

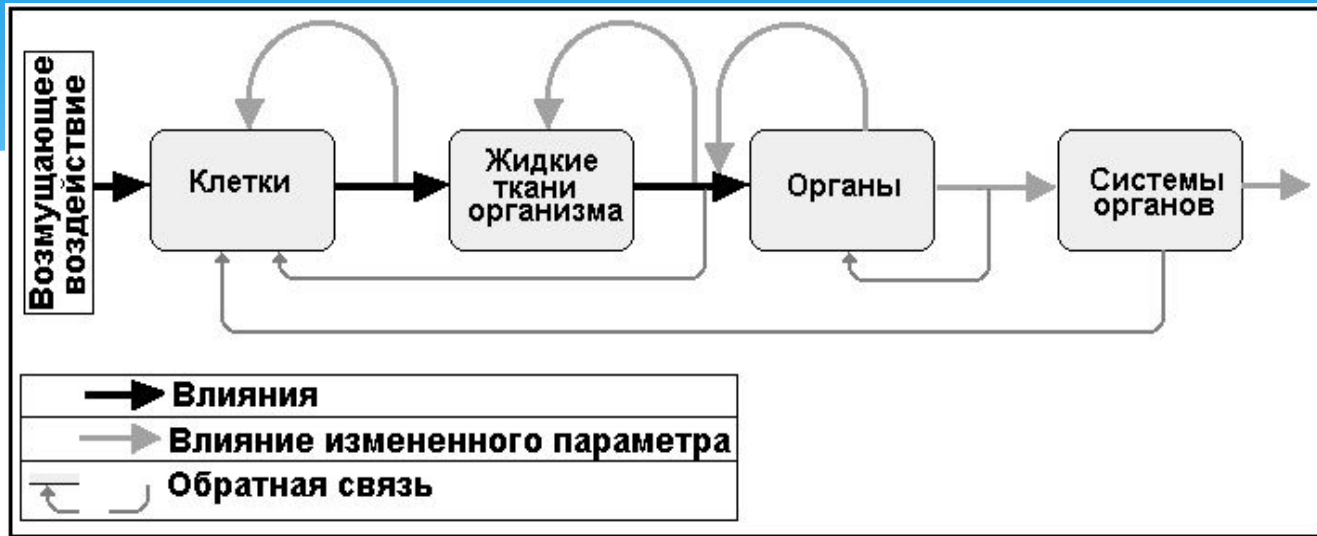
НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ

1. Рефлекторный принцип регуляции.
2. Физиологическая характеристика нерва.
3. Физиологическая характеристика нервных центров.

Регулирующие системы организма

- * **Гуморальная** – регуляция с помощью биологически активных веществ. Она более древняя.
- * **Нервная** – регуляция с помощью специализированных (нервных) клеток.
- * Обе системы тесно взаимосвязаны между собой.

Обратная связь



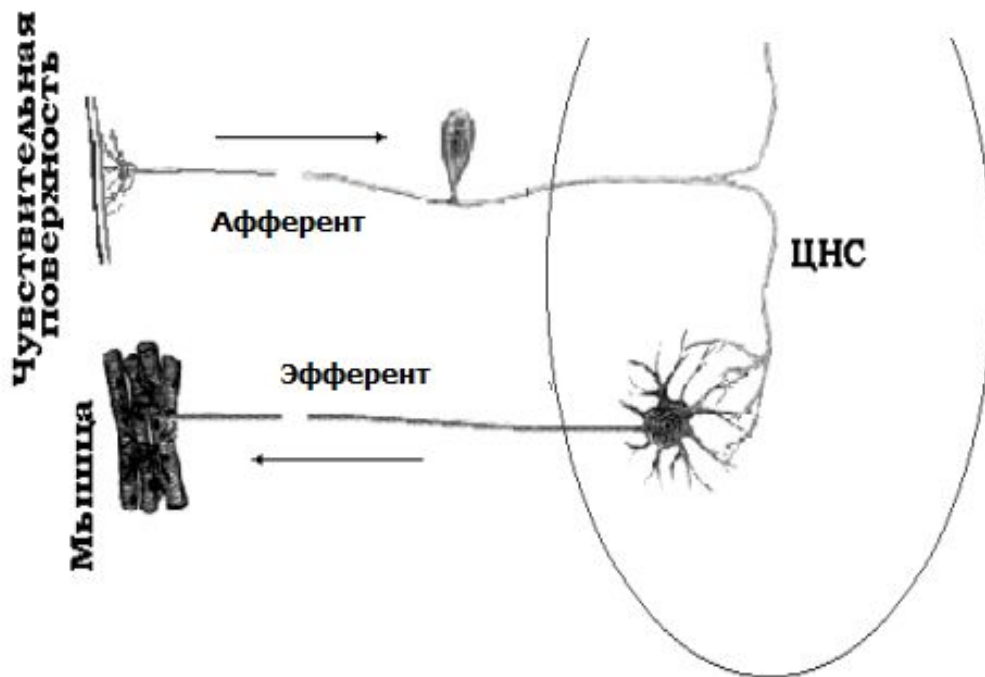
- * Для большинства механизмов регуляции функций в их структуру включается **обратная связь**. С ее помощью оценивается эффективность ответа.
- * Положительная обратная связь усиливает эффект.
- * Отрицательная обратная связь заключается в противоположном эффекте: рост регулируемого параметра приводит к снижению функциональной активности органа. Подобный тип обратной связи наиболее типичен для организма человека.

Отличие нейронной регуляции от гуморальной.

- * Точность «адресата».
- * Рефлекторный принцип регуляции.

