

ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЧАСТЬ 1

- **Нейрон как структурная и функциональная единица ЦНС.**
- **История развития и основные положения рефлекторной теории.**
- **Понятие о нервном центре и его свойствах.**
- **Координирующие принципы функционирования ЦНС.**
- **Торможение в ЦНС**

Нейрон как структурная и функциональная единица ЦНС.

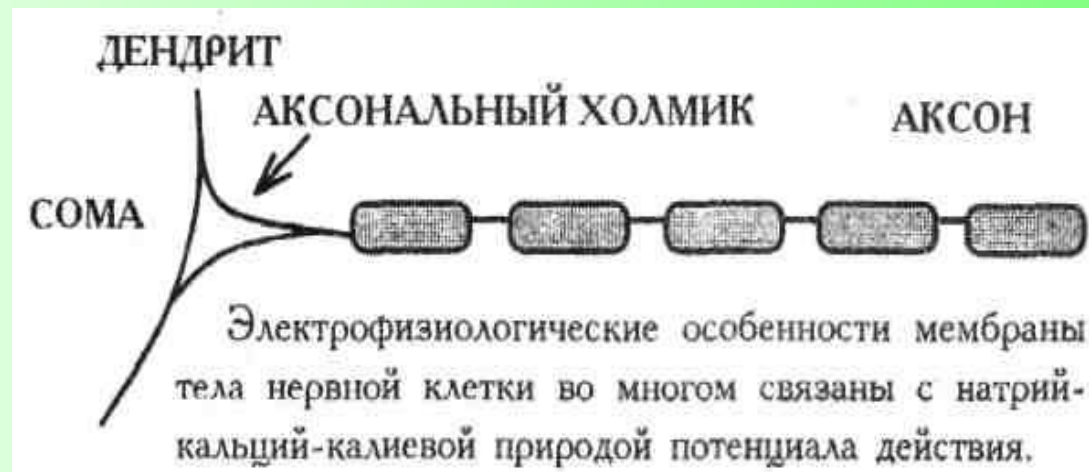
Нейрон состоит из тела клетки (сомы) и отростков (один аксон и один или несколько дендритов). По количеству отростков нейроны бывают:

- униполярные (один отросток),
- биполярные (два отростка),
- мультиполярные.

Функция тела клетки по отношению к отросткам - **трофическая**.

Доказательством служат опыты с перерезкой периферических нервов, когда происходит дегенерация периферического конца и регенерация центрального.

Частота ПД зависит от величины деполяризации аксонного холмика.



- **Функция дендритов** - в передаче информации к телу клетки (связь с другими нейронами и афферентация с периферии).

- **Функция аксона** - в проведении возбуждения на периферию.

Важная функция аксона - ***аксонный транспорт***.

Центробежно (от клетки) переносятся митохондрии, белки, медиатор.

Ретроградно (к телу клетки) происходит транспорт ацетилхолинэстеразы, минуя гемато-энцефалический барьер переносятся вирусы полиомиелита и герпеса, столбнячный токсин.

Аксонный транспорт бывает быстрый (410 мм/сут) и медленный (скорость меньше). Предполагается, что механизм транспорта для теплокровных универсальный.

Механизм транспорта. Предполагается, что микротрубочки и нейрофибриллы выполняют функцию миозина. В аксоне содержатся транспортные нити, состоящие из актина (актин составляет 25% сухой массы мышечных клеток и 10—15% массы нервных клеток).

Транспортные нити связываются с переносимыми структурами и двигаются по нейрофибриллам центростремительно и центробежно. Этот процесс энергозависимый.

Функции нейронов:

1. афферентная (восприятие сигналов от других нервных клеток, из внешней и внутренней среды),
2. эфферентная (генерация потенциалов действия, адресуемых на периферию или к другим нервным клеткам),
3. интегративная (обработка поступающей информации).

Соответственно по преобладанию выполняемой функции нейроны :

- *афферентные,*
- *эфферентные,*
- *вставочные.*

Связи между нейронами осуществляются посредством **синапсов.**

В ЦНС распространены химические, электрические, смешанные.

