

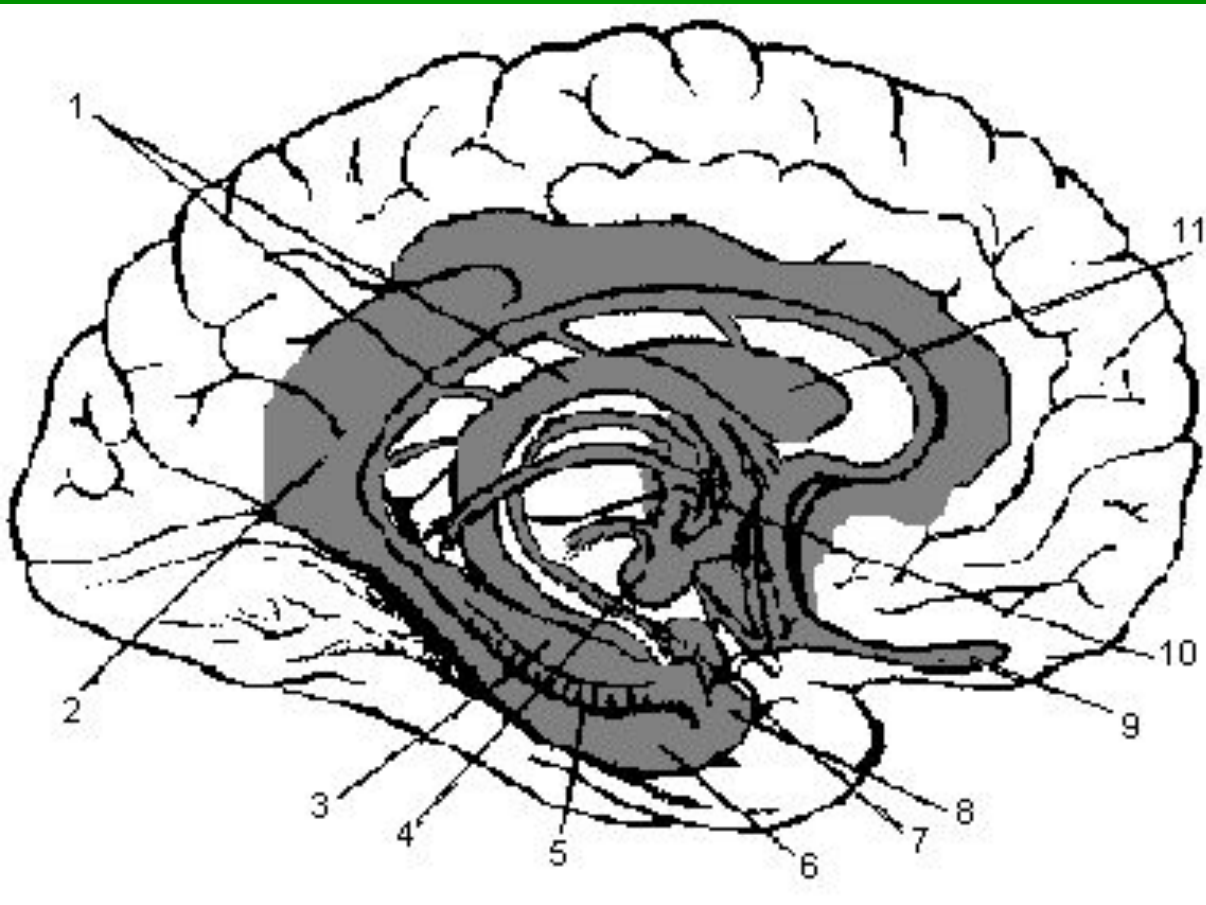
# Эмоции. Сон.

