

ТОРМОЖЕНИЕ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

Мухина Ирина Васильевна

Лечебный, педиатрический факультеты

2021

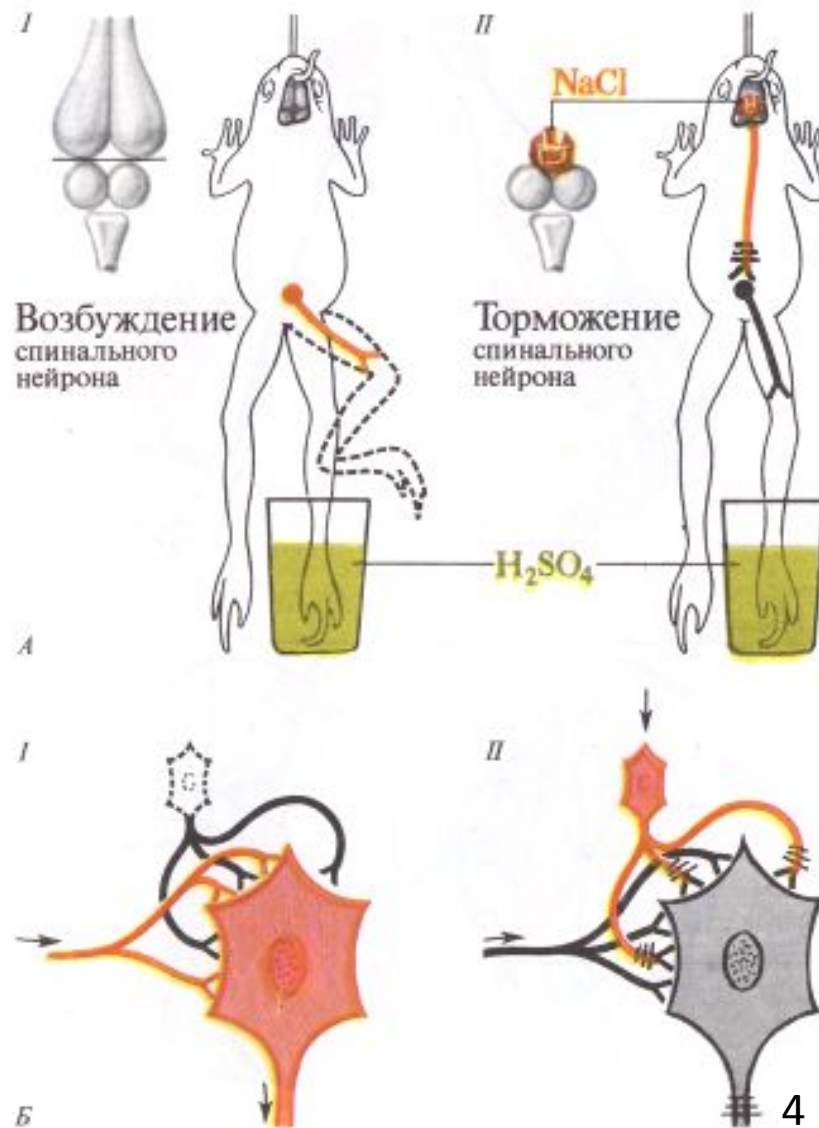
Содержание

1. История открытия
2. Механизмы центрального торможения
3. Виды центрального торможения в зависимости от структуры нейронных сетей
4. Основные принципы координационного взаимодействия нервных центров

- **Торможение** – самостоятельный нервный процесс, который вызывается возбуждением и проявляется в подавлении другого возбуждения.

История открытия

- 1862 - открытие И.М. Сеченовым эффекта **центрального торможения** (химическое раздражение зрительных бугров лягушки тормозит простые спинномозговые безусловные рефлексы);
- Начало 20-го века - Экклс, Реншоу показали существование **специальных вставочных тормозных нейронов**, имеющих синаптические контакты с двигательными нейронами.



Механизмы центрального торможения

- В зависимости от нейронного механизма, различают первичное торможение, осуществляемое с помощью тормозных нейронов и вторичное торможение, осуществляемое без помощи тормозных нейронов.