По месту контакта синапсы бывают:

*аксосоматические (химические),
аксодендритные (химические),
аксоаксональные (химические),
дендродендритные (электрические),
дендросоматические (электрические),
соматодендритные (электрические).*

Синапсы объединяют нейроны в нейронные ансамбли.

Для ЦНС характерен широкий спектр синапсов и медиаторов: АХ, НА, ГАМК, АТФ, дофамин, серотонин, пептиды и т.д.

Функционально синапсы делятся на тормозные и возбуждающие.

В зависимости от свойств рецепторов постсинаптической мембраны они могут вызывать как процесс возбуждения, так и процесс торможения (взаимодействие НА с альфа-адренорецепторами вызывает деполяризацию или возбуждение, а взаимодействие с бета-рецепторами - гиперполяризацию или торможение).

- Химический синапс

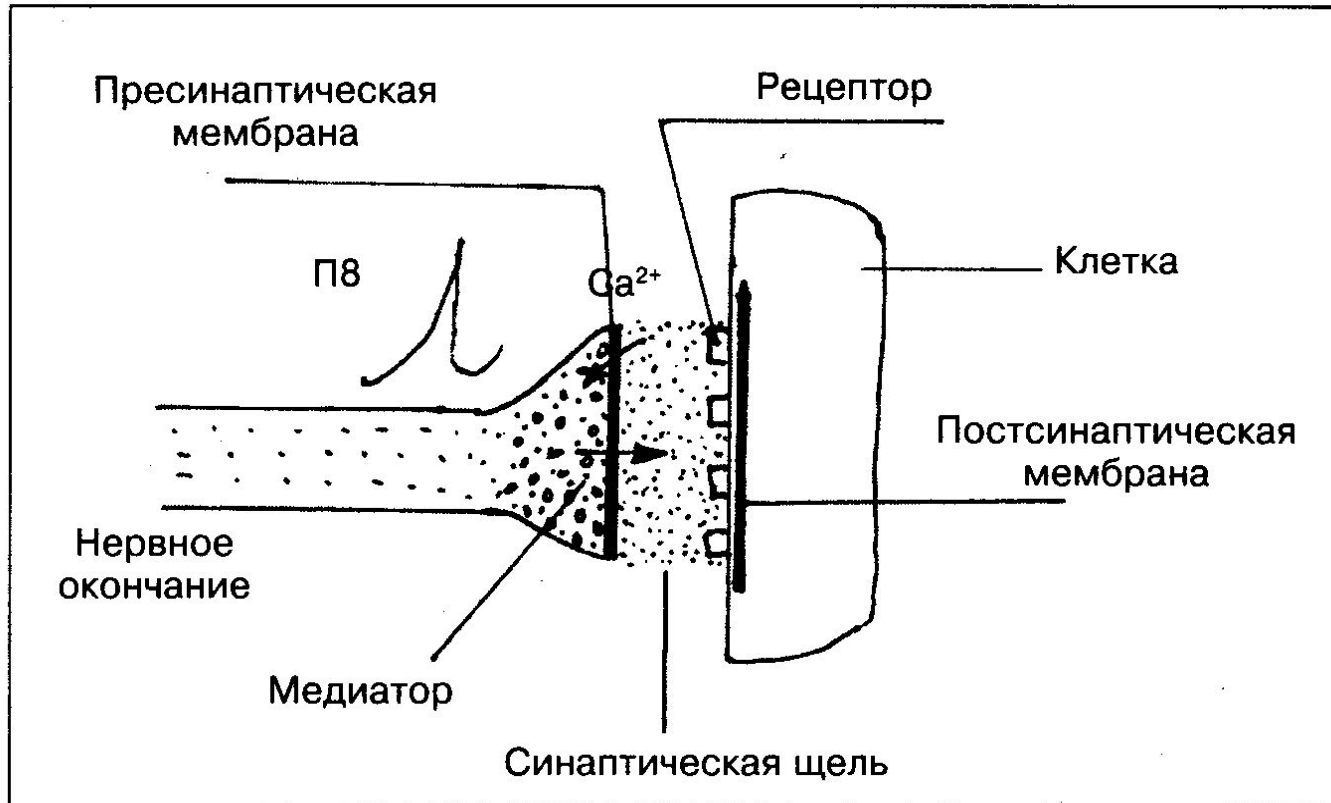


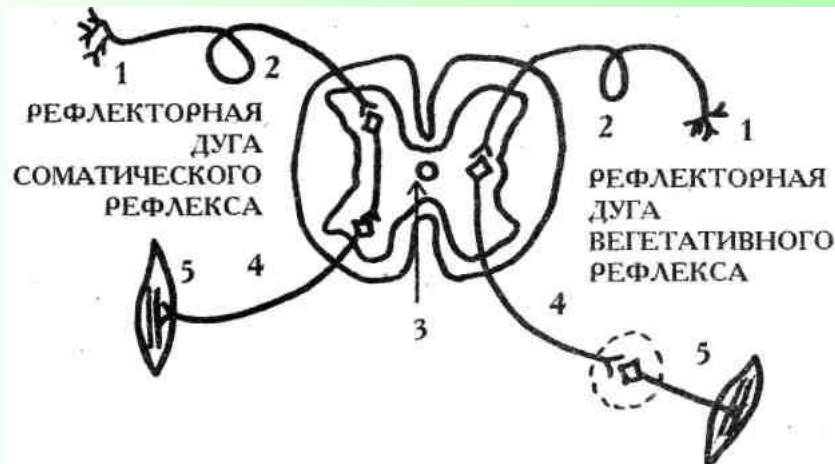
Рис. 2.5. Элементы химического синапса

РЕФЛЕКС КАК ОСНОВНОЙ АКТ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Рефлекс-ответная реакция организма на раздражение из внешней и внутренней среды, осуществляемая с обязательным участием ЦНС.

Материальной основой рефлекса является рефлекторная дуга, в которую включаются

- Специальные структуры, воспринимающие раздражение из внешней и внутренней среды организма- рецепторы
- Центростремительные и центробежные нервные волокна , передающие возбуждение в ЦНС и от нее на периферию
- Орган управления- ЦНС



В рефлекторной дуге чаще выделяют основные звенья:
1- рецептор, 2 - афферентный путь,
3- ЦНС, 4- эфферентный путь,
5- рабочий орган.

Рефлекторная дуга вегетативного рефлекса отличается строением эфферентной части, которая представлена двумя и более нейронами. Первый нейрон находится в ЦНС, второй - в вегетативном ганглии.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РЕФЛЕКТОРНОЙ ТЕОРИИ