# Интегративные механизмы мозга (регуляторы функций самого мозга)



# Лимбическая система – нейронная основа

## ЭМОЦИЙ



- 1 - свод,
- 2 - миндалина и поясная извилина,
- 3 - гиппокамп,
- 4 - маммилярное тело,
- 5 - зубчатая извилина,
- 6 - парагиппокампова извилина,
- 7 - амигдалоидное тело,
- 8 - крючок,
- 9 - обонятельная луковица,
- 10 - передние ядра таламуса,
- 11 - мозолистое тело

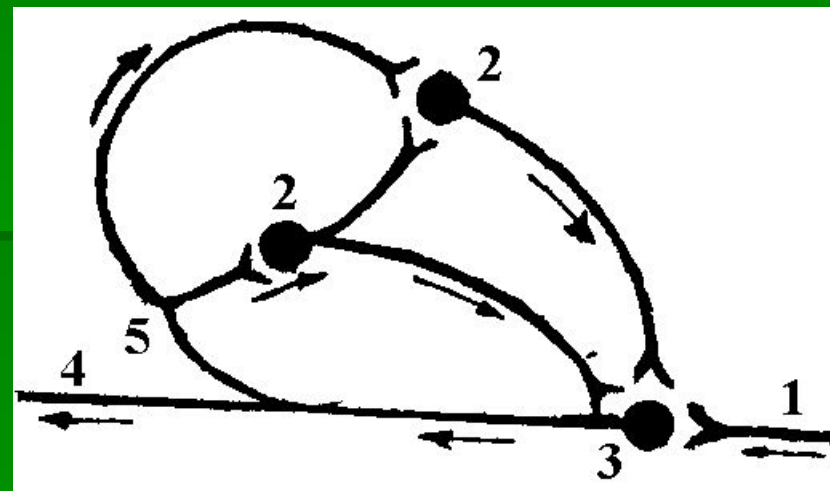
## Что такое эмоции?

- Еще одной формой регуляции функционального состояния мозга, а значит и всего организма, особенно при необходимости моментального реагирования на меняющиеся условия являются *эмоции*.
- К эмоциям относятся все аффективные состояния организма, в которых проявляется эффект отрицательных и положительных переживаний, начиная от тревоги и страха до любви и счастья.
- Эмоции чаще всего возникают при формировании и проявлении сложных форм взаимодействия организма с окружающей действительностью, особенно тех из них, которые обеспечиваются приобретенными механизмами мозга.

- **Эмоции возникают тогда, когда нет готовой нейронной программы выполнения какого-то поведенческого акта.**

# Функциональные отличия лимбика

- Важнейшей структурно-функциональной особенностью лимбической системы является наличие многочисленных замкнутых нейронных цепей, обеспечивающих *реверберацию* (длительную циркуляцию) возбуждения внутри образований ее.



# Функциональные отличия лимбики

- Длительная циркуляция возбуждения способствует:
  - а) формированию самих эмоций,
  - б) участию их в механизмах, обеспечивающих память.
- Возбуждение лимбической системы значительно облегчает процессы, как запоминания, так и воспоминания - в ЭТИХ процессах ведущую роль играет *гиппокамп*.

## Отличаются ли эмоции от мотиваций?

- Такие состояния ЦНС как мотивации (обеспечивающие проявление инстинктов) так же зачастую несут эмоциональную окраску.
- Хотя и имеется тесная связь мотиваций и эмоций, но это различные функциональные состояния организма. Об этом свидетельствует даже то, что возникновение их определяется различным нейронными структурами мозга.
- Однако наиболее часто эмоции сопровождают не врожденные механизмы деятельности ЦНС, а формирование приобретенных форм организации поведенческих реакций - *условные рефлексy и мышление.*





- Наиболее характерной чертой эмоций является их исключительность по отношению к другим состояниям и другим реакциям, которая заключается в *интегральности*: эмоции обеспечивают вовлечение всего организма, включая нервную систему, вегетативные органы, скелетные мышцы.
- И, что особенно важно, эмоции придают состоянию человека определенный тип переживания (состояние *аффекта*), который легко запоминается.

## Биологическая роль эмоций

- Эмоции, с одной стороны, производят почти моментальную интеграцию (объединение в единое целое) многих функций организма, а с другой - они сами по себе могут быть *сигналом* полезного или вредного воздействия на организм.
- Причем это происходит часто даже раньше, чем в ЦНС определится локализация воздействия и конкретный механизм ответной реакции организма.
- Именно это свойство организма оценивать благодаря эмоциям качество воздействия с помощью самого древнего и универсального критерия всего живого на Земле - *выживаемости*, и придало эмоциям универсальное значение в жизни организма.

