**ФИЗИОЛОГИЯ ПАМЯТИ**

На прошлой лекции мы рассмотрели проблему приобретения

индивидуального опыта,т.е. проблему обучения.Процесс обучения

неразрывно связан с памятью.Под памятью понимают свойство жи-

вых систем,в частности,ЦНС,воспринимать,фиксировать ,хранить

и воспроизводить следы ранее действующих раздражителей.Память

характерна не только для ЦНС;существует генетическая память

,иммунная память.Нервная память,осуществляемая ЦНС,характери-

зуется тем,что хранение информации о прошедших событиях внеш-

него мира и об ответных реакциях организма на эти события

используется организмом для построения модели текущего или

будущего поведения."Запись" информации,которая хранится в ЦНС

,получила название энграммы.Слово "запись"употребляется здесь

весьма условно.Поступление и записывание информации в мозге

существенно отличается от аналогичных процессов в ЭВМ.Для то-

го , чтобы понять наиболее важные различия этих двух про-

цессов,рассмотрим простые примеры.Во-первых ,хорошо извест-

но,что короткий список не связанных друг с другом слов запом-

нить легче,чем длинный.Это банальное утверждение свидетельст-

вует о том,что у человека образование памяти не аналогично

сбору информации на магнитной ленте или в электронном блоке

машины,когда процесс накопления информации продолжается до

тех пор,пока не прекращается внешний "ввод" или не исчерпыва-

ется информационная емкость.Второй важный пример заключается

в том,что мы запоминаем не столько подробности,сколько

суть,наиболее общие положения,а затем из центров речи извле-

каются необходимые слова.В этом отношении память человека

также значительно отличается от электронной.Мозг человека от-

бирает,сортирует и хранит лишь наиболее важную,общую информа-

цию,т.е. память человека селективна,тогда как ЭВМ хранит без

разбора всю введенную информацию.Таким образом,важнейшей ха-

рактеристикой памяти является ее избирательность.Свойство из-

бирательности,равно как и свойство забывания,позволяют мозгу

не быть "затопленным" потоком непрерывно поступающих сигна-

лов,позволяет избежать своего рода "информационной катастро-

фы".Проиллюстрируем сказанное.

Специальными методами рассчитано,что информационная ем-

кость человеческого мозга равна приблизительно 3х10 в 8 сте-

пени бит.Поток сознательно воспринимаемой информации от всех

сенсорных систем в среднем составляет 20 бит/с (варьирует от

40 бит/с при чтении до 3 бит/с при счете).Таким образом ,при

бодрствовании около 16 часов в сутки и продолжительности жиз-

ни 70 лет общее поступление информации в мозг составит около

3х10 в 10 степени бит,что в 100 раз превышает информационную

емкость мозга.Отсюда следует,что храниться в мозге может не

более 1% от общего потока информации,т.е. в долговременную

память отбирается,прежде всего,наиболее важная информа-

ция,например,та,которая имеет значение для выживания индиви-

дуума и т.д.

Каким же образом осуществляется отбор той информации в

значительной степени выполняет такая важная физиологическая и

психологическая реакция как внимание.В отличие от ориентиро-

вочного рефлекса "Что такое?",цель которого - неспецифическое

повышение возбудимости ЦНС для лучшего восприятия любой

сенсорной информации,реакция внимания - это один из механиз-

мов устранения избыточности сенсорного потока,избирательного

подавления многих сенсорных входов .

Разберем сравнительную характеристику ориентировочного

рефлекса и реакции внимания.

Ориентировочный рефлекс. Внимание.

1. Обеспечивает наилучшее 1. Обеспечивает отбор и наи-

восприятие любых сенсорных лучшее восприятие опреде-

стимулов. ленных стимулов и подавле-

ние восприятия других.

2. Увеличивает общий поток 2. Увеличивает поступление в

сенсорной информации,пос- мозг лишь важной в данный

тупающей в мозг. момент информации, ограни-

чивая поступление "шумов".

3. Механизмы торможения при 3. Механизмы торможения иг-

первичном действии стиму- рают важную роль "фильтра"

ла не характерны. при первичном действии

стимула.