- **Рене Декарт (1596—1650)**. Предположил, что при воздействии внешнего раздражителя (ожог пламенем свечи) происходит натягивание нервов, открываются клапаны в желудочках головного мозга, из них выходит животный дух, который по артериям достигает мышц, и происходит движение. Несмотря на механицизм, в гипотезе присутствовали все основные звенья рефлекторной дуги, принцип детерминизма. Гипотеза была дуалистическая, т.к. признавались и материальность процессов, и присутствие животного духа.
- **Иржи Прохаска (1749—1820)**. Ввел термин «рефлекс», в процессе исследования периферической части рефлекторной дуги показал, что это нервы.
- **И.М. Сеченов (1829—1905)**. Основоположник рефлекторной теории. Первый доказал материальность процессов обеспечения рефлекторной реакции. Написал книгу «Рефлексы головного мозга», в которой изложил основные положения рефлекторной теории; обосновал ведущую роль рефлекторного принципа в деятельности ЦНС. Открыл процесс торможения в ЦНС.
- **И.П. Павлов (1849—1936)**. Распространил рефлекторную теорию И.М. Сеченова на ВНД человека и животных. Изучал условнорефлекторную деятельность.
- **Чарлз С. Шерингтон (1856—1952)**. Исследуя рефлекторную деятельность, обнаружил существование биологической обратной связи и ввел термин «Рефлекторное кольцо». Описал ряд свойств нервных центров.
- **П.К. Анохин (1898—1974)**. Разработал теорию функциональных систем. Согласно этой теории сложная деятельность организма обеспечивается не отдельными рефлекторными реакциями и не их суммой, а сложной функциональной системой, объединяющей разные структуры ЦНС, эндокринное звено регуляции, механизмы памяти и другие психические функции.