## Эмоции как средство общения

- Внешнее проявление эмоций может служить одним из средств *общения* субъектов между собой, обеспечения видоспецифического поведения. Выполняемая в данном случае внешняя сигнальная роль (например, при ярости у собаки шерсть встает дыбом) служит предупреждением для других представителей как данного, так и другого вида.
- Звуки, возникающие при эмоциях стали предшественником речи!

# Положительные и отрицательные эмоции

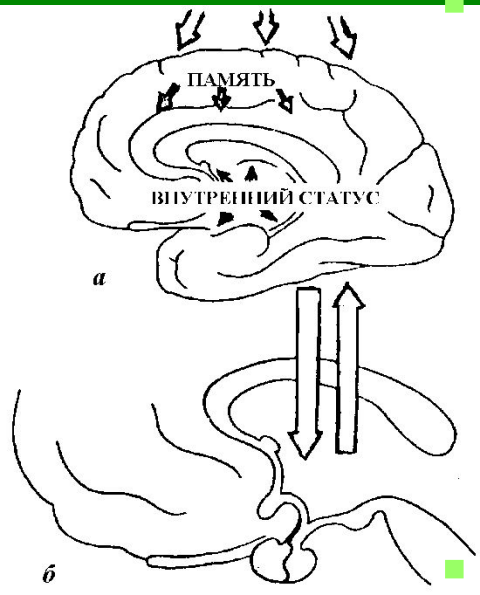
- Необходимо подчеркнуть еще два основных функциональных назначения эмоций. С одной стороны, они обеспечивают улучшение мобилизации внутренних ресурсов организма (гормональных, нервных, следов памяти, функцию внутренних органов, обмена веществ и т. п.) для адекватного ответа на действующий раздражитель. В данном случае эмоции выполняют *регуляторную* функцию, которая выражается в формировании активности, направленной на удовлетворение возникшей потребности, а также на усиление или прекращение действия возникшего раздражителя. Удовлетворение же исходной потребности (например, насыщение, избегание наказания) сопровождается **положительными** приятными эмоциональными переживаниями.
- В отличие от этого *неудовлетворенные потребности* организма так же сопровождается эмоцией, но она носит неприятный характер, например, эмоции страха, голода, жажды и др. – **отрицательные эмоции**.



## Поведенческий характер эмоций

- **Отрицательные эмоции** направлены на формирование такого поведения, которое устраняло бы неблагоприятное состояние организма, вызванное неудовлетворением потребности или воздействием вредоносного фактора. В связи с этим отрицательные эмоции служат основой быстрого запоминания ситуации, приводящей к их возникновению, и способствуют такой организации поведения, чтобы *избежать указанной ситуации*.
- В отличие от этого **положительные эмоции**, определяют такое состояние организма, которое характеризуется активным поведением, направленным на сохранение или даже усиление этого состояния. Одним из основных признаков положительного эмоционального состояния является его закрепляющее действие, санкционирующее полезный приспособительный результат данного действия. Поэтому они обеспечивают поведение *на возобновление этой ситуации*.

## Двойные связи лимбика со структурами ЦНС



Лимбическая система имеет широкие двусторонние связи с новой корой, особенно с височной и лобной областями ее. Лобные области новой коры регулируют деятельность самой лимбической системы. Именно через эти связи можно сознательно управлять возникновением или проявлением эмоций.

Примечательно, что ведущая роль в формировании эмоций принадлежит правому полушарию, где зарождаются отрицательные аффекты.

- Левое полушарие коры участвует в придании эмоциям положительной окраски. В то же время эмоциональное возбуждение лимбической системы оказывает соответствующее влияние на указанные отделы коры, стимулируя выполнение ими специфических функций.