4. Замыкается преимущест- 4. Реализуется с участием РФ

венно в РФ ствола мозга. ядер таламуса , структур

лимбической системы и КБП.

5. Активирует диффузно всю 5. Обеспечивает более изби-

кору. рательную активацию опре-

деленных зон коры.

При многократном повторении действия одного и того же

стимула ориентировочный рефлекс и реакция внимания тормо-

зятся,развивается привыкание ,в результате которого ЦНС прак-

тически не реагирует на данный раздражитель.Угасание реакции

на повторяющийся раздражитель является важным механизмом от-

бора информации для запоминания.Установлено,что не но-

вая,несколько раз повторяющаяся информация,очень плохо запо-

минается.В качестве примера можно привести степень запоминае-

мости такой темы как "Органы чувств" после прохождения ее на

анатомии,гистологии и физиологии.Результат такого изучения

известен .Итак,какую же информацию мозг хорошо запоминает?По

крайней мере,она должна удовлетворять двум требованиям:быть

новой и быть для человека значимой (интересной).Проанализиру-

ем,какие структуры мозга оценивают эти характеристики инфор-

мации.Прежде всего,необходимо учитывать то обстоятельство,что

оценка текущей информации дается на основе уже имеющейся,при-

обретенной в результате предшествующего обучения или опы-

та,при этом происходит извлечение хранящейся в памяти инфор-

мации и сопоставление прошлого опыта с настоящим.Можно счи-

тать,что в оценке новизны и значимости поступающей информации

участвуют практически все интегративные структуры мозга:преж-

де всего,ассоциативные зоны коры,сенсорные зоны,лимбическая

система,гипоталамус,таламус,РФ ствола мозга.Наиболее значимая

информация отбирается для длительного хранения,т.е. перево-

дится в долговременную память.Данная функция осуществля-

ется,прежде всего,с участием нейронных структур гиппокампа.

Разберем классификацию различных видов памяти.Выделяют

следующие виды памяти:

1. эмоциональную память (одну из самых длительных)

2. двигательную или моторную память ( автоматизированные

двигательные навыки)

3. словесно-логическую память

По временному признаку различают :

Кратковременная Долговременная

сенсорная первичная вторичная третичная

память память память память

стимул (до 1с.) (неск.секунд) ( мин.-годы) (вся жизнь)

стирание вытеснение забывание забывания

новой инфор- от неисполь- не проис-

мацией зования ходит

Образование любого вида памяти характеризуется следующей

последовательностью событий :

1. - сортировка и выделение новой информации,

2. - формирование энграммы,

3. - долговременное хранение значимой для организма ин-

формации,

4. - извлечение и воспроизведение хранимой информации.

Отбор информации осуществляется благодаря реакции внима-

ния,рассмотренной ранее.Остановимся теперь более подробно на

механизмах формирования энграммы.

Важный вклад в создание современной теории памяти внес

канадский физиолог Хебб.Он предположил,что внешний стимул

сразу приводит к образованию лабильного следа памяти в моз-

ге,который вскоре исчезает.Переход информации в долговремен-

ную память связан со стабильными структурно-функциональными

изменениями в нейронах.Доказательствами такой двойственности

механизмов памяти служат результаты опытов с применением

электрошока.Действие на мозг электрического импульса в 120 В

и 120 mА в течение 1 с.приводит к развитию судорог,потере

сознания и последующей потере памяти на события,не-

посредственно предшествовавшие электрошоку.Развивается т.н.

ретроградная амнезия ,при которой утрачивается память только

на события в течение лишь нескольких секунд перед воздейству-

ет,память же на более давние события,напротив,не страдает и

хорошо сохраняется.Это говорит о том,что кратковременная и

долговременная память используют различные механизмы фиксации

информации.