Классификация рефлексов

По месту расположения рецепторов:

- интеро-,
- экстеро-,
- проприорецептивные.

По характеру рефлекторного действия:

- моторные,
- секреторные,
- сосудодвигательные.

По биологической значимости:

- оборонительные,
- пищевые,
- половые,
- ориентировочные,
- познотонические,
- локомоторные.

По месту расположения центральной части рефлекторной дуги:

- спинальные,
- бульварные,
- диэнцефалические,
- мезэнцефальные,
- кортикальные.

Условные и безусловные.

Универсальные принципы рефлекторной теории

По И.П.Павлову любой рефлекторный акт, независимо от его сложности, подчиняется трем принципам:

- 1-принцип детерминизма** (причинной обусловленности)- рефлекторный акт возможен лишь при наличии раздражителя
- 2-принцип структурности** - любой рефлекторный акт может осуществляться только при сохранности морфологической и функциональной целостности всех звеньев рефлекторной дуги
- 3-принцип анализа и синтеза** – при осуществлении рефлекса раздражитель анализируется(оценка количественных и качественных характеристик) еще на периферии (в рецепторе) с последующим более тонким анализом в клетках ЦНС, особенно коре ГМ. Одновременно с анализом протекают синтетические процессы для адекватной силе и качеству раздражителя ответной реакции. Чем выше организация ЦНС, тем сложнее аналитико-синтетическая деятельность

Нервный центр и его свойства

- **Нервный центр - совокупность нейронов, участвующих в обеспечении регуляции определенной функции организма (понятие функциональное, т.к. нейроны могут быть расположены в разных анатомических отделах ЦНС).**

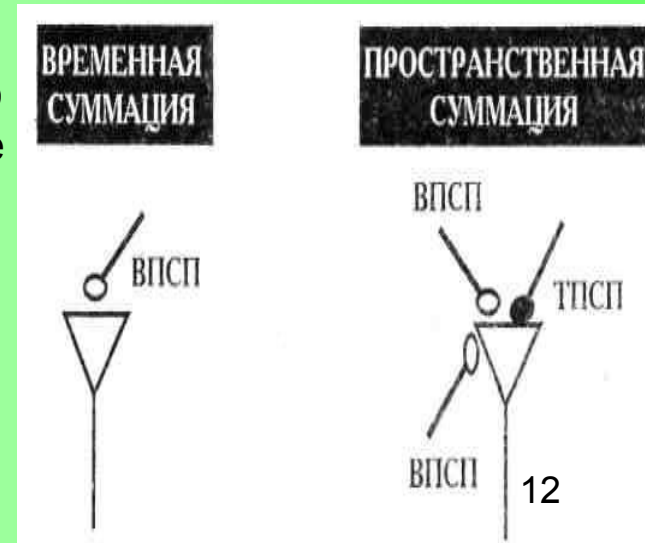
СВОЙСТВА НЕРВНЫХ ЦЕНТРОВ

- **Односторонняя проводимость**. Объясняется односторонней проводимостью химических синапсов.
- **Задержка проведения возбуждения**. Определяется суммацией синаптических задержек.
- **Повышенная утомляемость**. Связана с развитием процесса торможения, а также повышенной утомляемостью и низкой лабильностью химических синапсов.
- **Явление последействия**. Различают кратковременное и долговременное последействия. Кратковременное объясняется длительной следовой деполяризацией нейрона. Долговременное связано с циркуляцией возбуждения в нейронных цепях.
- **Трансформация ритма**. Проявляется в изменении частоты потенциалов действия при прохождении возбуждения через нервный центр. Возможно несколько механизмов.
- **Тонус нервных центров**. Проявляется в тоне рабочего органа. В поддержании тону нервных центров огромное значение имеет афферентация от рабочего органа. Деафферентация конечности приводит к падению тону соответствующих двигательных центров и тону скелетных мышц (опыт Бронжеста).
- **Суммация в нервных центрах**. Различают временную, или последовательную, суммацию и пространственную суммацию.