## Связи лимбика и коры

- *Височные области* отвечают главным образом за передачу информации от зрительной, слуховой и соматосенсорной коры к миндалинам и гиппокампу, являющихся частью лимбической системы мозга. Клинические и экспериментальные данные свидетельствуют о важном значении этих взаимодействий в приобретении мотивационных поведенческих реакций организма. Вероятно, здесь происходит сопоставление наиболее важной сенсорной информации со следами ее в памяти.
- Необходимость мобилизовать активность сенсорных систем и памяти обеспечивается широкими контактами лимбической системы с *височно-теменными отделами*, то есть теми отделами коры, которые находятся ближе всего к корковым отделам анализаторных систем. В результате:
  - а) улучшается обработка поступающей информации,
  - б) происходит активный поиск этой информации, в) происходит поиск готовых программ для реализации поведенческой реакции.

# Обоняние и эмоции

- Большое значение в эмоциональной сфере играет *обонятельный мозг*, структуры которого входят в лимбическую систему.
- Возникновение многих эмоций, связанных с половыми рефлексам, настроением и т.п., может быть следствием афферентного возбуждения обонятельного анализатора. В настоящее время показано значение пахучих веществ, названных *феромонами*, в привлечении особи противоположного пола. Так, на обезьянах показано, половая активность самцов более значительна, если их допускают к самкам в период овуляции. Сигналом в данном случае является запах жирных кислот влагалищного секрета. Любопытно, что под влиянием такого запаха у женщин-подруг может происходить даже синхронизация их месячного цикла. Дети отдают предпочтение груди (рядом расположены подмышки, потовые железы которых так же активно продуцируют феромоны) своей матери, а не другой женщины.

## Стадии возникновения отрицательных эмоций

- Можно выделить 4 стадии проявления эмоций особенно характерных для отрицательных эмоций.
- *СН-I (состояние напряжения)* - состояние внимания, мобилизации органов и систем, обеспечивающих решение данной задачи. СН-I возникает при решении нешаблонной задачи, вставшей перед организмом.
- Если выход из создавшейся ситуации не найден, то напряжение возрастает, что приводит к появлению *стенической отрицательной* эмоции (гнев, негодование) и предельному напряжению органов и систем (*СН-II*).
- *СН-III - астеническая отрицательная* эмоция, возникает, если задача оказалась выше возможностей организма при максимальной мобилизации всех сил (ужас, тоска).
- Если безвыходность положения сохраняется, то может наступить IV стадия. *СН-IV - невроз*, представляющий собой заболевание, "полом" ряда регуляторных механизмов.

# Нейронная основа эмоций

- В лимбических структурах мозга общее число нейронов, возбуждение которых обеспечивает возникновение положительных эмоций больше, чем отрицательных (это экспериментально доказано, по крайней мере, для животных: так, у крыс это соотношение 7:1). Точки мозга, раздражение которых приводит к возникновению эмоциональных состояний для положительных и отрицательных эмоций чаще всего находятся рядом. Вероятно, поэтому человек достаточно легко переходит от смеха к слезам и наоборот.
- Эмоциональные зоны мозга содержат большое количество *катехоламинергических нейронов*.
- К появлению *положительных эмоций* причастен медиатор *норадреналин*, некоторых *отрицательных* - *серотонин*.
- В формировании эмоций участвуют также и *эндогенные опианты*, что создает предпосылки для появления пристрастия к морфию.

# Естественный сон

- Сон это особое состояние организма, которое характеризуется прекращением или значительным снижением двигательной активности, понижением функции анализаторов, снижением контакта с окружающей средой, более или менее полным отключением сознания.
- Продолжительность ночного сна индивидуальна (от 4 до 8 часов).

## Циркадианные (околосуточные) ритмы

- Вполне вероятно, что ведущими процессами, определяющими начало наступления сна, являются механизмы, регулирующие *циркадианные* (от англ. *circa* - около, *dies*- день), околосуточные *ритмы*.
- У человека обнаружено более 100 различных физиологических параметров, претерпевающих циклические колебания с периодикой около 24 часов. Одним из наиболее ярко выраженных ритмов является цикл «сон-бодрствование». Задателем многих ритмов являются "структуры-времяздатели", ритмичность функции которых запускается при рождении.
- Задают эти ритмы супрахиазмальные ядра.
- Показано, что смену фаз "сон-бодрствование" можно обнаружить и при полной изоляции от внешнего мира при нахождении в специальных камерах или естественных пещерах. Однако, при продолжительном пребывании в этих условиях "сутки" могут несколько изменяться, они, как правило, становятся несколько длиннее (около 25 часов), к тому же продолжительность ритма их не всегда равномерна.