Итак ,механизмы кратковременной памяти.Основой для гипо-

тезы о функциональном механизме кратковременной памяти послу-

жили морфологические данные Форбса и Лоренте де Но ,которые

детально описали замкнутые нейронные цепи на всех уровнях

ЦНС.Ряд физиологов,в частности ,Рашевски,на основании этих

морфологических данных создал модель памяти.Согласно этой мо-

дели,импульсы от сенсорных путей попадают в замкнутые нейрон-

ные сети ,где длительное время они циркулируют ( ревербериру-

ют) без какого-либо дополнительного подкрепления.Эти самости-

мулируемые замкнутые цепи,в которых реверберирует поток им-

пульсов,являются основой кратковременной памяти,Изобразим

схематически одну из таких нейронных цепей-ловушек.

Механизмы долговременной памяти связаны со структурными

изменениями в нейронах.Можно выделить несколько нейрохими-

ческих механизмов,связанных с образованием,консолидацией и

хранением энграмм.

Важная роль в образовании устойчивых временных связей (

обучении ) принадлежит повышению эффективности синаптической

передачи.Некоторые пути повышения проводимости синапсов мы

обсудили ранее.Остановимся более подробно на функции т.н. ин-

формационных молекул.

В 50-ых годах шведский исследователь Хиден установил

тесную связь между степенью выработки двигательных навыков и

содержанием РНК в нейронах соответствующих моторных центров.В

ходе обучения содержание РНК в нейронах заметно повыша-

лось.Хиден обнаружил,что нейроны - самые активные продуценты

РНК в организме.В одном нейроне содержание РНК может коле-

баться от 20 до 20 000 пикограмм,причем ,нейроны,содержащие

наибольшее количество РНК ,оказывались ответственными за хра-

нение большого объема информации.На основании этих данных Хи-

ден высказал предположение,что именно молекула РНК является

главным нейрохимическим субстратом памяти.

Гипотезу Хидена развил Мак-Коннелл.Им были выполнены

знаменитые опыты на белых червях - планариях по "переносу па-

мяти".У планарий вырабатывали условный рефлекс избегания све-

та.Для этого их подвергали действию электрического тока,если

они попадали в освещенный участок специально сконструирован-

ной камеры.После выработки устойчивого навыка избегания света

планарий умерщвляли,размельчали и затем скармливали порошок

"обученных" планарий необученным.После этого у необученных

планарий появлялся навык избегания света.Однако,если порошок

" обученных" червей предварительно обрабатывали раствором

РНК-азы,а затем скармливали его другим необученным планари-

ям,то у них навык избегания света не появлялся.

Из результатов этих опытов Мак-Коннелл делал вывод о том

,что молекула РНК,являясь носителем информации в ЦНС,способна

передавать память на конкретные события.

Опыты Мак-Коннелла неоднократно пытались воспроизвести

многие исследователи.Результаты чаще не повторялись,одна-

ко,несомненно,что существует некая связь между накоплением

информации в нейронах и повышением в них содержания РНК.

Американский физиолог Унгар связывал хранение информации

в ЦНС с функцией целого ряда пептидов и белков.Он открыл,вы-

делил из мозга крыс и расшифровал структуру одного такого

нейропептида - скотофобина,состоящего из 15 аминокислот.Для

того ,чтобы отличить вновь синтезируемый при обучении пептид

от множества других,имеющихся в мозге ,Унгар вырабатывал у

крыс неестественный для них условный рефлекс - избегания тем-

ноты,Крыса ,как ночное животное,в норме избегает света и

стремится в экспериментальном открытом поле скрыться в ка-

кую-либо затемненную норку.Но как только она забиралась в

темную норку,она получала удар тока.В конце концов такая

крыса приучалась избегать темноты ,чем существенно отличалась

от своих сородичей,лишенных данного навыка.Из мозга обученных

крыс Унгар выделил особый пептид ( скотофобин : скотос - тем-

нота,фобия - страх),который никогда не встречался в мозге

нормальных животных.Однако вскоре выяснилось.что и скотофобин

не явился той молекулой памяти ,которая была бы способна за-

писывать ту или иную конкретную информацию.По своей структуре

скотофобин оказался похож на молекулу АКТГ,которая также об-

ладала способностью улучшать формирование памяти,но не явля-

лась специфичной ни для одного навыка.