Суммация в нервных центрах.

Временная суммация возможна в пределах одного синапса. В основе лежит суммация ВПСП или ТПСП. Может суммироваться только возбуждение или только торможение.

Пространственная суммация предполагает суммацию электротонически распространяющихся ВПСП и ТПСП нескольких синапсов. Может суммироваться возбуждение, торможение, а также возбуждение и торможение.

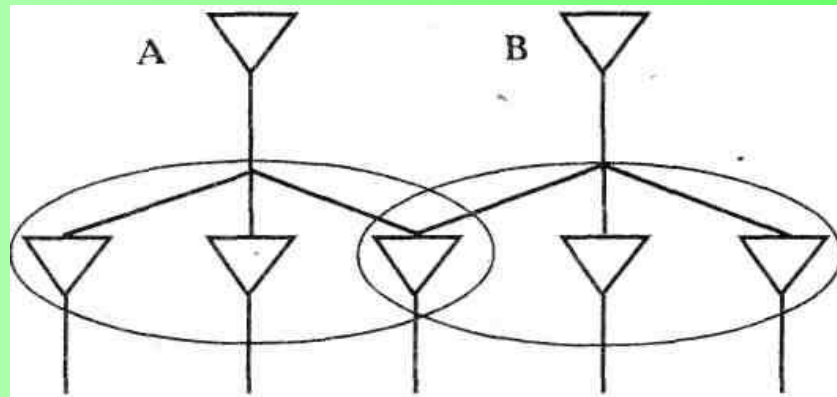


- **Окклюзия и центральное облегчение** - разные варианты суммации возбуждения, хотя их выделяют как свойства нервных центров.

Окклюзия, или закупорка.

Совокупность нейронов, на которых образует синапсы один афферентный нейрон, называют нейронным пулом. В нем выделяют пороговую зону (при стимуляции нейроны переходят в состояние возбуждения) и подпороговую зону (при стимуляции нейроны деполяризуются, но деполяризация оказывается недостаточной для генерации потенциалов действия).

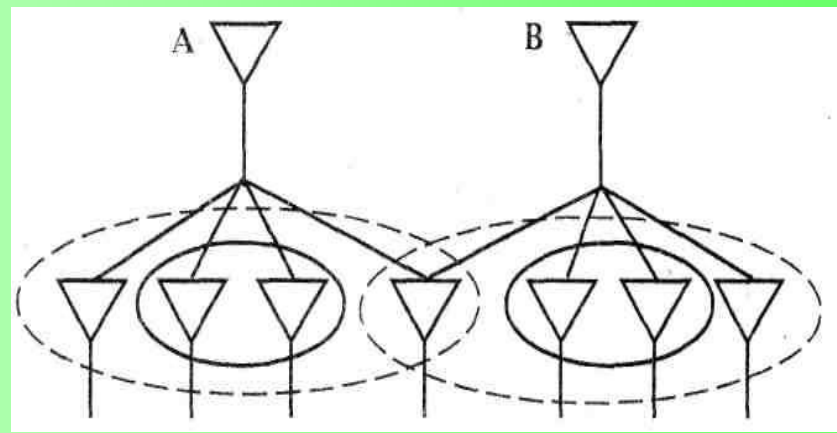
При окклюзии перекрываются пороговые зоны двух нейронных пулов, и ее суть состоит в том, что эффект одновременной стимуляции двух нейронных пулов оказывается меньше суммы эффектов.



Сумма эффектов (A+B) = 3 нейрона пула A + 3 нейрона пула B.
 Эффект суммы (одновременно A и B) == 5 нейронов.
 Сумма эффектов (6) больше эффекта суммы (5).

Центральное облегчение

В случае центрального облегчения подпороговые зоны перекрываются. В результате пространственной суммации общие нейроны переходят в состояние возбуждения. Эффект суммы больше суммы эффектов.



Сумма эффектов (A+B) =
 = 2 нейрона пула A + 2 нейрона пула B.
 Эффект суммы (одновременно A и B) = 5 нейронов.
 Сумма эффектов (4) меньше эффекта суммы (5).