## Сон и сенсорные системы

- В период сна резко понижена чувствительность сенсорных систем, что нарушает адекватную реакцию организма на внешние раздражители. Но в то же время спящий человек может проснуться при действии даже не столь сильных, но *важных для него раздражителей*. Так, мать мгновенно просыпается не только при плаче, но порой и при шевелении спящего ребенка, и в то же время она же может не слышать посторонних громких звуков.

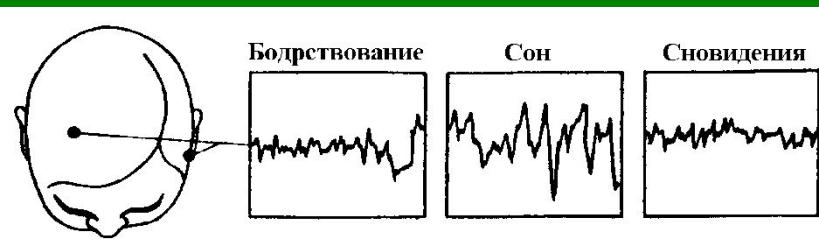
# ЭЭГ и периоды сна



- Изменения функциональной активности ЦНС и других систем организма, возникающие в период сна, зависят от его глубины. В настоящее время *глубину сна* подразделяют на несколько (до 4-5) фаз.
- Проще всего глубину сна определить по силе раздражителя, необходимой для пробуждения.
- По мере углубления сна наблюдаются фазные изменения ЭЭГ: *десинхронизированный*
- *$\beta$ -ритм* ЭЭГ бодрствующего человека постепенно становится все более медленным, синхронизированным, а при самом глубоком сне регистрируются *дельта( $\delta$ )-волны*.



- *Первая фаза сна* характеризуется появлением  $\alpha$ -ритма (который типичен для расслабленного бодрствования), скелетные мышцы еще напряжены, глаза двигаются.
- Переход во *вторую фазу* сопровождается появлением быстрой, мелкой, но нерегулярной активности ЭЭГ, которая прерывается появлением больших медленных волн. Мышечное напряжение значительно ниже, глаза неподвижны.
- Это момент истинного наступления сна. Через несколько минут волны ЭЭГ становятся еще большими и медленными с частотой 1-4 цикла/с - это дельта-волны, характерные для *третьей стадии*.
- Если  $\delta$ -волны занимают более 20% всего времени сна, то это означает *четвертую фазу* сна.
- В третью, а особенно в четвертую фазы сна скелетные мышцы расслаблены, глаза неподвижны. При этом доминирующей становится активность парасимпатической нервной системы, показателем чего является снижение частоты сокращений сердца, урежение дыхания, некоторое уменьшение температуры тела. Изменяется и гормональный статус.
- В эту фазу сна разбудить человека достаточно трудно. В связи с появлением на ЭЭГ медленных волн 3 и 4 фазы сна именуется *медленным сном*.



## Что такое парадоксальный сон?

- Время от времени, примерно через каждые 1,5 часа, медленный ритм ЭЭГ сменяется появлением высокочастотных, десинхронизированных волн, характерных для состояния бодрствования и засыпания ( $\alpha$ - и даже  $\beta$ -волны). Но при этом, как и в фазе глубокого сна, тонус периферических мышц значительно снижен. Однако на фоне общего снижения тонуса мышц могут появиться короткие подергивания мышц, особенно лицевых и, как правило, наблюдаются *быстрые движения глаз* (БДГ). Последнее настолько характерно, что это состояние получило название фаза с БДГ.
- Эта фаза сна еще именуется *парадоксальным сном*.
- Эта фаза продолжается в течение 15-20 минут, после чего сон вновь переходит в четвертую фазу.