В последние годы был открыт еще ряд веществ,влияющих на

образование и консолидацию энграммы.В частности,белки -100 и

14-3-2. Белок -100 взаимодействует с системой сократительных

белков и системой транспорта кальция в нейронах и глиальных

клетках ,а белок 14-3-2 участвует в процессах гликолиза в

нервных клетках.Установлено,что при различных видах обучения

количество этих белков в нейронах коры и гиппокампа значи-

тельно возрастает.

Некоторые гормоны также способны влиять на процессы фор-

мирования памяти.Так,вазопрессин улучшает обучение и консоли-

дацию следов памяти,а окситоцин,напротив,вызывает забывание

той или иной информации,амнезию.Эндорфины и энкефалины ухуд-

шают формирование условных рефлексов и запоминание,но улучша-

ют хранение уже имеющейся информации.

Имеется обширный экспериментальный и клинический матери-

ал об участии классических нейромедиаторных систем в механиз-

мах обучения и памяти,он изложен в специальной литературе.В

последние годы большое значение придается ГАМК-ергическим ме-

ханизмам в процессах памяти.ГАМК и ее аналоги существенно

улучшают обучение ,образование энграммы,улучшают воспроизве-

дение хранящейся информации.Это используется ,в частности,в

клинике.Для улучшения ряда интеллектуальных процессов исполь-

зуется аналог ГАМК - ноотропил.

В настоящее время лучше всего изучены проблемы хранения

информации в нейронах .Вопрос о том,каким образом происходит

"считывание" записанной информации,т.е.т как осуществляется

извлечение из памяти и воспроизведение той или иной информа-

ции,остается открытым.Можно лишь констатировать,что воспроиз-

ведение информации - активный процесс,затрагивающий те же

структуры мозга,что и реакция внимания,и его осуществление

сопряжено иногда со значительными умственными усилиями.

ФИЗИОЛОГИЯ СНА.

Сон - это особое состояние организма,характеризующееся

угнетением или даже "отключением" сознания,снижением всех ви-

дов чувствительности и общей двигательной активности.

Цикл сна-бодрствования является наиболее характерным

проявлением циркадианных биологических ритмов,свойственным

всем живым организмам.Циркадианные (околосуточные) биоритмы

связаны с периодом вращения Земли вокруг своей оси,период

этих ритмов ,таким образом,приблизительно равен 24 часам.Дол-

гое время полагали,что суточные ритмы являются лишь пассивным

отражением в деятельности живых организмов смены дня и но-

чи.Однако эксперименты,проведенные французом Мишелем Сифф-

ром,доказали существование эндогенных суточных ритмов в усло-

виях отсутствия внешних задатчиков времени,т.е. отсутствия

смены дня и ночи,в пещере.Сиффр провел в пещере,куда не про-

никал естественный свет,около 6 месяцев .Он регистрировал

каждый цикл - сон-бодрствование как 1 сутки.Результаты пока-

зали,что "сутки" Сиффра были несколько длиннее,чем 24 часа,но

они оставались в среднем в пределах 26-28 часов.Эти данные

свидетельствуют о том,что в ЦНС существует эндогенные задат-

чики (осцилляторы,водители ритмов) суточных ритмов.Роль эндо-

генных биологических часов у некоторых животных выполняет

эпифиз,у млекопитающих - супрахиазменные ядра гипотала-

муса,контролирующие смену цикла сон-бодрствование,температуру

кожи и уровень соматотропного гормона в крови.Возможно ,су-

ществуют и другие водители ритмов,однако их локализация в

мозге ока не установлена.В нормальных условиях эндогенные ос-

цилляторы суточных биоритмов взаимодействуют с внешними сре-

довыми сигналами,такими как внешнее естественное освещение )

наиболее важный),температура окружающей среды,время кормле-

ния.У человека существует еще один,очень важный внешний за-

датчик суточного ритма - будильник.

Итак , в цикле сон-бодрствование особое внимание иссле-

дователей всегда привлекал сон.Лишение (депривация) сна при-

водит на 10-15 сутки к гибели животных,т.е. сон является жиз-

ненно важной потребностью животных и человека.

Различают несколько стадий сна в зависимости от характе-

ра ЭЭГ .

