

# НОЦИЦЕПЦИЯ

## Рецепция боли

# Боль

- *Боль* вызывают *ноцицептивные* (noces - вредный) *раздражители*, то есть такие, которые повреждают целостность тканей. Например, яд только тогда вызывает боль, когда разрушает или умерщвляет ткань.
- Боль дает нам относительно мало информации о внешнем мире, но в то же время предупреждает организм о грозящей ему опасности, способствуя сохранению целостности организма, а порой и самой жизни. "Боль - сторожевой пес здоровья", - говорили древние греки.

# Боль и поведение

- Чувство боли вызывает *поведенческую реакцию*, которая направлена на устранение опасности, для этого нередко требуется вовлечение многих органов и систем организма. В связи с этим в ЦНС импульсы от ноцицептивных рецепторов поступают не к специфическим нервным центрам, как в других сенсорных системах, а к неспецифическим отделам ее.
- В связи с чрезвычайной важностью для организма **устранения раздражителя**, который вызывает боль, рефлекторные реакции, вызванные этим раздражителем, подавляют большинство других рефлексов, которые могут возникать одновременно с ними.

# Виды боли

- Различают два вида боли - *физическую и психогенную*. Физическая боль в зависимости от причины возникновения подразделяется на три разновидности:
  - а) обусловленная внешним воздействием,
  - б) обусловленная внутренним процессом,
  - в) обусловленная повреждением нервной системы.
- Психогенная боль связана с психологическим статусом человека и возникает в связи с соответствующим эмоциональным состоянием. Психогенная боль так или иначе возникает по воле человека.

# Афференты

- Болевой раздражитель воспринимают свободные нервные окончания. Например, на коже болевых точек значительно больше, чем чувствительных к давлению (9:1) или к холоду и теплу (10:1). Ноцицепторы есть в скелетных мышцах, сердце, внутренних органах. Много ноцицепторов содержится в легких, их раздражителем являются газы, пылевые частицы.
- Соматические ноцицепторы являются, как правило, высокопороговыми и возбуждаются они при воздействии сильных повреждающих раздражителей. Среди них можно обнаружить *механо-* и *хеморецепторы*.



# Хеморецепторы

- *Хеморецепторы* располагаются преимущественно в коже, мышцах, внутренних органах (главным образом в стенках мелких артерий). Возбуждение хеморецепторов обуславливают те вещества, которые отнимают у тканей кислород.
- Непосредственным раздражителем ноцицепторов являются и вещества, которые до этого *находятся внутри клеток*. К примеру, ими являются ионы калия, брадикинины.

# Адаптация рецепторов боли

- Механорецепторам боли присуще свойство *адаптации*, так что при длительном действии раздражителя острота воспринимаемой боли уменьшается.
- У химических ноцицепторов практически отсутствует свойство адаптации (в плане понижения чувствительности при длительном воздействии). Напротив, при воспалении, повреждении тканей чувствительность хемоноцицепторов постепенно возрастает.



# Центры ноцицепции

- *Проводящими путями* болевой чувствительности являются задние корешки соматических нервов, симпатические и некоторые парасимпатические афференты. В целом восходящие пути ноцицептивной сенсорной системы примерно такие же, как и у других видов чувствительности. Вначале они поступают в серое вещество заднего рога, где в краевой зоне располагаются нейроны, от которых начинаются восходящие спиноталамические пути.
- Импульсы, проходя через ствол мозга, прежде всего поступают к ядрам *ретикулярной формации*. Кроме ретикулярной формации эта информация поступает ко многим нейронам мозга: *центральному серому веществу, гипоталамусу, ядрам таламуса и соматосенсорной области коры больших полушарий.*