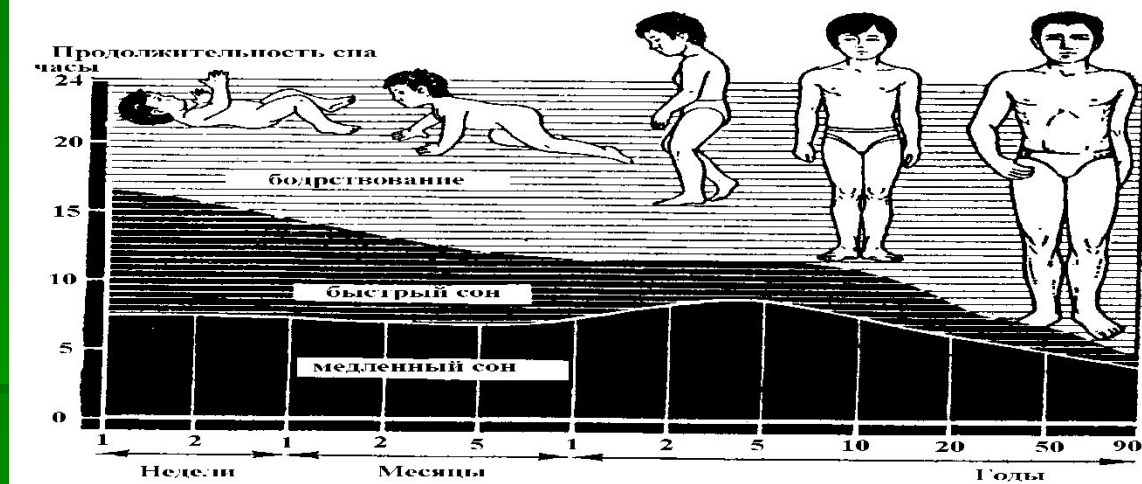
## ЭЭГрафия фазы БДГ

- Электроэнцефалографическое исследование показывает, что фаза быстрого сна характеризуется **активным состоянием коры больших полушарий**.
- Первые авторы, проводившие подобные исследования и обнаружившие фазу БДГ, посчитали, что лишение в течение длительного времени этой стадии сна (испытуемых будили при появлении соответствующих признаков) приводит к нарушению психики. Но в дальнейшем было показано, что никаких серьезных осложнений в этом плане нет, хотя после такой ночи испытуемый чувствует себя недостаточно отдохнувшим, у него наблюдается некоторая сонливость. Любопытно то, что если человека в течение ночи искусственно лишать парадоксального сна, то на следующую ночь эта ситуация будет компенсирована за счет удлинения его и уменьшения длительности периодов медленного сна.

## Сновидения и фаза БДГ

- Как правило, в фазу парадоксального сна человек видит сновидения - о чем можно узнать, если его разбудить. Однако сновидения не сопровождают только фазу парадоксального сна, несколько реже они появляются и в другие фазы. Таким образом, оснований считать, что БДГ является следствием сновидений нет, так как их удается обнаружить, например, у плодов, у слепых новорожденных, анэнцефалов.