1 фаза - бодрствование при расслабленном состоянии,на

ЭЭГ преобладает альфа-ритм ( 8-13 Гц.,50 мкв)

2 фаза - засыпание .Альфа-ритм подавляются тета-волны

(4-8 Гц.,150 мкв).Характерны т.н. веретена частотой 12-14 Гц.

3 фаза - неглубокий сон,на ЭЭГ наблюдается дальнейшее

снижение частоты ритма,вплоть до появления дельта-ритма (

0,5-3,5 Гц.,250-300 мкв)

4 фаза - умеренно глубокий сон.Дельта-волны и К-комп-

лексы.

5 фаза - глубокий сон,характерен дельта-ритм

6 фаза - парадоксальный сон,на ЭЭГ - бета-ритм , как в

состоянии бодрствования ( частота свыше 13 Гц.,25 мкV).

Длительность цикла П фаза - парадоксальный сон в среднем

составляет около 90 минут, за ночь происходит 3-5 кратное че-

редование этих циклов,причем длительность фазы парадоксально-

го сна в общей структуре сна составляет у взрослого человека

около 20-25 %.у младенца она равна 60 %.

Наиболее важным является разделение сна на ортодоксаль-

ный или медленный (дельта-сон) и парадоксальный или быстрый

сон,при котором на ЭЭг регистрируется бета-ритм,как в состоя-

нии бодрствования.Основные отличия этих двух фаз сна состоят

в следующем.Во время медленного сна у человека замедляется

пульс,снижается АД,урежается дыхание ,розовеет кожа,скелетные

мышцы находятся в определенном тонусе,который ниже по сравне-

нию с уровнем бодрствования,но тем не менее выражен.На ЭЭГ

регистрируется бета-ритм.Сон в эту фазу наиболее глубок.Как

правило,человеку в фазу медленного сна не снятся сны.Во время

парадоксального (быстрого) сна,когда на ЭЭГ регистрируется

бета-ритм,вегетативные функции организма значительно изменя-

ются:учащается дыхание,пульс,повышается АД.Скелетные мыш-

цы,напротив,находятся в состоянии максимального расслабле-

ния,атонии,на этом фона отмечаются их подергивания.Наиболее

характерной чертой быстрого сна являются быстрые движения

глазных яблок,поэтому в литературе эту стадию сна называют

БДГ -сон (быстрые движения глаз - сон).Если разбудить челове-

ка в фазу быстрого сна,он скажет,что ему снился сон.За состо-

яние медленного и быстрого сна отвечают разные структуры моз-

га.Так ,серотонинергические нейроны ядер шва продолговатого

мозга отвечают за возникновение дельта-сна.Норадренергические

нейроны голубого пятна продолговатого мозга и нейроны РФ

среднего мозга выступают как антагонистическая система,от-

ветственная за возникновение быстрого сна и состояние

бодрствования.Кроме нервных механизмов,регулирующих стадию

дельта-сна,существует ряд нейрохимических факторов,обладающих

гипногенным действием.К ним относятся фактор,накапливающийся

в мозге при бодрствовании и расходующийся при дельта-сне .Од-

ним из наиболее важных гуморальных факторов является пептид

дельта-сна. ПДС состоит из 9 аминокислот,введение его живот-

ным вызывает сон,преимущественно дельта-сон. ПДС оказывал в

экспериментах выраженное антистрессорное действие,увеличивал

резистентность к опухолям,нормализовал функции иммунной

системы.У человека введение ПДС существенно улучшало сон при

его нарушениях.Существует также ряд веществ,препятствующих

развитию сна.К ним относят ангиотензин-11 и тиреотропный гор-

мон.

Физиологическая роль сна и его отдельных стадий до конца

не определена. Значение сна можно свести к трем основным его

функциям:

1) компенсаторно-восстановительной

2) информационной

3) психодинамической и антистрессорной.

Во сне происходит восстановление энергетических и пласти-

ческих субстратов,израсходованных в течение активного

бодрствования.В определенной степени это связано с преоблада-

нием тонуса блуждающего нерва,увеличением секреции СТГ и т.д.