- **Спонтанная активность.**

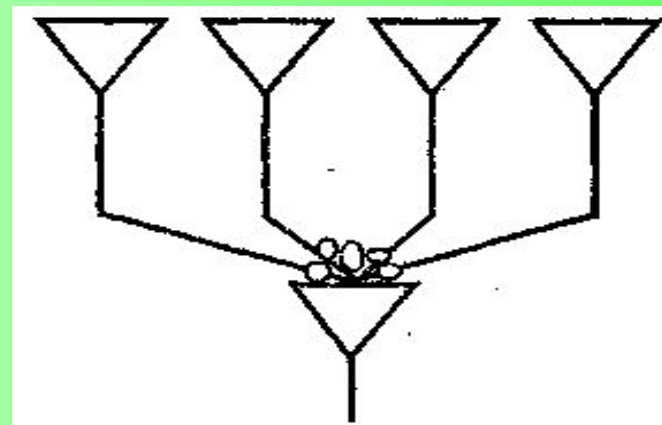
Характерна для многих нервных центров (дыхательный центр). Проявляется в спонтанной генерации потенциалов действия. Спонтанная активность может проявляться в изолированном нервном центре.

Координирующие принципы функционирования ЦНС

1. Принцип конвергенции -

схождение возбуждения от многих нейронов к одной нейронной группе.

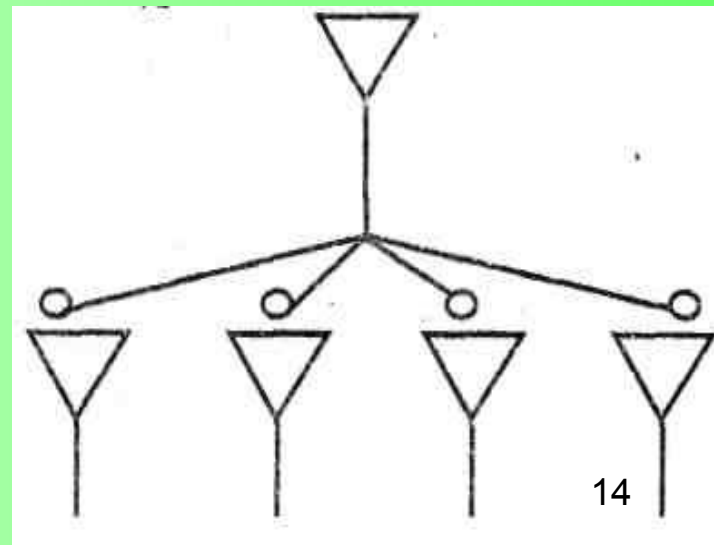
Частным случаем является принцип общего конечного пути для мотонейронов спинного мозга (Ч. Шерингтон). Лежит в основе синтетической деятельности ЦНС.



2. Принцип дивергенции -

принцип, обратный конвергенции, - расхождение.

Лежит в основе аналитической деятельности ЦНС.



Координирующие принципы функционирования ЦНС

- 3. Принцип обратной связи.** За счет обратной связи нейроны могут регулировать поток информации, который к ним поступает. Связь может быть положительной (усиливающей) и отрицательной (тормозящей). Этот принцип реализуется как внутри ЦНС, так и при связях с периферией (принцип обратной, или вторичной, афферентации по П.К. Анохину).
- 4. Принцип субординации.** Вся ЦНС множеством связей объединена в единое целое. Вместе с тем существует иерархическая организация в ее деятельности (низшие центры подчинены высшим).
- 5. Принцип доминанты.**

Является руководящим принципом в обеспечении целенаправленной деятельности ЦНС.

Открыт А.А. Ухтомским, который наблюдал у собаки усиление акта дефекации болевым раздражением. Очаг доминирующего возбуждения возникает при значимых изменениях внешней или внутренней среды. Он подавляет активность функционально близких центров посредством индукции процесса торможения. Обеспечивает удовлетворение ведущей или доминирующей потребности.