# Обработка ПД на уровнях нервных центров

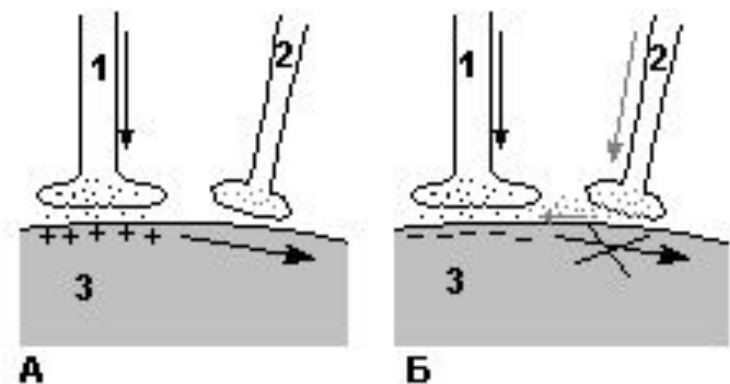
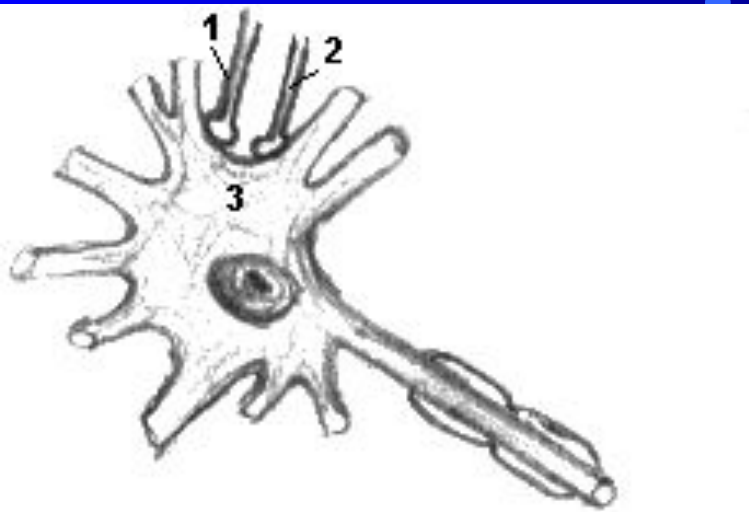
- 1) передача к вышележащим отделам ЦНС,
- 2) формирование ответных рефлекторных реакций,
- 3) отсутствие видимой реакции вследствие ее торможения.
- Использование в качестве эфферентов мотонейронов приводит к мышечному движению (например, отдергиванию руки от горячего предмета), а вегетативных нервов - к соответствующим изменениям со стороны внутренних органов, сосудов, обменных процессов. Специфика ответа определяется специфичностью соответствующего нервного центра.

# Антиноцицепция

- При обработке восходящей ноцицептивной импульсации возможно ограничение дальнейшего их распространения (торможение) под влиянием соседних сенсорных систем или специфических механизмов, которые именуются *антиноцицептивными* (анальгезирующими).
- В настоящее время можно говорить о четырех видах специфических антиноцицептивных систем: двух нейронных и двух гормональных. В основе их лежат, так называемые, *опиатные* рецепторные механизмы.

# Нейронная опиатная система

- Нейронная опиатная система получила свое название в связи с тем, что в ЦНС имеются нейроны, медиаторы которых очень близки к фармакологическим препаратам, полученным из опия. Из-за такого сходства с экзогенными опиатами медиаторы указанных антиноцицептивных нейронов получили название *эндорфинов* (внутренних морфинов). К эндорфинам относится группа веществ пептидной природы, образующихся в нейронах из предшественника - *проопиомеланокортина*. Пептидами являются так же и близкие к эндорфинам *энкефалины*.
- *Эти рецепторы обнаружены во всех подкорковых центрах, куда поступает ноцицептивная импульсация.*