Рефлекторный принцип организации нейронной регуляции

Рефлексом называется стереотипная реакция организма или его отдельных органов на сенсорный стимул, развивающаяся при участии различных образований нервной системы.



Рефлекторная дуга – структурная основа рефлекса:

- афферентная часть,
- нервный центр,
- эфферентное звено.

Обратная связь. Она обеспечивает эффективность рефлекторного ответа. Для этого используются структуры сенсорных систем организма.

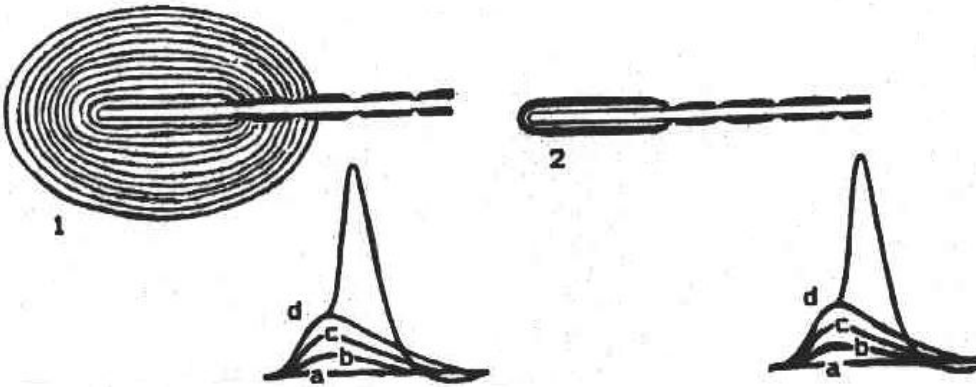
Основной принцип рефлекторной регуляции

- * Обеспечивается точность регуляции, в основе которой лежит:
 - * а) **получение** информации от органа,
 - * б) ее **анализ** в нервном центре и
 - * в) **дозированная точность эфферентной сигнализации** к исполнительному органу.

Получение информации

- * Сенсорные системы (органы чувств).
- * Их, как минимум, 8!
- * Начинаются они специализированными нервными окончаниями – рецепторами.

Первичночувствующие рецепторы



Это различного типа нервные окончания. В них под влиянием раздражителей возникает ПД.

При возникновении ПД наблюдается эффект суммации:

* На рис. - суммация РП в первичночувствующих рецепторах:

* **a** - при отсутствии раздражителя,

* **b, c, d** - при возрастании интенсивности действующего раздражителя

Вторично чувствующие рецепторы (ВЧР)

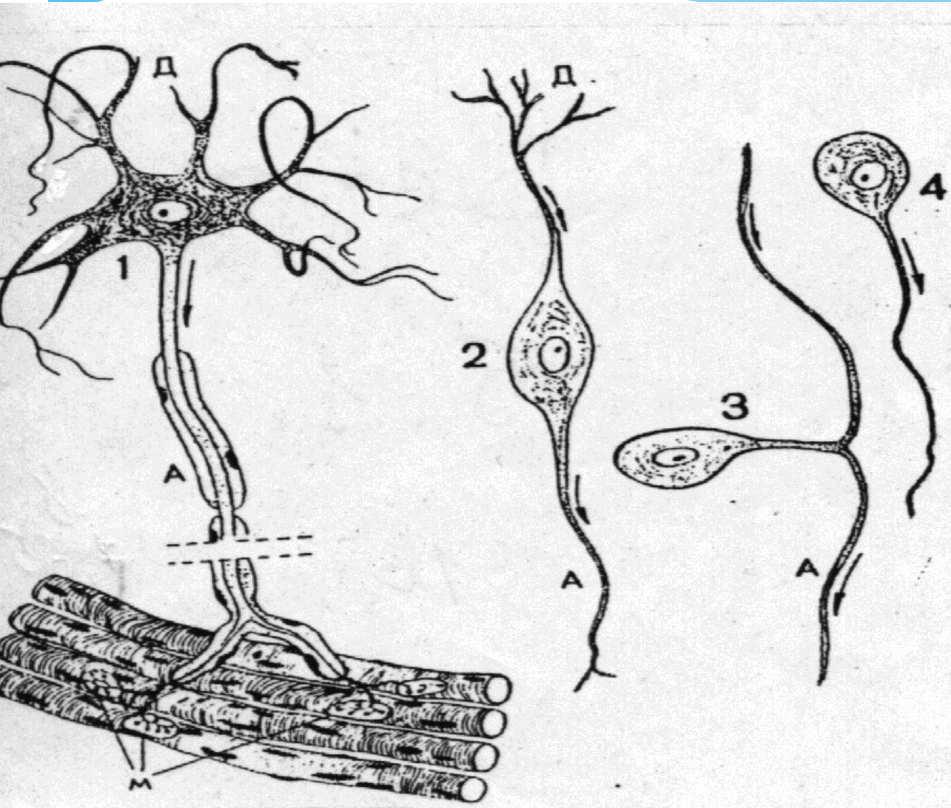


ВЧР – более сложные структуры, которые непосредственно воспринимают действие раздражителя и трансформируют его в рецепторный потенциал (РП).

РП поступает к синапсу между этой клеткой и нервном окончанием, где и возникает ПД.

Нейроны

Нейрон имеет тело и различного типа отростки (аксон и дендриты).



- * 1 - мультиполярный нейрон;
- * 2 - биполярный нейрон;
- * 3 - псевдополярный нейрон;
- * 4 - униполярный нейрон.
- * А - аксон. Д - дендриты.
- * М - моторные бляшки на скелетных мышцах.

