются чуть больше 26 % времени от всего ночного сна. Они составляют основу медленного сна (дельта-сна). Эти стадии, особенно, четвертая – наиболее глубокие стадии сна, характеризующиеся самым сильным отключением от внешнего мира, т.е. в этих стадиях разбудить человека достаточно трудно. При пробуждении в этой стадии человек с трудом ориентируется, в наибольшей степени компрессирует время (недооценивает длительность предшествующего сна).
- Дельта-сон преобладает в первую половину ночи. Именно в это время возникают около 80 % сновидений, и именно в этой стадии возможны приступы лунатизма и ночные кошмары, однако человек почти ничего из этого не помнит.



- На протяжении всех четырех стадий медленного сна тонус скелетной мускулатуры прогрессивно падает; при этом человек способен длительно сохранять определенную позу тела. Однако тонус мышц, закрывающих веки, а также кольцевого мускула, запирающего мочевой пузырь и прямую кишку, в этот период повышен.
- По мере погружения в сон замедляется работа сердца, уменьшается объем циркулирующей крови, урежается частота дыхания, хотя при этом имеет место избыточное кровенаполнение легочных сосудов. В целом, в фазу медленного сна ритмы сердца и дыхания становятся более равномерными. В этот период сужаются зрачки, розовеет кожа, усиливается потоотделение, снижаются слюноотделение, уменьшаются секреторная и двигательная активность пищеварительного тракта, падает интенсивность мочеобразования. Температура тела по мере углубления медленного сна снижается, в среднем на $0,5^{\circ}$; в конечном итоге за весь период ночного сна температура тела у женщин падает до $35,6^{\circ}\text{C}$, а у мужчин до $34,9^{\circ}\text{C}$.; при пробуждении она восстанавливается.
- Однако, несмотря на снижение уровня обмена веществ во время фазы медленного сна активизируются процессы восстановления работоспособности всех клеток организма, интенсивно идет их размножение, происходит замена белков. В течение всей ночи у человека активизируется рост волос и ногтей. Все это связано с тем, что во время медленного сна возрастает секреция гормона роста, стимулирующего тканевой обмен.

Медленный сон

Пятая стадия быстрого сна



- Пятая стадия, открытая в 1953 году Н. Клейменом и его аспирантом Е. Азеринским.
- Характеризуется наличием на ЭЭГ быстрых колебаний электрической активности, близких по значению к бета-волнам. Это напоминает состояние бодрствования. Вместе с тем (и это было парадоксально!) в эту стадию человек находится в полной неподвижности вследствие резкого падения мышечного тонуса (при наличии мышечных подергиваний в отдельных группах мышц). Однако глазные яблоки под сомкнутыми веками периодически (5-50 раз) совершают быстрые движения (БДГ) с частотой 60-70 Гц. По структуре БДГ отличаются от движений глаз, которые характерны для рассматривания объектов в состоянии бодрствования. У здорового человека наличие БДГ по времени совпадает со сновидениями, а интенсивность БДГ пропорциональна яркости и эмоциональности сновидений. Если разбудить спящего во время быстрого сна, то приблизительно в 90 % случаев можно услышать рассказ о ярком сновидении, причем точность деталей будет существенно выше, чем при пробуждении из медленного сна. Вместе с тем у слепых от рождения людей, которым снятся только звуки и ощущения, БДГ во время этой стадии отсутствуют.
- Помимо указанных признаков, в эту стадию наблюдается мощная активация вегетатики («вегетативная буря»), усиление секреции гормонов коры надпочечников, в том числе глюкокортикоидов (как в период бодрствования при наличии стресса), усиление мозгового кровотока, изменения частоты сердечных сокращений, различные формы аритмий, эпизодические подъемы и падения кровяного давления, изменения паттерна дыхания (появление серий частых вдохов-выдохов с последующей паузой вплоть до длительной остановки дыхания). Полагают, что сочетание этих факторов может привести к внезапной смерти во время сна, например, за счет остановки дыхания при появлении ночного кошмара. Для стадии быстрого сна очень характерно наличие эрекции полового члена и клитора; эта реакция наблюдается с момента рождения. В этой связи полагают, что отсутствие эрекции у взрослого человека во время быстрого сна свидетельствует об органических поражениях головного мозга, а отсутствие ее у детей является одним из признаков нарушения сексуального поведения во взрослом состоянии.