# Онтогенез фаз БДГ

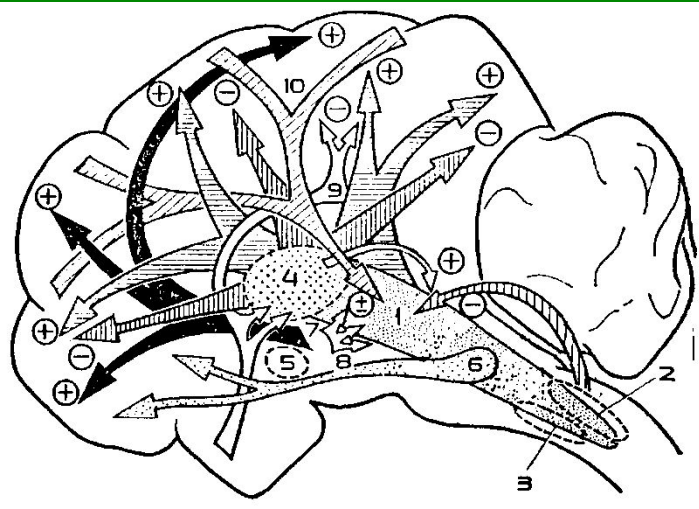


- У взрослого человека фаза быстрого сна за ночь появляется 4-5 раз, с периодичностью примерно через каждые 90 минут (рис. 183). Начиная с возраста 5-9 лет, суммарная продолжительность фазы с БДГ составляет 20% всего периода сна, то есть в среднем за ночь около полутора часов. У детей более младшего возраста она намного длиннее, так что у новорожденных может составлять до 50% их более продолжительного сна.
- Если человек спит лишь 3-4 часа, то и в этом случае у него сохраняется суммарная полутора часовая продолжительность парадоксального сна.
- Продолжительность этой фазы несколько возрастает и тогда, когда человек начинает вести образ жизни, требующий более активной работы мозга.

## Когда в эволюции появился «первосон»?

- Не исключено, что циркадианный ритм сон-бодрствование млекопитающим достался в наследство от древнейших предков - рептилий, которые не имели механизмов терморегуляции. Вследствие этого они с наступлением темноты и похолодания впадают в "спячку" - гипотермическую неподвижность. Более низкая ночная температура, вызывая снижение активности обменных процессов в клетках ЦНС, естественно приводит к угнетению ее активности. Не исключено, что млекопитающие, получившие "в наследство" этот "первосон", трансформировали его в то состояние, которое и является истинным физиологическим сном. Гипотеза о связи сна с нашими далекими предками не лишена оснований, так как, во-первых, образования ствола мозга эволюционно мало изменились, а, во-вторых, именно здесь располагаются нейроны, которые можно отнести к центрам сна.

## Центры сна



- В многочисленных экспериментах было показано, что сон вызывается при раздражении ряда отделов мозга.
- Поэтому в настоящее время ведущими становятся гипотезы о сне, как об активном процессе. В основе их лежат представления о комплексности взаимодействия многих отделов мозга, регулирующих активность ЦНС и определяющих состояние сна или бодрствования (рис.).

# Центры сна

- Отделы гипоталамуса, регулирующие циркадианную периодику связаны с другими нейронными структурами мозга, которые регулируют сон (их как минимум три). Так, в стволе мозга выделяют:
  - а) центр Гесса,
  - б) в структурах одиночного тракта (голубое пятно) имеются нейроны, проявляющие свою активность в период сна,
  - в) такие же нейроны имеются и в стволовых отделах ретикулярной формации мозга (центр Моруци).



- Ритмическая активность нейронов, расположенных в центре Гесса, способствует *засыпанию* с развитием фазы медленного сна. Медиатором данных нейронов является *серотонин*. Волокна этой области имеют широкое представительство как в неокортексе, так и в таламусе, гипоталамусе и лимбической системе. Серотонинергические волокна активно угнетают все указанные структуры мозга. В результате их воздействия и прекращается тонизирующее влияние указанных отделов мозга на кору.
- Возбуждение *норадренергических нейронов голубого пятна*, находящегося в мосту, приводит к появлению *парадоксального сна*, наступающего только после фазы медленного сна. При этом, по-видимому, под влиянием ретикулярной формации таламуса активируются различные отделы ЦНС, вплоть до коры больших полушарий. Но эта активность существенно отличается от той, которая происходит во время бодрствования. Она:
  - а) *несколько "хаотична"*,
  - б) *не включает активность сенсорных механизмов.*

## (продолжение)

- Вместе с ядрами шва в регуляции сна участвует ряд структур *одиночного тракта*. В эксперименте показано, что в период медленной фазы сна в отделах, обеспечивающих передачу афферентации от таламуса к коре, наблюдается появление своеобразной импульсной активности, которая оказывает тормозящее влияние на нормальное поступление информации из внешней среды и ее обработку на указанном уровне. Этими влияниями обусловлено резкое *снижение сенсорных контактов спящего человека*.

