

# **ТОРМОЖЕНИЕ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ**

*Мухина Ирина Васильевна*

**Лечебный, педиатрический факультеты**

2021

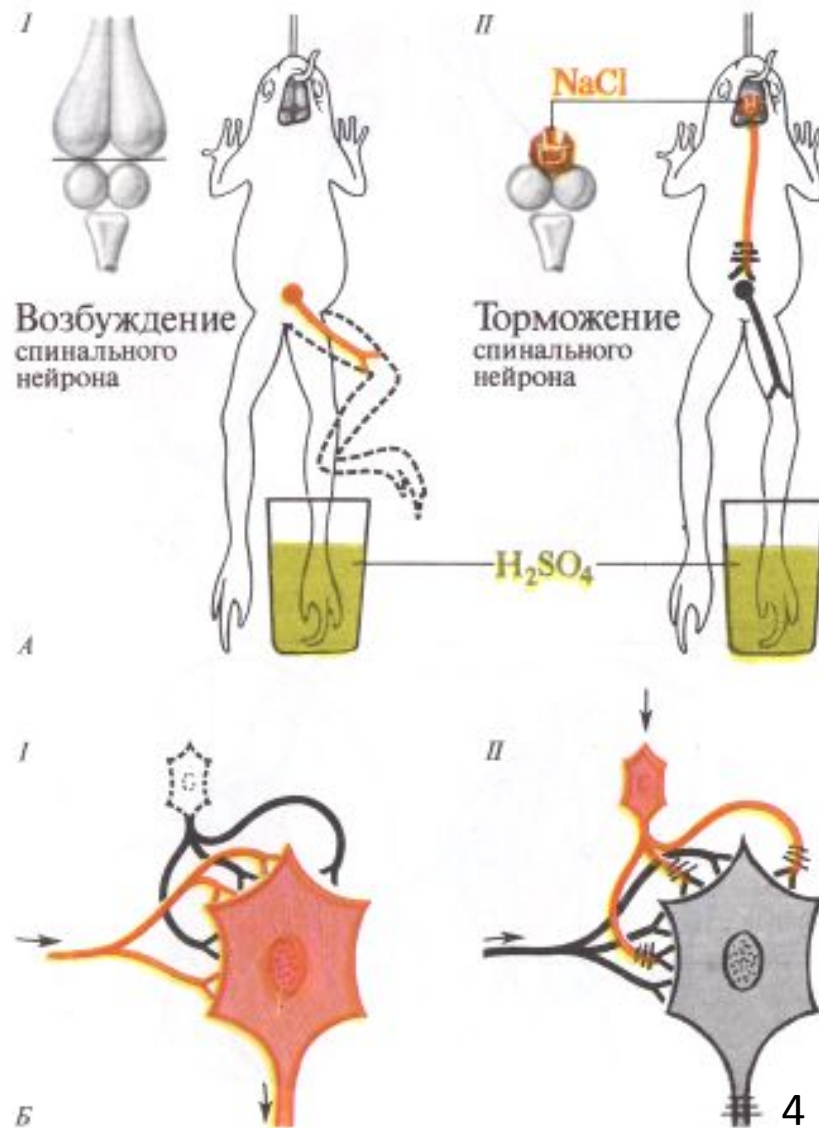
# Содержание

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)**.

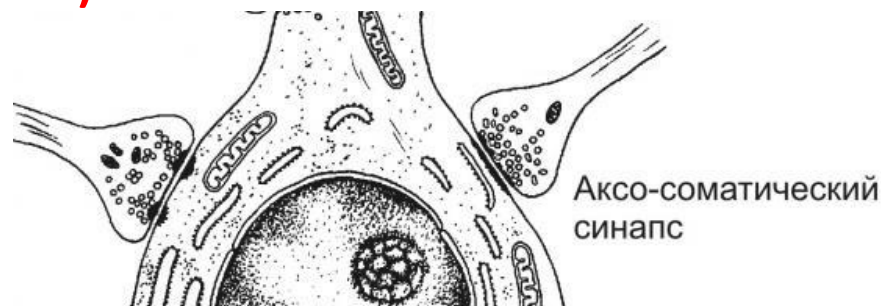
Тормозной медиатор

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

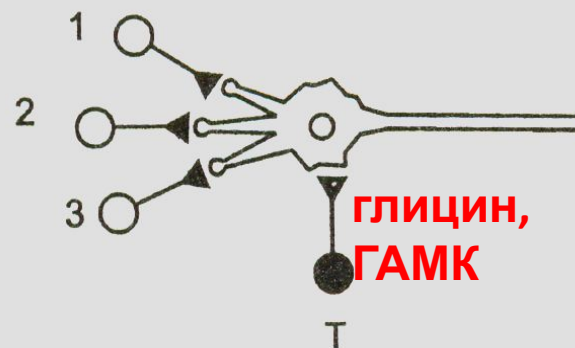
Гиперполяризация (ТПСП)