Быстрый сон



- Представленная картина вегетативных и других изменений во время фазы быстрого сна дала основание некоторым авторам разделить фазу быстрого сна на две стадии:
 - – **на эмоциональную стадию**, при которой происходит удовлетворение потребностей,
 - – **неэмоциональную, или стадию удовольствия.**
- Следует отметить, что парадоксальная стадия сна имеется у многих видов млекопитающих и даже у некоторых видов птиц. Отмечено также, что у животных доля парадоксального сна имеет тенденцию увеличиваться с увеличением степени развития коры. Однако парадоксальный сон у животных и человека протекает по-разному. Человек в парадоксальном сне не подвижен (двигаются только глаза). У животных двигаются усы, уши, хвост, подергиваются лапы, происходят мигательные и сосательные движения, а у собак слышны даже повизгивания.

Циклы ночного сна

- Ночной сон обычно состоит из 4-6 циклов. Каждый цикл длится примерно 60-100 минут. Он начинается фазой медленного сна, которая спустя 50-70 минут сменяется на 10-20 минут фазой быстрого сна, после чего вновь наступает фаза медленного сна и т. д.
- В отличие от многих животных, человек не просыпается после каждого цикла сна. В первых циклах преобладает медленный сон, в последнем – быстрый сон. Глубина сна при этом постепенно уменьшается.
- Продолжительность медленного сна составляет 75-80 %, а быстрого – 15-25 % от общей продолжительности ночного сна. У взрослого человека на долю медленного сна приходится 6,5 часов, а на фазу быстрого сна – 1,5 часа. У новорожденного – на долю быстрого сна приходится 50-80 % от общей длительности сна.



- Ранее считалось, что сон необходим для «отдыха» нейронов головного мозга и поэтому сон должен характеризоваться снижением активности нейронов мозга в этот период. Однако исследования электрической активности отдельных нейронов мозга во время сна показали, что во время сна в целом не происходит уменьшения средней частоты активности нейронов по сравнению с состоянием спокойного бодрствования. В быстром же сне спонтанная активность нейронов может быть выше, чем в напряженном бодрствовании! Во время сна обменные процессы в коре больших полушарий не падают (фаза медленного сна), как можно было бы ожидать, а, наоборот, возрастают (в фазу быстрого сна), в результате чего мозг спящего человека потребляет примерно на 10 % больше кислорода, чем мозг бодрствующего человека. Таким образом, можно утверждать, что мозг активен во время сна, хотя эта активность качественно иная, чем при бодрствовании, и в разных стадиях сна имеет свою специфику.
- Одновременно с этими процессами, кора больших полушарий во время всех стадий сна, как правило, прекращает контакт с окружающей средой за счет «выключения» основных сенсорных систем, связывающих организм с внешним миром. Пороги всех видов чувствительности (зрение, слух, вкус, обоняние и осязание) во сне возрастают. По величине порога можно судить о глубине сна. Во время первых четырех стадий пороги восприятия увеличиваются на 30-40 %, в то время как в фазу быстрого сна – на 400 %. Рефлекторная функция во время сна резко ослаблена. Условные рефлексы заторможены, безусловные значительно понижены. При этом некоторые виды корковой деятельности и реакции на определенные раздражители могут сохраняться во время нормального периодического сна. Например, спящая мать слышит звуки движений больного ребенка. Такое явление получило название частичного бодрствования, что И.П. Павлов объяснял наличием «сторожевых» пунктов в коре больших полушарий.

- Потребность во сне относится к важнейшим потребностям организма. Она зависит от возраста. Общая продолжительность сна составляет:
 - - у новорожденных – 20-23 часа в сутки,
 - - в возрасте от 6 месяцев до 1 года – около 18 ч,
 - - в возрасте от 2 до 4 лет – около 16 ч,
 - - в возрасте от 4 до 8 лет – 12 ч,
 - - в возрасте от 8 до 12 лет – 10 ч. По мере взросления изменяется соотношение фаз внутри цикла сна – сокращается быстрый сон и относительно возрастает медленный сон – к 14 годам цикл сна достигает 90 мин.
 - - в возрасте от 12 до 16 лет – 9 ч.
 - - Взрослые спят в среднем 7-8 ч в сутки. Некоторые люди постоянно спят на 1-2 часа меньше. Историки сообщают, например, что Наполеон, Эдисон и Черчилль имели короткий сон. Другие спят на 1-2 часа больше. Среди великих людей в этом списке был и А. Эйнштейн.
 - - Люди старше 60 лет, страдающие различными заболеваниями, спят, как правило, менее 7 ч в сутки. В то же время практически здоровые люди этого возраста спят более 8 ч в сутки. При увеличении продолжительности сна у «малоспящих» пожилых, людей наблюдается улучшение самочувствия.
 - - В среднем, после 70 лет люди спят по 11—13 ч. После 70 лет часто наблюдается невротическая бессонница – редуцируется медленный сон, сон становится прерывистым, нарушаются циклы сна.
- Сегодня общепринято считать, что взрослое и детское население России, как и в других странах, сильно недосыпает, и это отражается на состоянии человека и общества, являясь в значительной мере причиной аварий, катастроф и низкого уровня здоровья. Показано, что если длительность ночного сна уменьшена на 1,3-1,5 ч, то это сказывается на состоянии бдительности днем. Потребность сна у молодежи в среднем составляет 8,5 ч за ночь. Продолжительность ночного сна в 7,2-7,4 ч является недостаточной, а сон менее 6,5 ч в течение длительного времени может подорвать здоровье. Эффект «накопления нехватки сна» полностью исчезает уже после первого 10-часового периода «восстановительного» сна.