## Как происходит просыпание

- Электрическое раздражение области стволовых отделов ретикулярной формации мозга (*центр Морuzzi*) приводит к просыпанию.
- У спящего человека к утру постепенно повышается чувствительность нейронов ретикулярной формации к приходящим афферентным импульсам. Одновременно с этим торможение ретикулярной формации со стороны серотонинергических нейронов голубого пятна снижается.
- В результате такой "суммации" восстанавливается тонизирующее влияние ретикулярной формации на кору больших полушарий, что и является непосредственной причиной пробуждения от сна.
- В свою очередь благодаря положительным обратным связям сама "пробуждающаяся" кора начинает повышать возбуждение ретикулярной формации. Постепенное повышение активности сенсорных путей приводит к полному восстановлению афферентного возбуждения ретикулярной формации со стороны сенсорных систем. В результате во всех структурах ЦНС постепенно восстанавливается то состояние, которое характерно для бодрствования.

## Гуморальные механизмы сна (немедиаторные)

- Таких субстанций, введение которых вызывает состояние, сходное со сном, к настоящему времени обнаружено несколько. Так, из мозга и мочи животных, лишавшихся сна, выделен *фактор S* (от англ. sleep - сон), являющийся низкомолекулярным пептидом. При введении животному он вызывает картину, сходную с медленным сном. При длительной электрической стимуляции мозга, то есть продолжительной высокой его активности, из него был идентифицирован полипептид, названный *DSIP* (от англ. delta sleep inducing peptide - пептид, вызывающий дельта-сон), который увеличивает продолжительность медленного сна.
- В различных исследовательских центрах выделяли и другие соединения, претендующие на "вещество сна". Большинство из них можно обнаружить и в других органах, где они оказывают свое влияние на состояние сосудов или другие процессы. К таким соединениям относятся, например, *интерлейкин-1*, *простагландин D2*, *ВИП*. Они, по-видимому, являются модуляторами нейронной активности центров сна. Вероятно поэтому при состояниях, когда образование указанных веществ возрастает (например, при заболеваниях, после принятия пищи) появляется сонливость.



# Сон и отдых организма и ЦНС

- Сон это особое состояние мозга, при котором происходящие процессы захватывают как нервную систему, так и другие системы организма. Сон не является пассивным состоянием необходимым лишь для *отдыха*. Несомненно, что в период сна проявляется и такое его влияние. Повышение активности парасимпатического отдела, увеличение образования анаболических гормонов на фоне снижения катаболических (усиливается синтез гормона роста, пролактин, а образование тиреотропина, АКТГ, кортизола, напротив, снижается), создают благоприятный фон для восстановления утомленного за день человека. В результате усиливается активность синтетических процессов, что является одним из основных механизмов, обеспечивающих отдых. Но для этой функции, скорее всего, требуется относительно немного времени: особенно ярко проявляется это во время дневного сна, когда достаточно 10-15 минут сна, причем даже и не очень глубокого, чтобы человек почувствовал себя значительно активнее и у него повысилась работоспособность.

**(продолжение)**

- Кроме того, вполне вероятно, что сон служит для *восстановления баланса — соотношения между отдельными структурами ЦНС* (своеобразное приведение их функционального состояния к "нулю"). В период бодрствования, в связи с тем, что часть отделов мозга функционировала более, другие менее активно, может постепенно накапливаться структурно-функциональное рассогласование между ними.

# Физиологическое (на)значение фазы БДГ

- Наиболее важно то, что во время сна в мозге происходят процессы, обеспечивающие его *развитие, запоминание полученной днем информации, упорядочивание ее.*
- Полагают, что особенно в период фазы БДГ клетки мозга, освобожденные от поступающих периферических раздражителей, занимаются переработкой и запоминанием информации, поступившей в мозг в период бодрствования. А для этого кора больших полушарий должна находиться в активном состоянии, о чем свидетельствует  $\alpha$ - и  $\beta$ -ритм ЭЭГ.
- Показателем активного состояния мозга являются сновидения. Эта активность поддерживается интенсивной восходящей импульсацией из структур ретикулярной формации, от соответствующего уровня в нейронах ствола моноаминергических медиаторов - *серотонина и норадреналина*, снижение уровня которых приводит к *бессоннице.*