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)

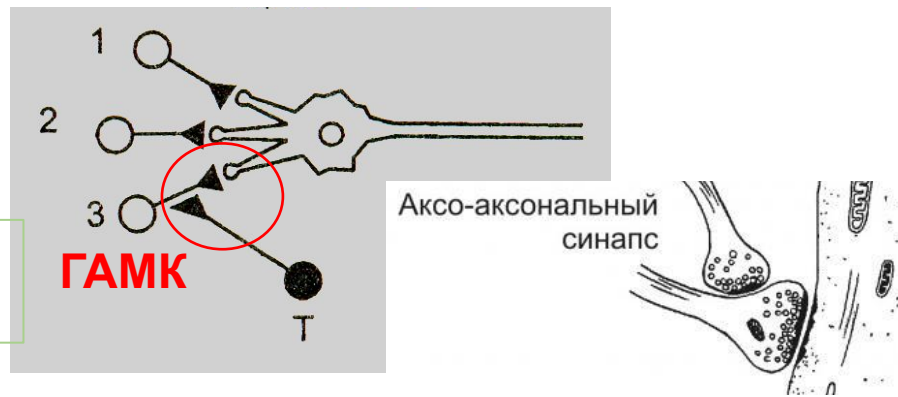
Длительная деполяризация постсинаптической области аксона

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

## Постаптивационное 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

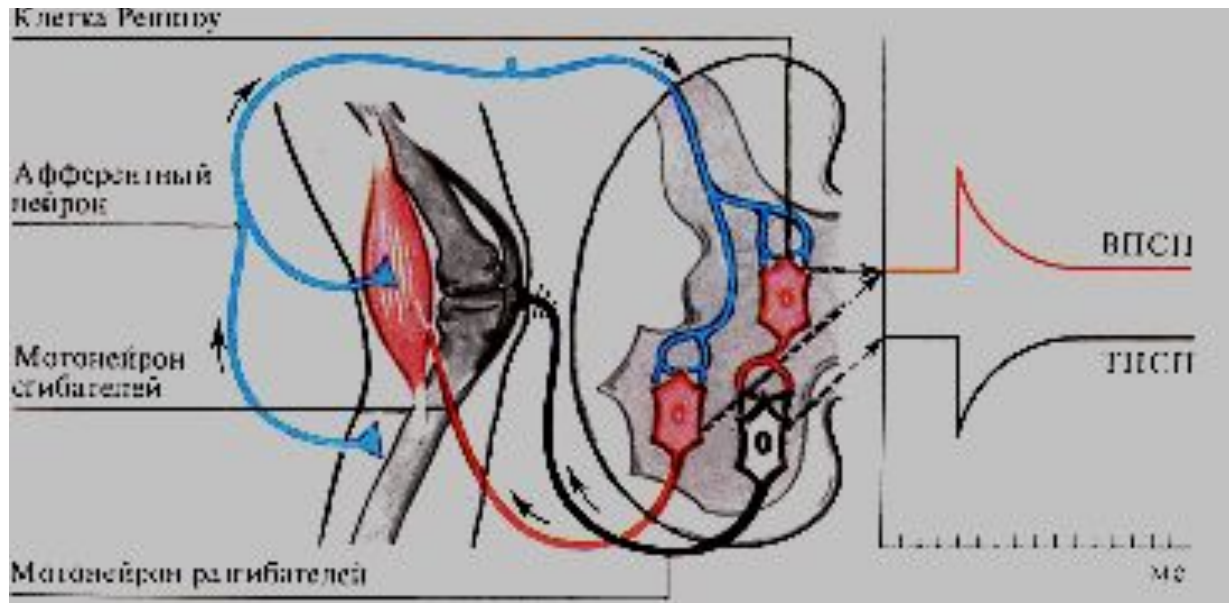
Угнетение активности нейрона, вызываемое возвратной коллатералью аксона нервной клетки с участием тормозного вставочного нейрона.



**(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 рефлексорных 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.