Функциональные показатели нейронов

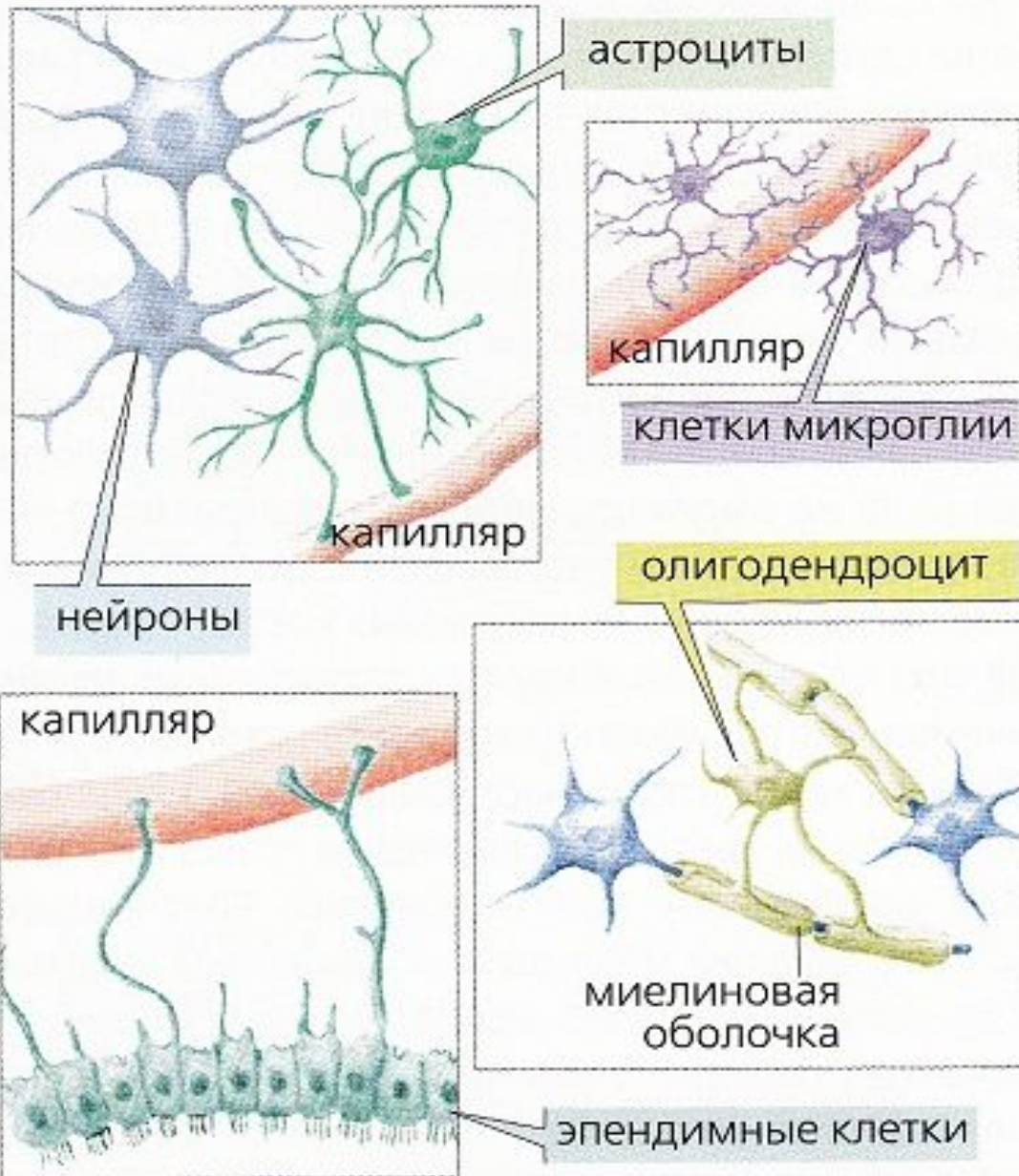
- * ПП – от -60 мВ до -90 мВ, что зависит величиной тела нейрона.

- * **Аксонный холмик** (начало аксона):

ПП – около 60 мВ (близко от критического уровня равного примерно 50 мВ), поэтому, как правило, **ПД возникает здесь,**

Обусловлено это тем, что здесь много разнообразных каналов (натриевые, калиевые, кальциевые) и насосов.

А. Глиальные клетки



Глиальные клетки

90% всех клеток
ЦНС – глиальные
клетки.

Различаю 4 типа клеток
(рис.)

* На рис. показана
взаимосвязь глии,
нейронов и
кровеносных
капилляров.

Глиальные клетки:

Астроциты

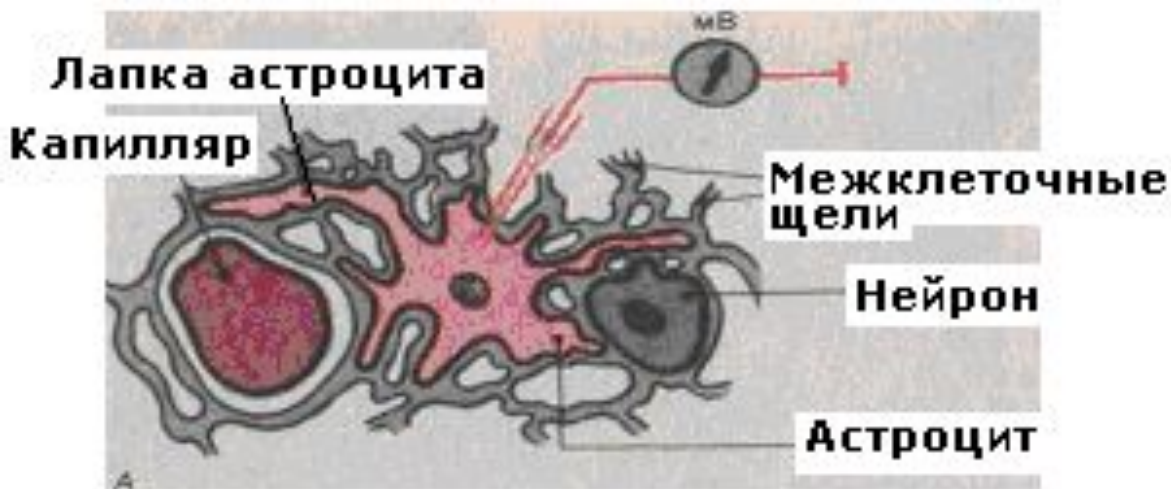
- * Резорбция ряда медиаторов.
- * Временное поглощение некоторых ионов (например, K^+) из межклеточной жидкости в период активного функционирования соседних нейронов.
- * Участвует в создании гематоэнцефалического барьера.
- * Синтез ряда факторов, относимых к регуляторам роста нейронов.

* Олигодендроциты - шванновские клетки (миелиновая оболочка).

* Эпендимные клетки - секреция спинномозговой жидкости и участие в создании гематоэнцефалического барьера.

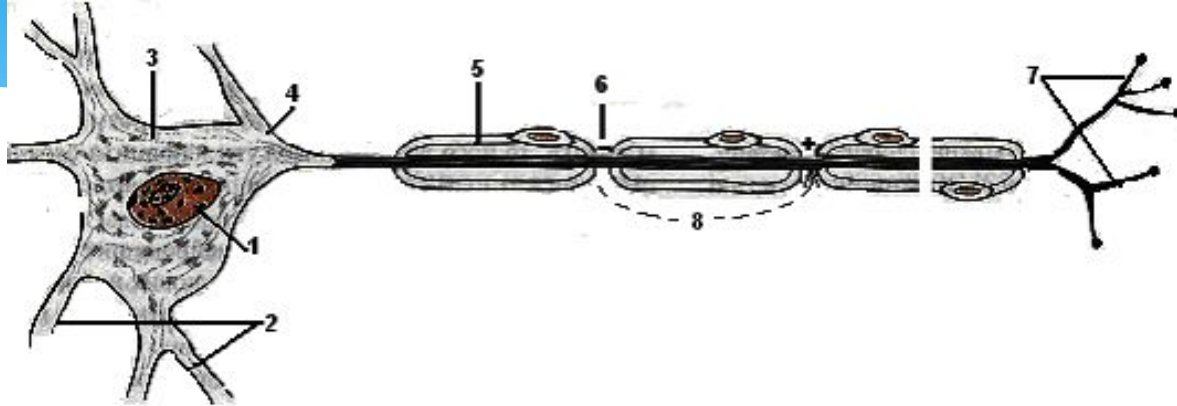
* Микроглия - часть ретикулоэндотелиальной системы организма, участвует в фагоцитозе. Т.е. выполняет защитную функцию.

Астроцит



- * «Лапки» астроцитов охватывают кровеносные капилляры и нейроны.
- * Астроцит создает преграду между нервом и кровеносным капилляром, поэтому к нервам поступает не все соединения крови (изоляция нейронов ЦНС – это и есть ГЭБ).
- * В создании ГЭБ принимают активное участие так же сами клетки кровеносных капилляров: в ЦНС эндотелиоциты в капиллярах располагаются плотно. Поэтому их проницаемость не высокая.

Физиология нейронов



- * 1 – ядро, 2 – дендриты, 3 – тело, 4 – аксонный холмик, 5 – Шванновская клетка, 6 – перехват Ранвье, 7 – нервное окончание,
- * 8 – сальтаторное распространение возбуждения, обеспечивающее резкое ускорение передачи ПД.

Особо следует выделить начало аксона – **аксонный холмик**. Именно здесь, как правило, возникает ПД. Здесь больше каналов и насосов. ПД здесь ниже, чем в нейроне – около 60 мВ.

Рефрактерность и лабильность нейронов

- * Абсолютный рефрактерный период примерно такой же, как и длительность ПД.
- * В нейроне абсолютный рефрактерный период около 1 мс, поэтому в больших нейронах может возникать и проходить через них до 1000 имп/с. Однако не все нейроны обладают столь высокой функциональной подвижностью - **лабильностью**.
- * Лабильность – функциональная подвижность (количество ПД в ед. времени).

Распространение ПД по немиелинизированному волокну

- * Поверхность мембраны нервного волокна пропорциональна его диаметру, а поперечное сечение волокна возрастает пропорционально квадрату диаметра. При увеличении диаметра снижается продольное сопротивление его внутренней среды (определяется площадью поперечного сечения) по отношению к сопротивлению мембраны. В результате по волокну большего диаметра электротонические токи распространяются более широко, а значит, возрастает скорость проведения возбуждения.
- * Скорость проведения возрастает пропорционально корню квадратному от диаметра волокна (05-15 м/с).

Синапсы ЦНС

В нервной системы нейроны за счет отростков контактируют между собой, образуя синапсы.

На каждом нейроне имеется огромное количество синапсов (до несколько тысяч).