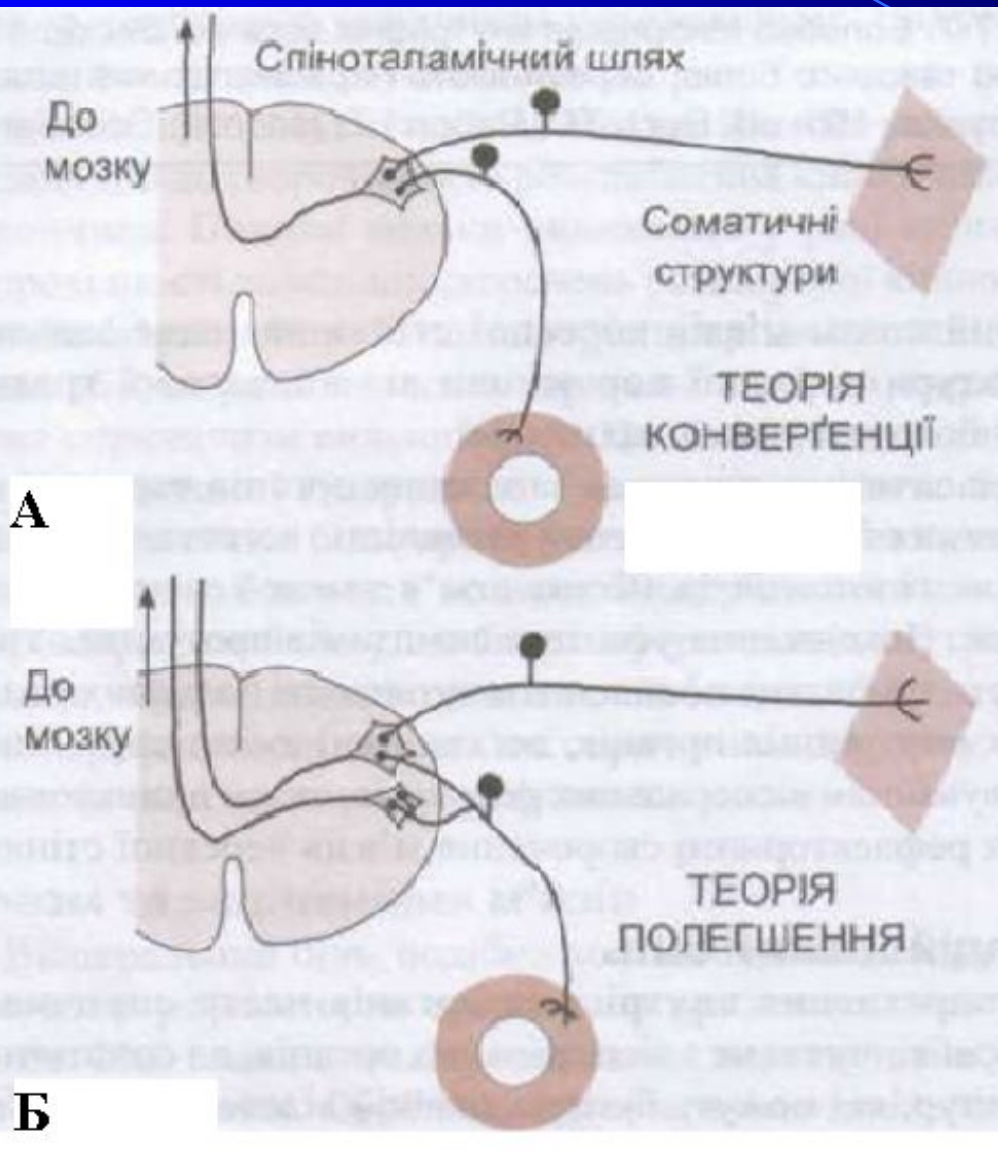
*Обезболивающий эффект происходит в связи с тем, что взаимодействие эндорфина с опиатным рецептором постсинаптической мембраны нарушает чувствительность к медиатору тех ее рецепторов, которые передают болевую сигнализацию, то есть блокирует ее воздействие.*

## Другие антиноцицептивные системы

- Подобным опиатному механизму может быть влияние и других нейронов, аксоны которых имеют широкий выход на передаточные структуры ноцицептивных путей, и ряда гормонов. Торможение передачи болевой рецепции возникает под влиянием таких медиаторов, как *серотонин, норадреналин, дофамин*, которые являются медиаторами одной из регулирующих мозг систем - аминоспецифической.
- В гипофизе среди прочих гормонов имеется полипептид  *$\beta$ -эндорфин*. Поступая в русло крови и спинномозговую жидкость, эндорфин приносится к ноцицептивным нейронам, тормозя их активность. Полагают, что эффект обезболивания при иглоукалывании обусловлен активацией именно этой системы.
- Гормональная *неопиатная* система представлена еще одним гормоном - *вазопрессином* (нейрогипофиза).

# Неспецифическая антиноцицепция теория «входных ворот»

При поступлении в спинной мозг импульсов и от обычных кожных рецепторов, если они интенсивные, болевые сигналы могут быть ослаблены или вообще передача их в ЦНС затормозится (А).



# Кора и ноцицепция

- Возникновение ощущения боли обозначается термином *алгезия* (от греч. *algesis* - ощущение боли). Если ноцицептивные импульсы достигают коры больших полушарий, то возникает осознание боли. Но обязательным условием для осознания, а значит и возникновения ощущения боли является то, что человек должен находиться в сознании.