Первичное торможение:

1. Постсинаптическое;
2. Пресинаптическое.

Вторичное торможение

1. Пессимальное;
2. Постактивационное.

Постсинаптическое торможение

- основной вид торможения, развивающийся в постсинаптической мембране аксосоматических и аксодендрических синапсов под влиянием активации **тормозных нейронов**, из пресинаптических окончаний которых освобождается и поступает в синаптическую щель **тормозной медиатор (глицин, ГАМК)**.

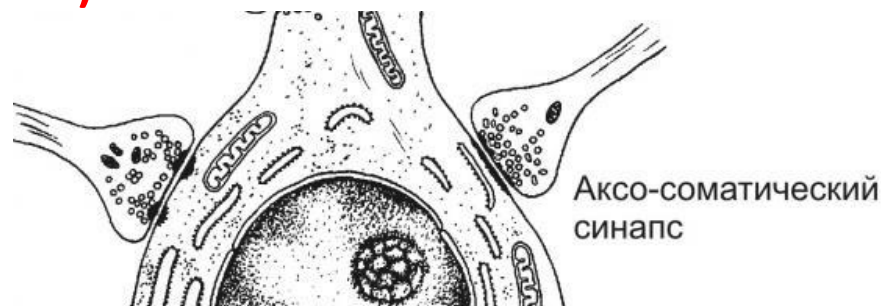
Тормозной медиатор

Увеличение проницаемости K^+ и Cl^- в постсинаптической мембране

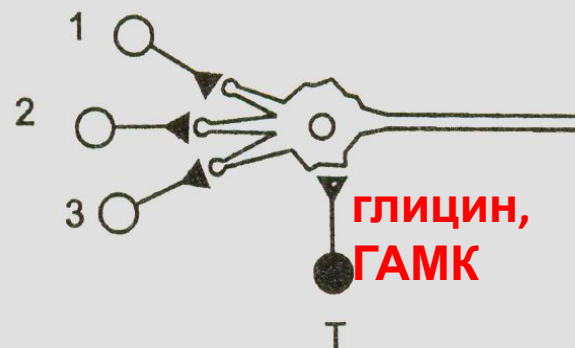
Гиперполяризация (ТПСП)

Уменьшение возбудимости мембраны постсинаптической клетки

Прекращение ПД в аксональном холмике



А. Постсинаптическое торможение



Постсинаптическое торможение связано со **снижением возбудимости постсинаптической мембраны**.

Пресинаптическое торможение

Развивается в **аксоаксональных синапсах**, блокируя распространение возбуждения по аксону.

Импульсы в пресинаптическом окончании аксоаксонального синапса высвобождают медиатор (ГАМК), который вызывает **длительную деполяризацию** постсинаптической области за счет увеличения проницаемости их мембраны для Cl^- .

Тормозной медиатор (ГАМК)

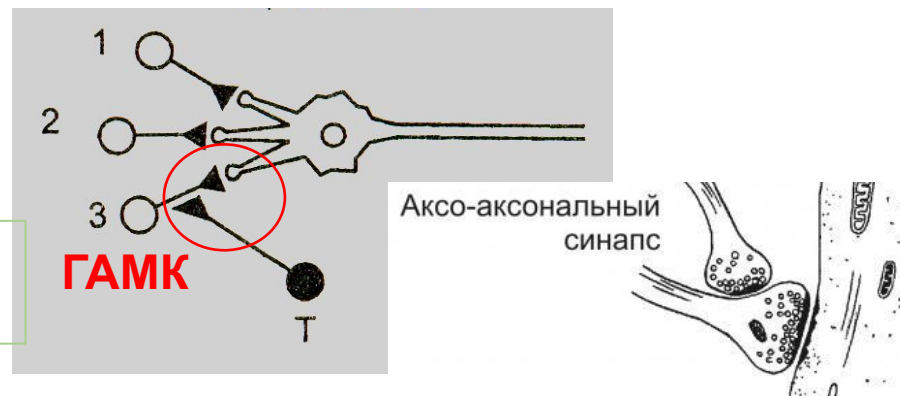
Длительная деполяризация
постсинаптической области аксона