В течение сна происходит восстановление запасов катехоламинов

в нейронах ЦНС,снижается интенсивность функционирования неко-

торых органов ( сердце и др.),происходит расслабление скелет-

ной мускулатуры.Все это позволяет оговорить о компенсатор-

но-восстановительной роли сна.Информационная функция сна свя-

зана,прежде всего ,с фазой быстрого сна.Именно в эту фазу ЦНС

осуществляет сортировку и оценку информации,поступившей в пе-

риод бодрствования:значительная часть информации отбрасыва-

ется,происходит ее забывание или т.н. "негативное обуче-

ние":часть информации (наиболее важная),наоборот,переходит в

долговременную память.Во время быстрого сна человек видит

различные сновидения,которые могут выполнять,в определенной

мере,функцию психологической защиты.Во сне происходит "осу-

ществление"нереализованных желаний и,таким образом,частичная

нейтрализация отрицательных эмоций.Во время сна может прихо-

дить неожиданное решение какого-либо вопроса,никак не решав-

шегося в состоянии бодрствования (например,сны Кекуле или

Менделеева ).Все это можно отнести к т.н. психодинамической

функции сна.Адаптационная,антистрессорная функция сна связана

с фазой дельта-сна.Установлено ,что любое увеличение физи-

ческой,умственной или эмоциональной активности отражается в

первую очередь на продолжительности дельта-сна.Избирательное

лишение дельта-сна, как правило, переносится испытуемыми зна-

чительно тяжелее,чем быстрого сна,при этом у них развиваются

типичные признаки стресса.Таким образом,дельта-сон представ-

ляет собой механизм неспецифической адаптации,нейтрализующий

негативные последствия различных стрессорных воздействий.

\_Теории сна.

В начале 20-го века французские исследователи Лежандр и

Пьерон сформулировали гуморальную теорию сна или теорию гип-

нотоксина.Согласно этой теории,при бодрствовании в крови и

ликворе накапливаются какие-то токсические вещества,которые

вызывают сон,их назвали гипнотоксины.Эти исследователи полу-

чали экстракт из мозга собак,лишенных сна в течение 11 су-

ток,и затем вводили его в/в выспавшимся собакам,которые сразу

же впадали в глубокий сон.Однако ряд наблюдений над сросши-

мися близнецами с общей системой кровообращения опроверг эту

теорию.Так ,было отмечено,что когда один близнец спал,второй

может бодрствовать.Таким образом,в первоначальном виде теория

гипнотоксина не подтвердилась.

Согласно теории Павлова И.П.,сон представляет собой про-

цесс разлитого торможения коры.По Павлову ,различают два вида

сна: пассивный сон и активный сон.Пассивный сон наступает при

прекращении поступления афферентной импульсации практически

от всех сенсорных систем,т.е. при сенсорной депривации.Актив-

ный сон,напротив,представляет собой процесс внутреннего тор-

можения,развивающийся в коре в результате длительной выработ-

ки условных рефлексов,их дифференцировки и т.д.

Швейцарский физиолог Гесс выдвинул подкорковую теорию

сна.Он установил,что раздражение вентромедиального гипотала-

муса электрическим током приводит к наступлению сна даже у

выспавшихся животных.Результаты этих опытов позволили ему

рассматривать вентромедиальный гипоталамус как центр

сна.Другие исследователи, Мэгун и Моруцци обнаружили,что

раздражение РФ ствола вызывало реакцию пробуждения.Таким об-

разом,установлено,что в ЦНС существуют две функционально про-

тиводействующие системы, ответственные за состояние сна и

бодрствования.

П.К.Анохин объединил все эти данные в единую теорию сна

и бодрствования.Согласно этой теории,сон представляет собой

результат циклических взаимодействий центров сна и пробужде-

ния.В состоянии бодрствования РФ активизирует КБП,а кора ,в

свою очередь ,тормозит центр Гесса.При развитии торможения в

коре происходит растормаживание центра Гесса ,который подав-

ляет,тормозит функцию РФ и неспецифических ядер таламуса,что

приводит к функциональной "деафферентации"коры,процесс тормо-

жения в ней усиливается,наступает сон.