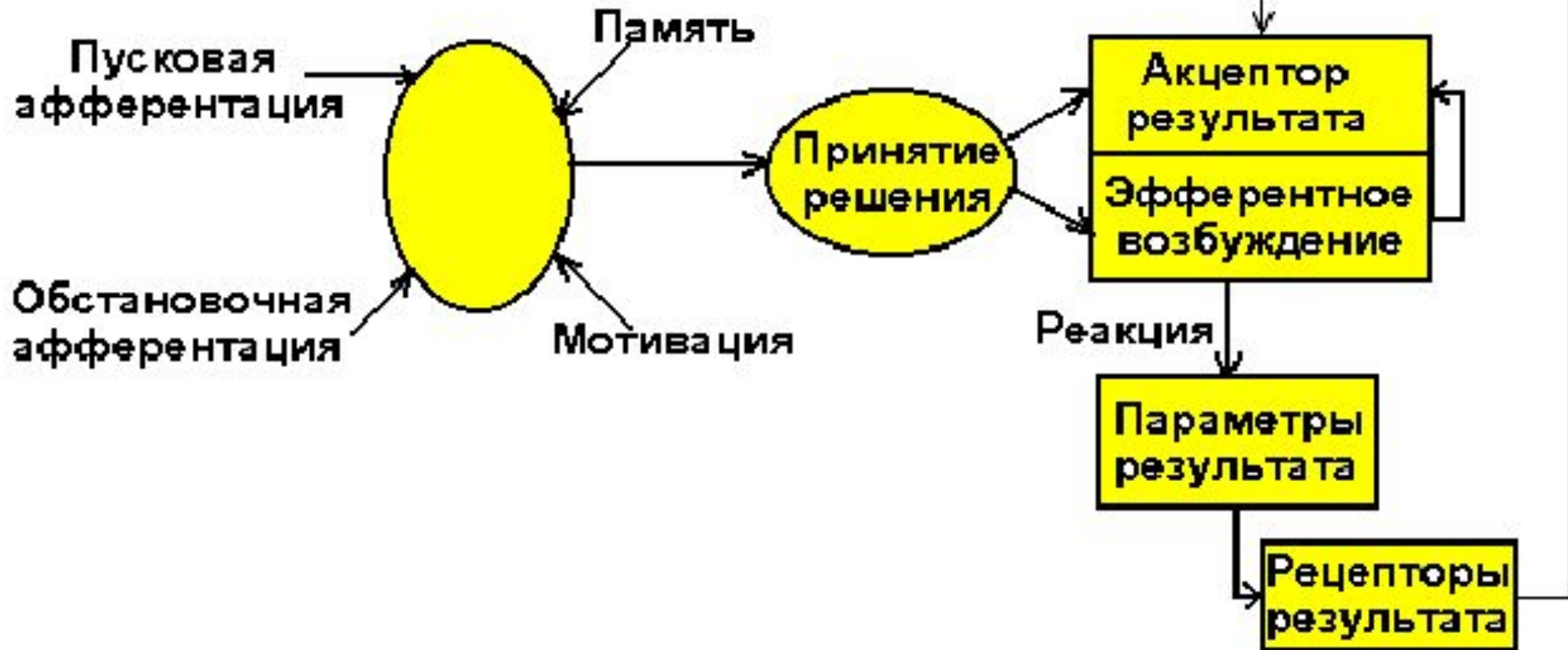


Организация поведения в реальных условиях жизни (ВНД-высшая нервная деятельность)