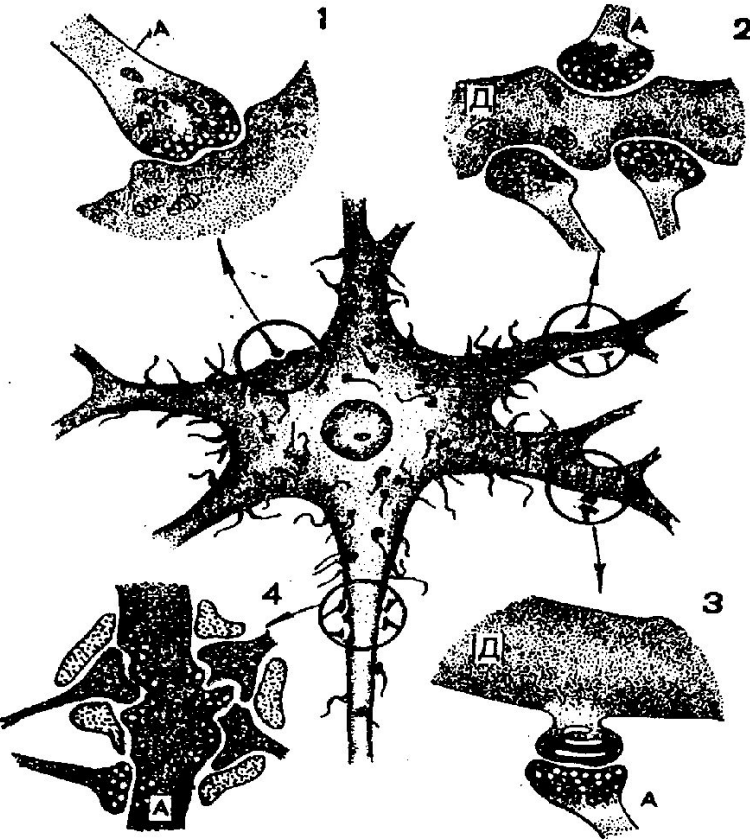
* Межнейронные синапсы:

* 1 - аксо-соматический синапс;

* 2 - аксо-дендритный синапс;

* 3 - аксо-дендритный синапс шипиковой формы;

* 4 - аксо-дендритный синапс дивергентного типа.



Основные медиаторы ЦНС

- * 1. Амины (ацетилхолин, норадреналин, адреналин, дофамин, серотонин).
- * 2. Аминокислоты (глицин, глутамин, аспарагиновая, ГАМК и ряд др.).
- * 3. Пуриновые нуклеотиды (АТФ).
- * 4. Неuropeптиды (гипоталамические либерины и статины, опиоидные пептиды, вазопрессин, вещество Р, холецистокинин, гастрин и др.).

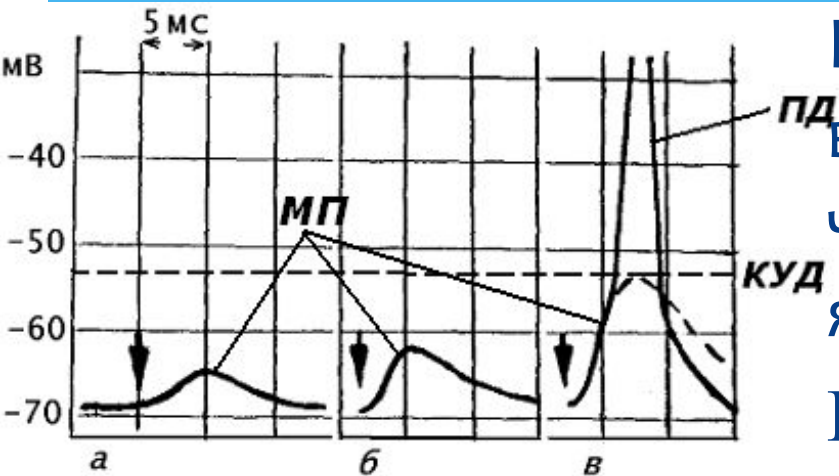
Медиаторы ЦНС

В нервном окончании может выделяться один либо несколько медиаторов.

Ионотропные медиаторы после взаимодействия с рецепторами постсинаптической мембраны изменяют проницаемость ионных каналов.

Метаботропные медиаторы оказывают влияние путем активации специфических ферментов мембраны. В результате в самой мембране, а чаще всего в цитозоле клетки активируются **вторые посредники (мессенжеры – цАТФ, цГТФ и др.)**, которые в свою очередь запускают каскады ферментативных процессов. Это изменяет состояние клетки, в том числе и чувствительность к ионотропным медиаторам.

ВОЗБУЖДЕНИЕ

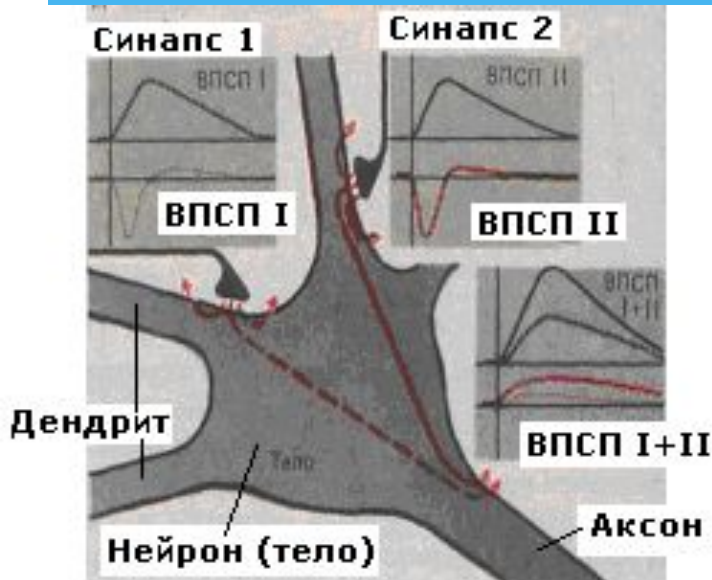


В ЦНС при передачи возбуждения (для развития ПД) через синапсы происходит явление суммации.