СВОЙСТВА ДОМИНАНТНОГО ОЧАГА

Повышенная возбудимость. Порог возбуждения доминирующего нервного центра снижается. Его возбуждение усиливается не только за счет специфических (адресованных данному центру) связей, но и за счет неспецифических (основным адресатом являются другие центры, но по коллатералям информация поступает к доминирующему). Пищевая доминанта усиливается не только пищевыми пороговыми и подпороговыми раздражителями, но и другими, например болевым.

Стойкость доминанты. Возникший доминирующий очаг возбуждения исчезает только после удовлетворения доминирующей потребности или при появлении более сильной доминанты. Сильное болевое раздражение тормозит пищевую доминанту.

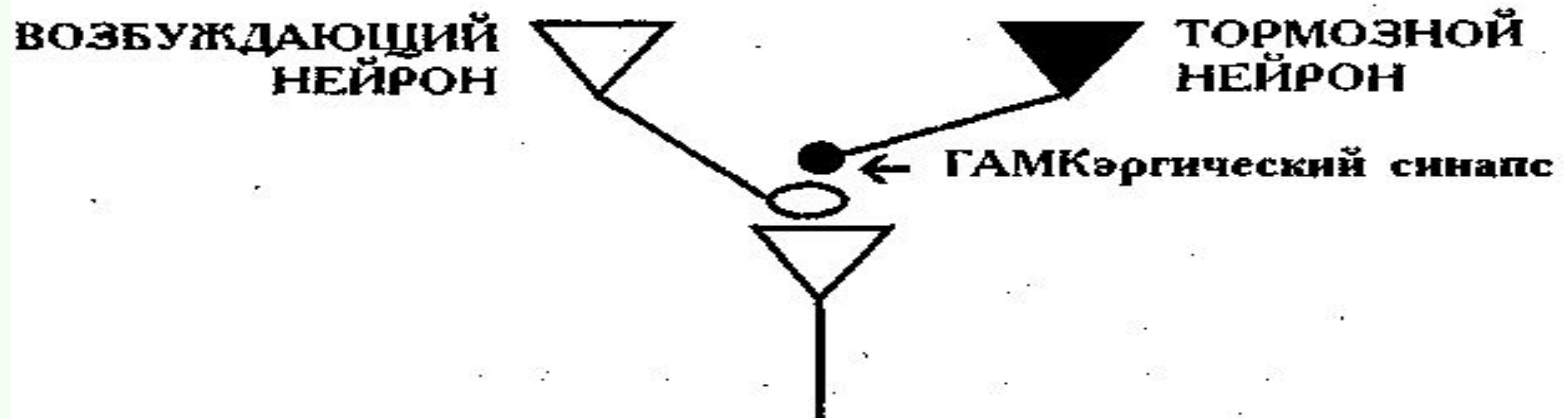
Инертность доминанты. Доминирующий очаг возбуждения исчезает не сразу после удовлетворения потребности. Примером является пищевое поведение накормленного животного.

Способность к суммации. Суммация является общим свойством всех нервных центров, для доминирующего центра, в связи с его повышенной возбудимостью, тем более.