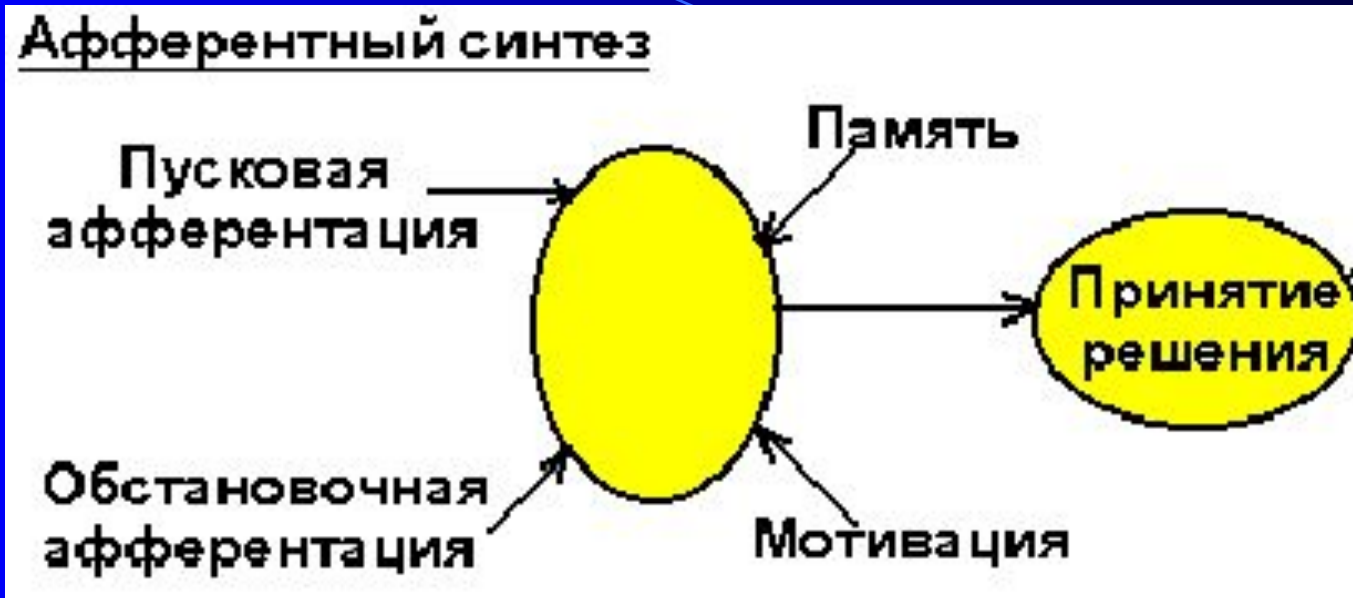
Структурной основой ВНД является кора больших полушарий и прилегающие к ней подкорковые образования. Здесь при организации схемы поведенческого акта формируются различной сложности нейронные цепи.