Потребность во сне

Обобщающая концепция о механизмах формирования медленного и быстрого сна



Анализ литературы позволяет взять за основу теорию сна П.К. Анохина, сформулировать семь основных положений.

Первое положение

Сон – это особое (кваситормозное) состояние коры обоих полушарий головного мозга, при котором сознание временно отсутствует, а двигательные, сенсорные и интеллектуальные системы мозга работают в режиме, принципиально отличном от состояния бодрствования. Благодаря такому состоянию коры больших полушарий реализуются все функции сна, в том числе восстановление функциональных резервов нейронов коры, окончательная обработка поступившей за период бодрствования информации, удовлетворение неудовлетворенных в процессе бодрствования ряда потребностей. Деятельность вегетативной системы принципиально не изменяется; она адекватно обеспечивает поддержание гомеостаза организма.

Второе положение



- В различных отделах головного мозга имеются скопления нейронов, возбуждение которых вызывает развитие сна. Эти скопления можно назвать **гипногенными центрами или центрами сна**. Они представляют собой своеобразные индикаторы (рецепторы) функционального состояния нейронов соответствующего отдела мозга. Среди этих гипногенных структур можно выделить как минимум три вида центров:
- а) обеспечивающие развитие медленного сна,
- б) обеспечивающие развитие быстрого сна,
- в) обеспечивающие смену медленного сна на быстрый и наоборот, т.е. организующие цикл сна.

● **Центры медленного сна:**

- передние отделы гипоталамуса (преоптические ядра)
- неспецифические ядра таламуса
- ядра срединного шва (серотонинергические нейроны)
- тормозный центр Дж. Морuzzi (средняя часть варолиева моста)

● **Центры быстрого сна:**

- голубое пятно (норадренергические нейроны)
- вестибулярные ядра продолговатого мозга
- верхнее двуххолмие среднего мозга
- ретикулярная формация среднего мозга (центры быстрых движений глаз)

● **Центры сна (медленного, быстрого):**

- ядро одиночного тракта
- хвостатое ядро
- базальный передний мозг (орбито-фронтальная область)
- ретикулярные структуры ствола мозга

● **Центры, регулирующие цикл сна:**

- голубое пятно (норадренергические нейроны)
- отдельные участки коры больших полушарий.

Третье положение



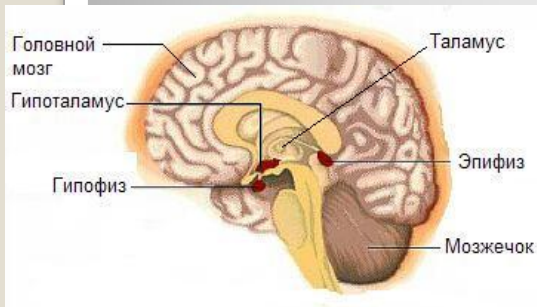
- В тех же самых отделах мозга, где сконцентрированы гипногенные структуры, находятся скопления нейронов, возбуждение которых вызывает активацию нейронов коры головного мозга (центры бодрствования).
- **Активирующие структуры (центры бодрствования)**
 - неспецифические ядра таламуса,
 - задние ядра гипоталамуса,
 - ретикулярная формация ствола мозга,
 - базальный передний мозг,
 - хвостатое ядро,
 - центральное серое околосредоводное вещество,
 - черная субстанция (дофаминергические нейроны)