В результат суммации возникает **возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП)**.

На рис: а, б - деполяризация не достигает критического уровня — **местный потенциал**;
в - **возникает ПД**.

Виды суммации в ЦНС

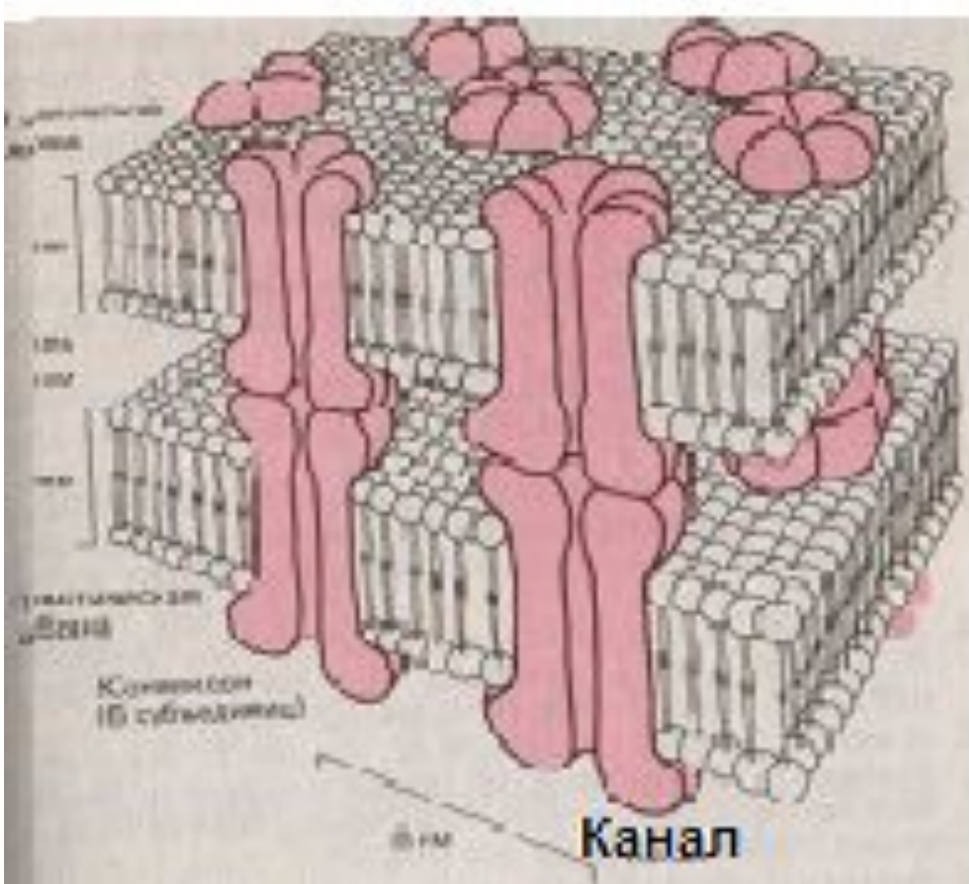


В ЦНС различают (см. рис.)

два вида суммации:

- * **Временная** суммация – как в нервно-мышечном синапсе.
- * **Пространственная** суммация. Она обусловлена тем, что на теле нейрона находится огромное количество синапсов и к нему могут **одновременно** поступать нервные импульсы от нескольких нейронов. Под каждым из этих синапсов возникает локальный потенциал, который распространяется до аксонного холмика и здесь суммируется – возникает ПД.

Нексус



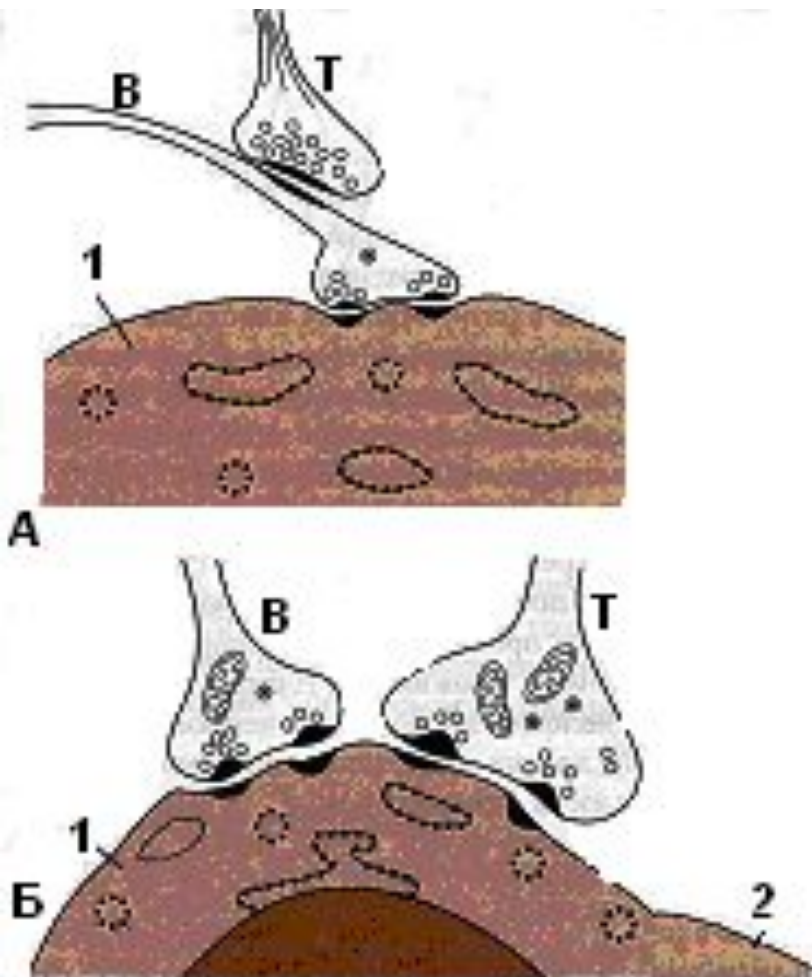
- * Мембраны некоторых нейронов (их немного) соприкасаются и ПД передается от одного к другому без медиатора.
- * Это электрические синапсы.
- * Через них ПД передается в обе стороны.