# Функциональная система (по П.К Анохину)

## Афферентный синтез

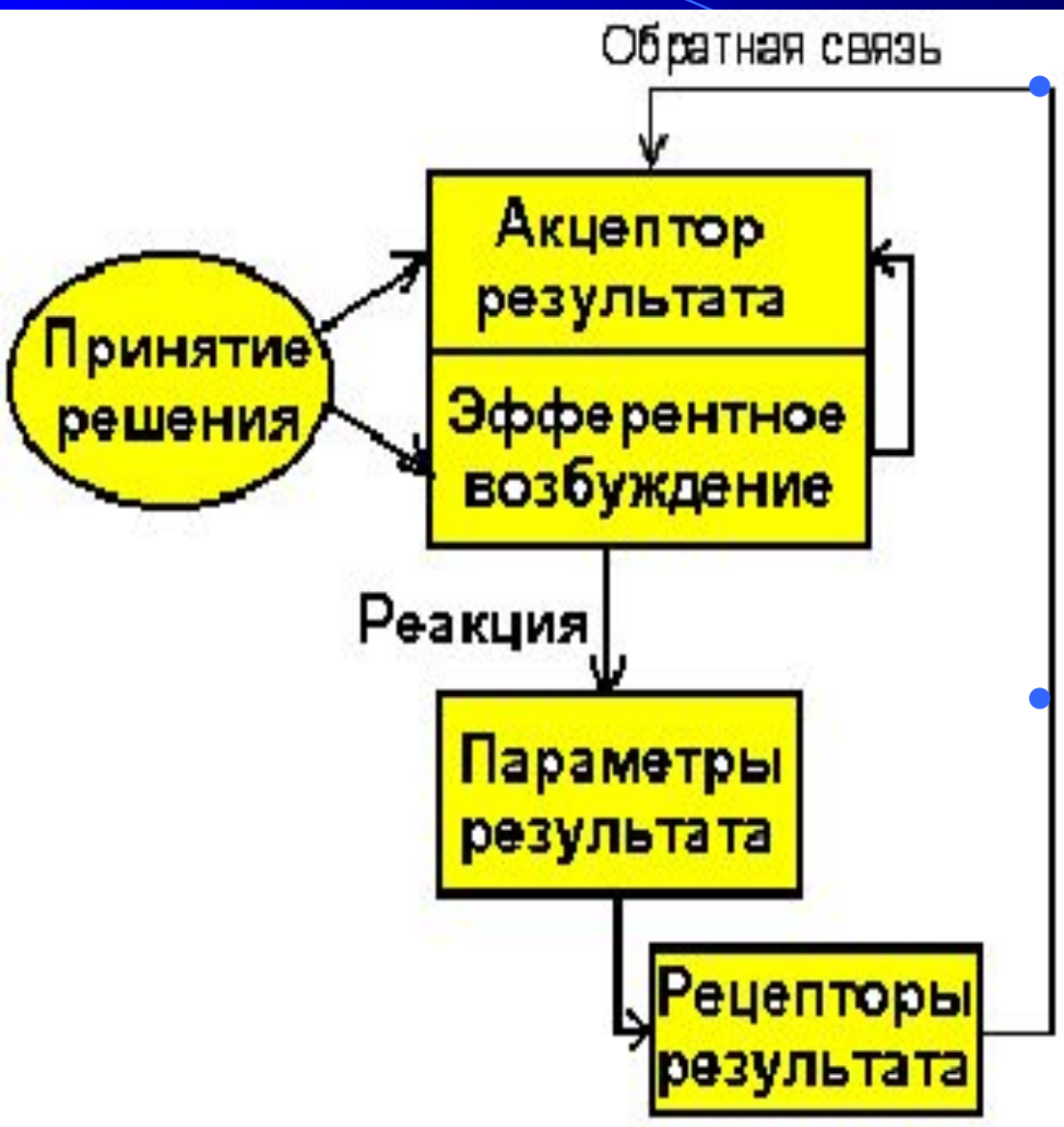


# Афферентный синтез и принятие решения



- В основе его лежит анализ и синтез афферентной информации от четырех компонентов:
- *биологической мотивации* (пищевые, половые, оборонительные и т.п.),
- *обстановочной афферентации* (окружающая среда),
- *пусковой афферентации* (непосредственный стимул),
- *памяти*.

# Как формируется программа действия?



В результате афферентного синтеза формируется программа действия, состоящую из набора рефлекторных команд к исполнительным органам (мышцам, железам, внутренним органам).

- Здесь важное место принадлежит вытормаживанию побочных вариантов, которые могли бы помешать выполнению адекватной реакции.

# Что такое акцептор результата действия?

- Одновременно с указанными выше механизмами формируется так называемый "акцептор результата действия", под которым понимается нейронная модель предполагаемого эффекта.
- В обеспечение функционального назначения этого механизма принимают участие кольцевые взаимодействия нейронов, которые, например, при выполнении двигательных рефлексов получают импульсную активность от коллатералей пирамидного тракта, передающего команды к исполнительным органам.

# Обратные связи

- В акцепторе результата сравнивается итог действия с ожидаемой программой.
- Информация по каналам "обратной связи" поступает к акцептору результата действия.
- И, если эффект совпадает с предварительной моделью результата, то рефлекторные реакции прекращаются, так как цель достигнута.
- Если же такого совпадения нет, то в программу действия вносятся коррективы - и эффекторное возбуждение приводит к продолжению действия до тех пор пока не будет достигнут необходимый результат.

# Что означает термин «высшая нервная деятельность»?

- Все функции, выполняемые нервной системой, условно можно подразделить на две части: *низшую* и *высшую* нервную деятельность.
- *Высшая* нервная деятельность (ВНД) обеспечивает целесообразное поведение в меняющихся условиях жизни, заключающееся в запоминании, то есть способности приобретать индивидуальный жизненный опыт, обеспечивающий полезный приспособительный результат.
- Кроме того, для поведения человека характерно осмысливание окружающей действительности, формирование новых законов и их использование для организации своего поведения, то есть творчество. Оно лежит в основе рассудочного *мышления*.

# Поведение

- С точки зрения физиологии под организацией *поведения* необходимо понимать те физиологические механизмы мозга, которые направлены на удовлетворение биологических, и социальных *потребностей*.
- При этом биологические потребности являются первичными, а все остальные уже наслаиваются на них. Биологические потребности обуславливаются возникновением **мотивации** и определяют инстинктивное поведение.
- *У человека инстинкты находятся под контролем сознания.*



- С известной долей определенности можно выделить следующие основные формы организации поведения.
- **Врожденные: 1) безусловные рефлексы, 2) инстинкты.**
- **Приобретенные: 1) импринг, 2) условные рефлексы, 3) рассудочные (мыслительные) процессы.**
- У человека в результате эволюции нервной системы и функции ее появилось и достигло достаточно высокого уровня развития - **сознание**, как высшая форма организации поведения.
- В основе каждого более совершенного функционального уровня ЦНС лежит дальнейшее развитие и совершенствование некоторых механизмов предыдущих.