Четвертое положение



- Функционирование механизмов, участвующих в развитии сна, можно представить (в соответствии с теорией П.К. Анохина) следующим образом.
- Активность всех центров сна (гипногенных центров мозга) в состоянии бодрствования подавлена под влиянием коры больших полушарий. Наиболее вероятно, что такой областью коры является передний базальный мозг (орбито-фронтальная область лобных долей каждого полушария). Эту область можно назвать как корковый контролирующий центр. При снижении функциональных возможностей нейронов коры больших полушарий (всех областей коры, включая и корковый контролирующий центр) тормозное влияние коры на гипногенные центры снимается, особенно на центры, ответственные за развитие медленного сна.
- Гипногенные центры, ответственные за формирование медленного сна (главным образом, это центры переднего гипоталамуса и ядра срединного шва), оказывают тормозное влияние на центры бодрствования (центры активирующей системы), что приводит к значительному снижению восходящего активирующего влияния на кору больших полушарий. Развивается сон. Углублению сна способствует снижение потока сенсорной информации.
- Спустя 60-80 минут за счет деятельности центра смены фаз сна, активируются центры быстрого сна, что вызывает все специфических изменения на ЭЭГ, в двигательной системе, включая быстрые движения глаз. При этом не исключается, что под влиянием центров быстрого сна частично происходит растормаживание центров бодрствования.
- По окончании первого цикла сна с участием центра смены фаз сна вновь возбуждаются центры медленного сна и тормозятся центры быстрого сна. Центры смены фаз, вероятно, содержат, как минимум, четыре типа нейронов, в том числе on- и off- нейроны медленного сна и on- и off-нейроны быстрого сна. С их участием и совершается регуляция цикла сна.
- По мере восстановления функционального состояния коры больших полушарий постепенно восстанавливается тормозное влияние коры больших полушарий (коркового контролирующего центра) на центры медленного сна и тем самым прекращается сон, наступает бодрствование. Этому способствует повышение сенсорной информации из внешней и внутренней среды (центры голода, центры мочеиспускания и дефекации и пр.).

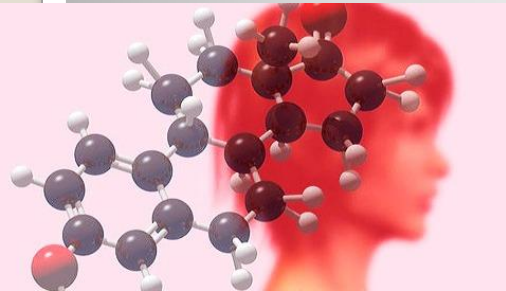
Пятое положение



- Формирование сна происходит на фоне биологически детерминированного околосуточного ритма «активности – покоя», в организации которого принимают участие:
- - **гипоталамус** (в том числе его супрахиазматическое ядро),
- - **эпифиз**,
- - **гипофиз** и
- - **надпочечники**.

- Поэтому при совпадении во времени развития сна и фазы покоя этого цикла деятельность указанных образований способствует формированию сна. В этом отношении особенно важна роль мелатонина, катехоламинов, гормона роста и глюкокортикоидов. Кроме того, эпифиз, за счет периодической (в ночное время) продукции мелатонина участвует наряду с гипно-генными центрами в регуляции цикла сна, т.е. в смене медленного и быстрого сна.

Шестое положение



- Многие гормоны и биологически активные вещества способны модулировать состояние центров сна и центров бодрствования. По характеру модуляции их можно разделить на две группы:
- 1) факторы, повышающие активность центров сна (**гипногенные факторы**). Примером гипногенных факторов является инсулин, секреция которого повышается при пищеварении.
- 2) факторы, снижающие активность центров сна (**антигипногенные факторы**). Примером антигипногенного фактора является тироксин, продукция которого возрастает при интенсивной умственной деятельности.
- Вот почему многие процессы, протекающие в организме человека, тем или иным образом отражаются на характере ночного сна.

Седьмое положение



- Патология сна может быть вызвана различными причинами, которые приводят к существенному нарушению деятельности центров сна и бодрствования.
- Среди этих причин особое место занимают изменения циркадного ритма «активности-покоя», а также продукции различных гормонов. Все это дает основание считать, что сон является интегральной характеристикой уровня здоровья человека.

Заключение

- Суммируя все эти данные, можно сказать, что:
- Сон представляет собой состояние, при котором гипногенные структуры мозга находятся в активном состоянии.
- Бодрствование – это состояние, при котором, с одной стороны, подавлена деятельность гипногенных структур, а с другой стороны – усилена деятельность центров, активирующих кору больших полушарий.
- Смена двух состояний бодрствования и сна является сложно рефлекторным процессом, в основе которого лежит комплекс безусловных хронобиологических рефлексов. Это комплекс можно рассматривать как один из вариантов реализации инстинктов самосохранения, а также созданных на базе этого инстинкта многочисленных условных рефлексов.

Спасибо за
внимание!
У меня все.

Литература

ЦИРКИН В.И. – Доктор медицинских наук, профессор
АЛИПОВ Н.Н. – «Основы медицинской физиологии»