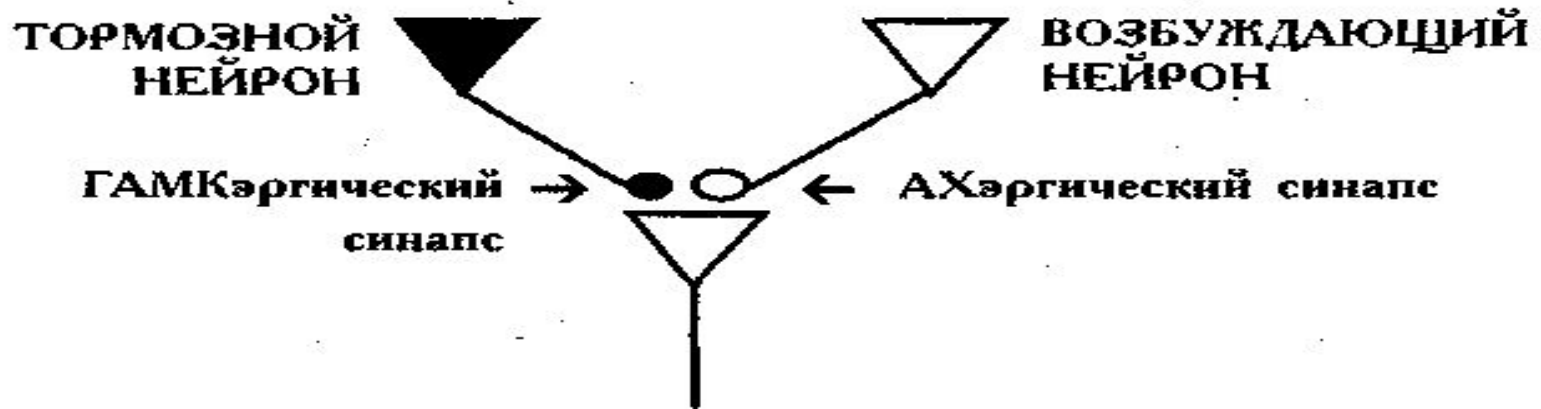
ТОРМОЖЕНИЕ В ЦНС

По механизму действия

ПРЕСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



ПОСТСИНАПТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ



- **Пресинаптическое торможение** - тормозной нейрон образует аксоаксональный синапс на терминалах аксона возбуждающего нейрона. Медиатором в этом виде торможения является ГАМК, которая увеличивает проницаемость постсинаптической мембраны для хлора. В связи с большой величиной мембранного потенциала аксона хлор по электрическому градиенту выходит наружу, обеспечивая деполяризацию постсинаптической мембраны. Эта деполяризация электротонически распространяется на собственно мембрану аксона, но не деполяризует ее до критического уровня. Длительная деполяризация мембраны аксона приводит к инактивации потенциалзависимых натриевых каналов (аналогично эффекту катода). В результате возбудимость и проводимость участка аксона падают. Проведение возбуждения к возбуждающему синапсу или затрудняется, или блокируется.
- **Постсинаптическое торможение** - на одном нейроне конвергируют возбуждающие и тормозные нейроны. Выделение тормозного медиатора (например, глицина) приводит к увеличению проницаемости мембраны для калия и хлора, возникновению гиперполяризации или ТПСР. Гиперполяризация электротонически распространяется на собственно мембрану клетки, увеличивая порог возбуждения. Возбудимость падает. Для активации необходима большая величина ВПСР соседнего синапса.

ВИДЫ ТОРМОЖЕНИЯ В ЦНС

- **Центральное (Сеченовское) торможение.** Открыто И.М.Сеченовым в эксперименте с наложением кристалла поваренной соли на четверохолмие открытого мозга лягушки. Обнаружил увеличение времени сгибательного рефлекса (время от нанесения раздражения до начала рефлекторной реакции). Этот опыт позволил сделать заключение о существовании процесса торможения в ЦНС. Сеченовское торможение обеспечивает реализацию принципа субординации.
- **Торможение вслед за возбуждением.** Состоит во временном снижении возбудимости нервного центра после его возбуждения. Одним из механизмов является временное увеличение порога возбуждения нейрона вследствие длительной следовой гиперполяризации.
- **Пессимальное торможение.** Возникает при длительном или сильном раздражении. Один из механизмов состоит в снижении чувствительности постсинаптической мембраны к медиатору (десенситизация рецепторов).
- **Возвратное торможение.** Характерно для мотонейронов спинного мозга. После выхода из спинного мозга аксон мотонейрона образует коллатераль, которая активирует вставочный тормозной нейрон. Тот в свою очередь тормозит мотонейрон. В этом виде торможения реализуется отрицательная обратная связь. Протекает по типу постсинаптического торможения.
- **Латеральное торможение.** Предполагает распространение процесса торможения на нервные центры, которые находятся рядом с очагом возбуждения.
- **Реципрокное торможение.** Сопряженное торможение показано на примере работы антагонистических групп мышц. Возбуждение сгибателя одновременно вызывает торможение разгибателя и наоборот.