# ИНСТИНКТЫ

- *Инстинкты* - сложный комплекс взаимосвязанных рефлексов, включающий двигательные и поведенческие реакции, свойственные животному данного вида (и человеку (В.И.Ф.)), возникающие в ответ на раздражения внешней и внутренней среды и протекающие на фоне высокой возбудимости нервных центров, осуществляющих эти акты.
- Инстинкты являются целесообразной приспособительной деятельностью, обусловленной врожденными механизмами.
- Являясь сложными безусловными рефлексами, инстинкты носят цепной характер, при котором окончание одного рефлекса является началом другого.

# Структурная основа инстинктов

- В осуществлении инстинктов принимают участие многие отделы ЦНС, в том числе ретикулярная формация, аминоспецифические системы мозга, лимбическая система, кора больших полушарий.
- Основным признаком их является то, что они характеризуются постоянством ответных реакций на действие определенных раздражителей.
- Можно выделить три основных группы инстинктов:
  - 1) витальные, обеспечивающие физическое выживание особи (питьевой, пищевой, оборонительный и т.п.);
  - 2) ролевые (зоосоциальные, включающие половой, родительский, территориальный, иерархический);
  - 3) саморазвития (исследовательский, имитационный, игровой и т.п.).

## Фазы инстинктов

- Выделяют две составляющие их - *возникновение и проявление инстинкта*.
- В свою очередь проявление цепочки рефлекторных актов, составляющих инстинкт, происходит в две фазы:
  - *1 – поисковая, 2 – завершающая.*
  -

# Мотивационное возбуждение

- Возникновение поисковой фазы обусловлено формированием в ЦНС мотивационного возбуждения.
- Выполнение рефлекторных актов, составляющих инстинкт, направлено на удовлетворение соответствующей потребности, которая возникает в результате нарушения внутреннего гомеостаза или сложного взаимодействия организма со средой. Примером таких мотиваций является чувство голода, жажды, половое поведение.
- Инстинктивное поведение направлено на удовлетворение потребности путем ликвидации данного мотивационного возбуждения.

# Мотивация

- Термин *мотивация поведения* обозначает такое состояние организма, когда возникает внутренняя потребность, побуждающая к действию, активному поведению при отсутствии видимых внешних раздражителей.
- Однако мотивация не всегда вызывает немедленную реакцию, так как инстинктивное поведение обычно "*заблокировано*" специальной системой "*врожденных пусковых механизмов*", которые обеспечивают точное соответствие поведенческих актов биологически адекватным условиям среды. Как только организм оказывается в такой ситуации, пусковой механизм распознает ее и после этого наступает *растормаживание, снятие блокировки с активацией нервных центров*.
- У человека эти процессы находятся под контролем сознания.

# Центры мотивационного возбуждения

- Основные центры, контролирующие возникновение побуждений расположены в *гипоталамусе и лимбической системе* (центры эмоций). Эти центры участвуют в регуляции вегетативного статуса организма, а так же в возникновении эмоций. Формирование очага возбуждения в этих центрах, как правило, обусловлено нарушением гомеостаза или гормональными перестройками.
- В этих отделах (особенно в гипоталамусе) практически отсутствует гематоэнцефалический барьер и содержимое крови легко достигает нейронов. В свою очередь на мембране нейронов имеется широкий спектр рецепторов к гуморальным регуляторам, поступающим с кровью или образующихся местно (здесь многие нейроны образуют не только медиаторы, но и различные гормоны,).

- Хотя инстинкты и являются видовыми, но в фазе их проявления можно обнаружить и элемент индивидуальности поведенческих реакций. Последнее обусловлено:
  - а) врожденными особенностями нервной системы,
  - б) обученностью, то есть опытом, приобретенным в период предшествующей жизни.



# Завершающая фаза инстинкта

- Например, при возникновении ощущения голода начинается активная поисковая фаза, проявление которой целиком и полностью зависит от конкретной окружающей ситуации, приобретенных в течение жизни навыков.
- Но когда жертва обнаружена, то преследование, нападение и похищение ее строго регламентировано врожденным комплексом рефлексов. Это *завершающая фаза* инстинкта. В это время у животного притупляется даже ориентировочный рефлекс, и оно может легко попасть в засаду.