ТОРМОЖЕНИЕ

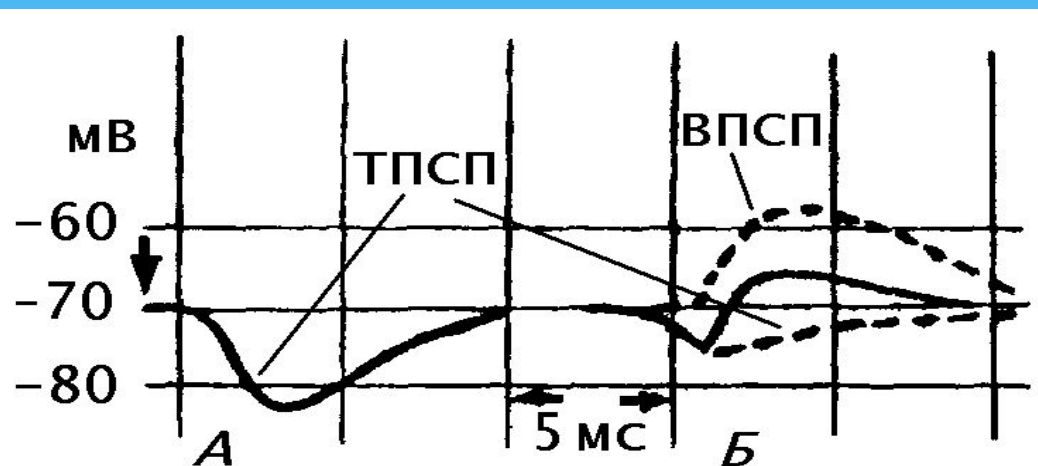
В ЦНС большинство синапсов не передают возбуждение, а **тормозят этот процесс.**

Различают два механизма торможения по месту нахождения тормозных синапсов по отношению к возбуждающему:

- * На рис. А – **пресинаптическое торможение**,
- * Б – **постсинаптическое торможение**.
- * В – возбуждающий нейрон,
- * Т – тормозной нейрон,
- * 1 – тело нейрона,
- * 2 – аксонный холмик.



Развитие гиперполяризации на постсинаптической мембране тормозного синапса

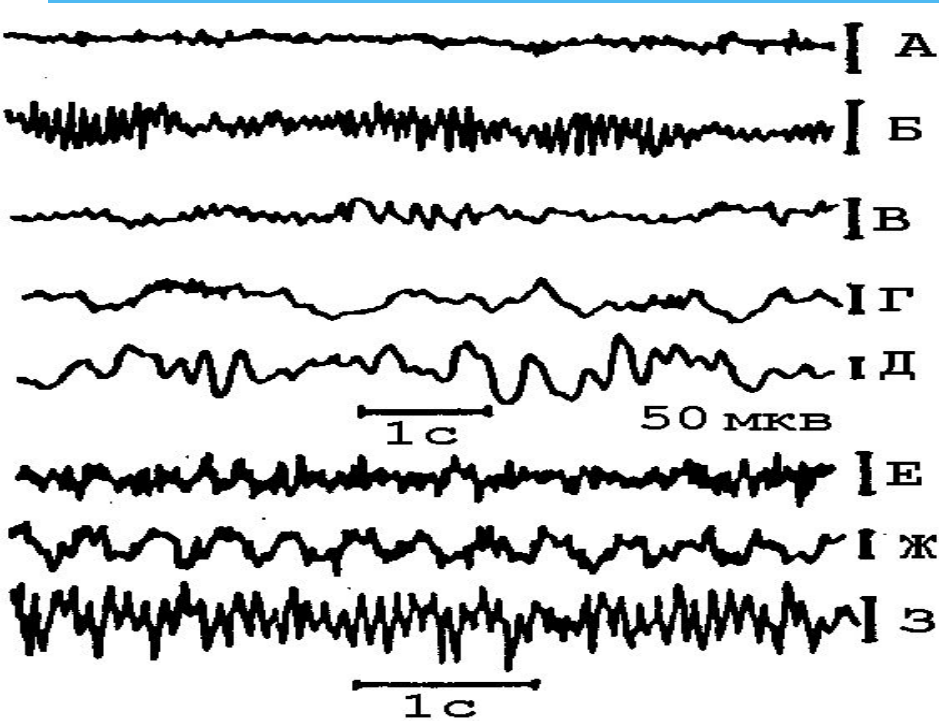


Как правило, торможение обусловлено развитием не деполяризации, а гиперполяризации постсинаптической мембраны (открываются K^+ каналы).

На рис: **А** - Развитие гиперполяризации постсинаптической мембраны тормозного синапса.