Уменьшение амплитуды
пресинаптического потенциала

Снижение количества высвобождаемого
медиатора

Импульс не передается на
постсинаптическую мембрану нейрона

Изменяется критический уровень деполяризации за счет инактивации Na^+ каналов, что ведет к увеличению порога деполяризации и снижению возбудимости аксона на пресинаптическом уровне



Постсинаптическое торможение связано со **снижением возбудимости пресинаптической мембраны.**

Пессимальное торможение

- Представляет собой вид торможения центральных нейронов.
- Наступает при высокой частоте раздражения. Не требует специальных структур.
- В основе лежит механизм инактивации Na-каналов при длительной деполяризации и изменение свойств мембраны аналогично катодической депрессии.



Торможение
по типу пессимума
Н.Е. Введенского

Постактивационное торможение

Не требует специальных структур. Торможение обусловлено выраженной следовой гиперполяризацией постсинаптической мембраны в аксональном холмике после длительного возбуждения.

В зависимости от строения нейронных сетей различают три вида торможения:

1. Возвратное;
2. Реципрокное (сопряженное);
3. Латеральное.

Возвратное торможение

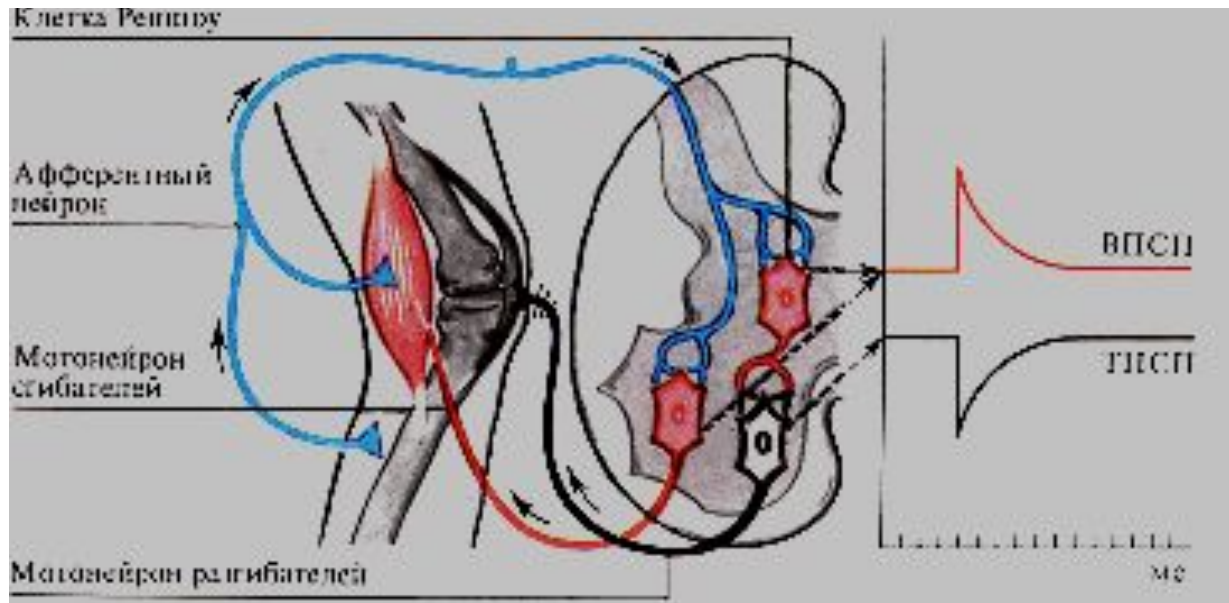
Угнетение активности нейрона, вызываемое возвратной коллатералью аксона нервной клетки с участием тормозного вставочного нейрона.



(Принцип отрицательной обратной связи)

Реципрокное (сопряженное) торможение

- Сгибание и разгибание конечностей осуществляется благодаря согласованной работе двух функционально антагонистических мышц: (1) сгибателей и (2) разгибателей.
- Сигнал от афферентного звена через промежуточный нейрон вызывает возбуждение мотонейрона, иннервирующего мышцу-сгибатель, а через клетку Реншоу тормозит мотонейрон, иннервирующий мышцу-разгибатель (и наоборот).



Латеральное торможение

- При латеральном торможении возбуждение, передаваемое через коллатерали аксона возбужденной нервной клетки, активирует вставочные тормозные нейроны, которые тормозят активность соседних нейронов, в которых возбуждение отсутствует или является более слабым.
- Образующаяся зона торможения находится сбоку по отношению к возбужденному нейрону.
- Латеральное торможение по нейронному механизму действия может иметь форму как постсинаптического, так и пресинаптического торможения.
- Играет важную роль при выделении признака в сенсорных системах, коре больших полушарий.

Значение торможения

1. **Координация рефлекторных актов.** Направляет возбуждение к определенным нервным центрам или по определенному пути, выключая те нейроны и пути, деятельность которых в данный момент является несущественной. Результатом такой координации является определенная приспособительная реакция.
2. **Ограничение иррадиации.**
3. **Охранительное.** Предохраняет нервные клетки от перевозбуждения и истощения. Особенно при действии сверхсильных и длительно действующих раздражителей.

Координация

- В реализации информационно-управляющей функции ЦНС значительная роль принадлежит процессам координации деятельности отдельных нервных клеток и нервных центров.
- **Координация** – морфофункциональное взаимодействие нервных центров, направленное на осуществление определенного рефлекса или регуляции функции.
- **Морфологическая основа** координации: *связь между нервными центрами (конвергенция, дивергенция, циркуляция).*
- **Функциональная основа:** *возбуждение и торможение.*

Основные принципы координационного взаимодействия нервных центров

- 1. Сопряженное (реципрокное) торможение.**
- 2. Обратная связь.**
- 3. Общий конечный путь**
- 4. Облегчение**
- 5. Окклюзия**
- 6. Доминанта**
- 7. Субординация**

- 1. Сопряженное (реципрокное) торможение.**
- 2. Обратная связь.** *Положительная* – сигналы, поступающие на вход системы по цепи обратной связи, действуют в том же направлении, что и основные сигналы, что ведет к усилению рассогласования в системе. *Отрицательная* – сигналы, поступающие на вход системы по цепи обратной связи, действуют в противоположном направлении и направлены на ликвидацию рассогласования, т.е. отклонений параметров от заданной программы (П.К. Анохин).
- 3. Общий конечный путь** (принцип «воронки» Шеррингтона). Конвергенция нервных сигналов на уровне эфферентного звена рефлекторной дуги определяет физиологический механизм принципа «общего конечного пути».

4. Облегчение - интегративное взаимодействие нервных центров, при котором суммарная реакция при одновременном раздражении рецептивных полей двух рефлексов выше суммы реакций при изолированном раздражении этих рецептивных полей.

5. Окклюзия - интегративное взаимодействие нервных центров, при котором суммарная реакция при одновременном раздражении рецептивных полей двух рефлексов меньше, чем сумма реакций при изолированном раздражении каждого из рецептивных полей.

6. Доминанта. Доминантным называется временно господствующий в нервных центрах очаг (или доминантный центр) повышенной возбудимости в ЦНС. По А.А. Ухтомскому, доминантный очаг характеризуется:

- **повышенной возбудимостью,**
- **стойкостью и инертностью возбуждения,**
- **повышенной суммацией возбуждения.**

Доминирующее значение такого очага определяет его **угнетающее влияние** на другие соседние очаги возбуждения.

Принцип доминанты определяет формирование главенствующего возбужденного нервного центра в тесном соответствии с ведущими мотивами, потребностями организма в конкретный момент времени.

7. Субординация. Восходящие влияния преимущественно носят возбуждающий стимулирующий характер, нисходящие носят угнетающий тормозной характер.

Эта схема согласуется с представлениями о росте в процессе эволюции роли и значении тормозных процессов в осуществлении сложных интегративных рефлекторных реакций.

Имеет регулирующий характер.

Вопросы студентам

- 1. Назовите основные тормозные медиаторы;
- 2. Какой тип синапса участвует в пресинаптическом торможении?;
- 3. Какова роль торможения в координационной деятельности ЦНС?
- 4. Перечислите свойства доминантного очага в ЦНС.