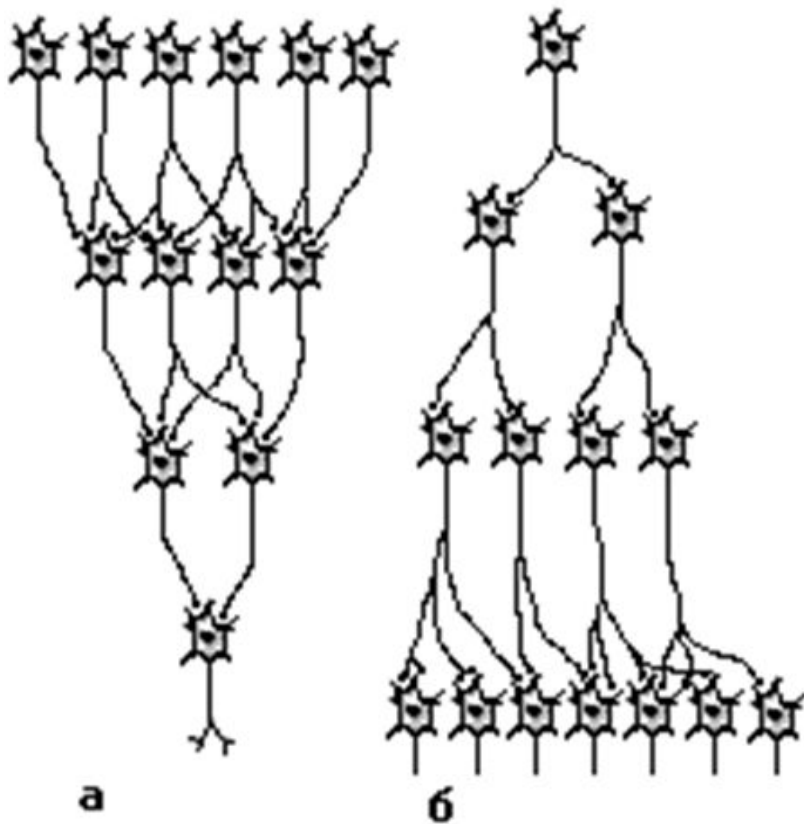
***Б** - Механизм постсинаптического торможения.

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ)



- * А - при открытых глазах (видны по преимуществу мелкой амплитуды **β -волны**);
- * Б - при закрытых глазах в покое (появляются большей амплитуды **α -волны**);
- * В - при дремотном состоянии;
- * Г - при засыпании;
- * Д - при глубоком сне;
- * Е - частая асинхронная активность при выполнении непривычной или тяжелой работы

СВОЙСТВА НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ



* **а – конвергенция (схождение)**, когда за счет тормозных нейронов (не показаны) количество возбужденных нейронов в центре уменьшается.

Этот тип характерен для эфферентного отдела рефлекторной дуги.

* **б – дивергенция (расхождение)**.

Эти нервные центры характерны для афферентных отделах.

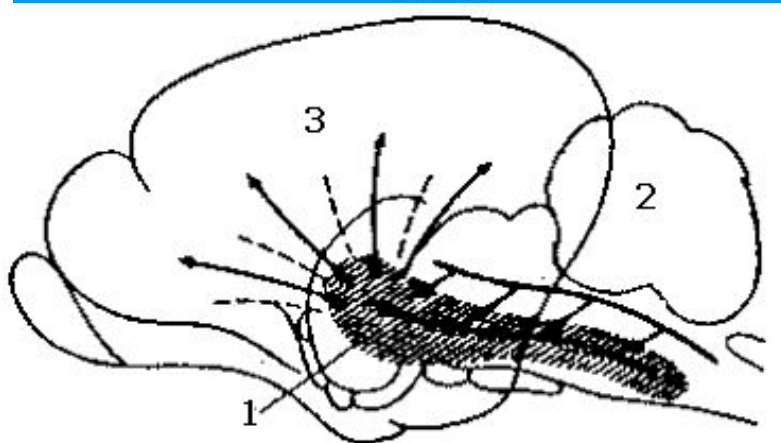
Доминанта

- * При одновременном возбуждении нескольких нервных центров, один из очагов может стать **доминантным**, главенствующим. В результате к этому очагу могут активно притягиваться (иррадиировать) потоки возбуждающих импульсов из других очагов, что за счет суммации усиливает доминантное возбуждение.
- * Это свойство нервных центров играет огромную роль в формировании взаимодействия центров при выработке условных рефлексов.

Интегративные механизмы мозга

Это системы нервных клеток, которые не выполняют специфические функции (рефлексы), они регулируют функцию самой нервной системы, ее отдельных центров, объединяя их в единую функциональную систему – ЦНС.

- * **Ретикулярная формация** ствола мозга и таламуса.
- * **Аминергические системы** ствола мозга.
- * **Лимбическая система** (о ней будет своя лекция).



Ретикулярная формация (РФ) ствола мозга

В стволе мозга разбросаны нейроны, которые объединяются в единую сеть (rete). Возбуждаются они проходящими здесь нервными импульсами.

При этом РФ оказывает неспецифическое активирующее **(тониизирующее)**

влияние почти на все отделы мозга, как **восходящее**, так и **нисходящее**).

На рис. восходящее активирующее влияние ретикулярной системы в мозге обезьяны:

- * 1 - ретикулярная формация;
- * 2 - мозжечок;
- * 3 - кора.

Аминергические системы ствола мозга

По названию медиаторов различают:

- * **Норадренергическая система.**
- * **ДОФАминергическая система.**
- * **Серотонинергическая система.**

С их функциями мы ознакомимся позднее.