

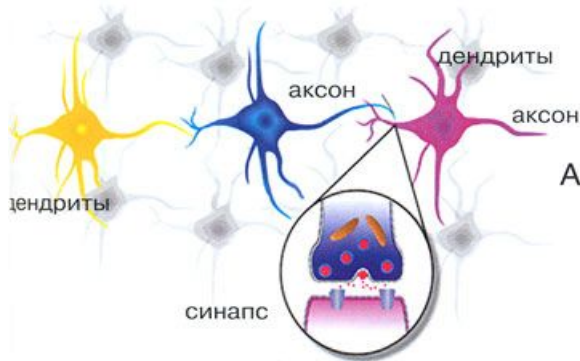
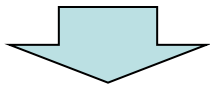
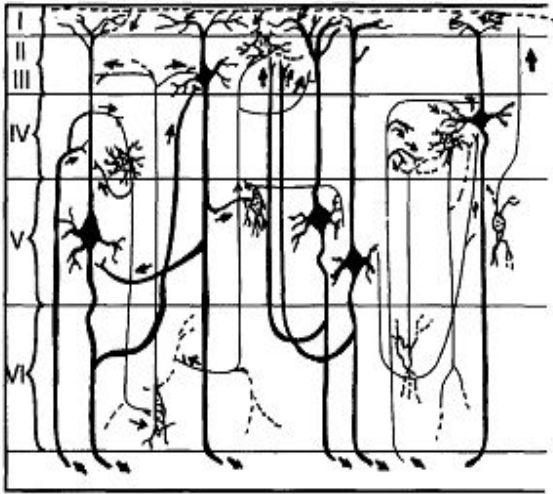
# **ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ (ЦНС):**

**Нейронные сети. Принципы взаимодействия нейронов в нейронных сетях. Нервный центр. Свойства нервных центров и особенности проведения возбуждения по нервным центрам**

*Проф. Мухина И.В.*  
Лекция №7

Лечебный факультет

**Нейронные сети мозга** – совокупность синаптически связанных нейронов, участвующих в получении, передаче, хранении и воспроизведении информации.



## ОСОБЕННОСТИ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ МОЗГА

1. Активность нейронов при передаче и обработке нервных импульсов регулируется **свойствами мембраны**, которые могут меняться под воздействием **синаптических медиаторов**.
2. Биологические функции нейрона могут **меняться и адаптироваться** к условиям функционирования.
3. Нейроны объединяются в нейронные сети, основные типы которых, а также схемы проводящих путей мозга являются **генетически запрограммированными**.
4. В процессе развития возможно локальное **видоизменение нейронных сетей** с формированием новых соединений между нейронами.
5. Нейронные сети взаимодействуют с **клетками других типов**.
6. Нейронные сети могут формировать **функциональные системы**.

# Нейрон имеет множественные синаптические контакты с другими нейронами

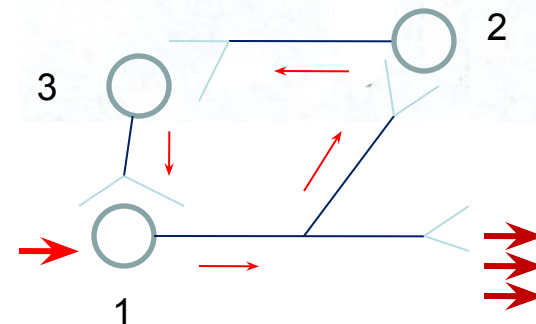
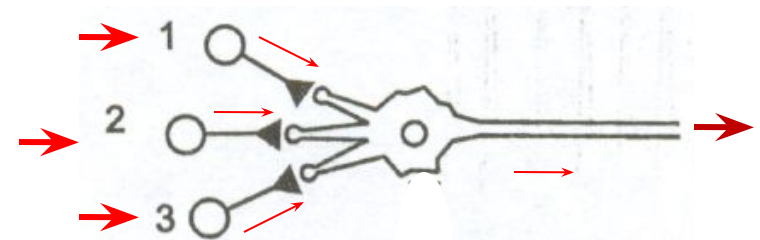
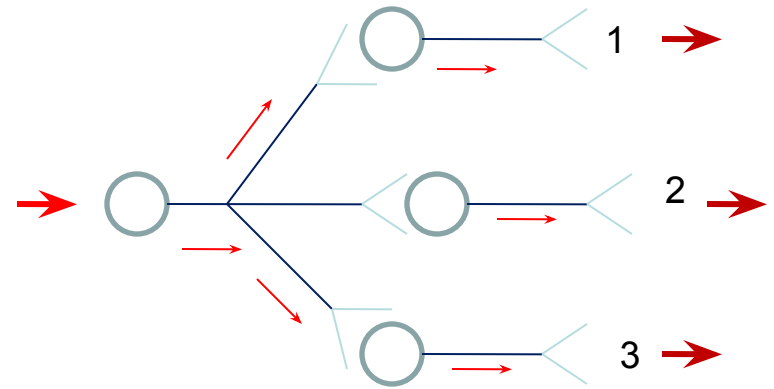
- Три принципа взаимодействия нейронов:

- **1. Принцип дивергенции.**
- **2. Принцип конвергенции.**
- **3. Циркуляции.**

- 1. Дивергенция – это способность нервной клетки устанавливать многочисленные синаптические связи с различными нервными клетками. В результате афферентная информация поступает одновременно к разным участкам ЦНС. Один нейрон может участвовать в нескольких различных реакциях, передавая возбуждение значительному числу других нейронов, обеспечивая широкую **иррадиацию** возбудительного процесса в центральных нервных образованиях (кашлевой рефлекс).

- 2. Конвергенция – это схождение различных импульсных потоков от нескольких нервных клеток к одному нейрону. Интегративная функция. Мотонейрон – общий конечный путь двигательной системы (англ. физиол. Шеррингтон)

- 3. Циркуляция - циркуляция нервного импульса по замкнутой нервной цепочке. Реверберация.



- **Нервный центр** – это динамическая совокупность нейронов, координированная деятельность которых обеспечивает регуляцию отдельных функций организма или определенный рефлекторный акт.

# Нервные центры имеют ряд общих свойств, определяемых наличием синаптических образований и структурой нейронных сетей, образующих эти центры:

- **Низкая лабильность** (50-100 имп/с). Обусловлена скоростью развития синаптической передачи импульса в химическом синапсе.
- **Высокая утомляемость**. Утомление – временное снижение работоспособности в результате проведенной работы, которое исчезает после отдыха. Причины: а) истощение и несвоевременный синтез медиатора; б) адаптация постсинаптического рецептора к медиатору; в) инактивация рецепторов в результате длительной деполяризации постсинаптической мембраны.
- **Высокая чувствительность к недостатку кислорода**. Мозг в 22 раза больше потребляет кислорода, чем мышечная ткань. Необратимые изменения наступают в коре через 4-5 мин, в стволовых клетках – через 15-20 мин.
- **Высокая чувствительность к ацидозу и алкалозу**. Снижение рН до 7.0 может вызвать развитие коматозного состояния (диабетическая кома). Повышение рН до 7.8-8.0 повышает возбудимость нейронов (эпилепсия).
- **Высокая чувствительность к фармакологическим веществам** (блокаторы нервно-мышечной передачи, психомиметические средства), ядам:
  - Токсин *Cl. botulinum* – блокада высвобождения возбуждающего медиатора.
  - Столбнячный токсин – блокада высвобождения тормозного медиатора.
  - Удаление  $Ca^{2+}$  или замещение на  $Mg^{2+}$  - блокада высвобождения медиатора
  - Гемихолиний – нарушение синтеза медиатора.
  - Бунгаротоксин – необратимое связывание с АХ-рецепторами
  - Яд кураре – конкурентное связывание с АХ-рецепторами.
  - Стрихнин – конкурентное связывание с глицин-рецепторами.
  - Бикулин, пикртоксин (судорожные яды), пенициллин – конкурентное связывание с ГАМК-рецепторами.
  - Фосфоорганические соединения – угнетение холинэстеразы и вследствие этого продолжительная субсинаптическая деполяризация и инактивация рецепторов.
  - Релаксанты (сукцинилхолин) – аналоги АХ, но не расщепляющиеся АХЭ, продолжительная деполяризация субсинаптической мембраны и инактивация рецепторов.
  - Алкоголизм, привыкание, наркомания.
- **Пластичность** – способность нервных элементов к перестройке функциональных свойств. Основа: изменение структуры и функции синапсов. Пластичность обуславливает такие функции ЦНС как научение и память, Свойство пластичности лежит в основе компенсации функции при нарушении за счет формирования новых нейронных связей, синтеза специфических белков.

# Закономерности проведения возбуждения по рефлекторной дуге

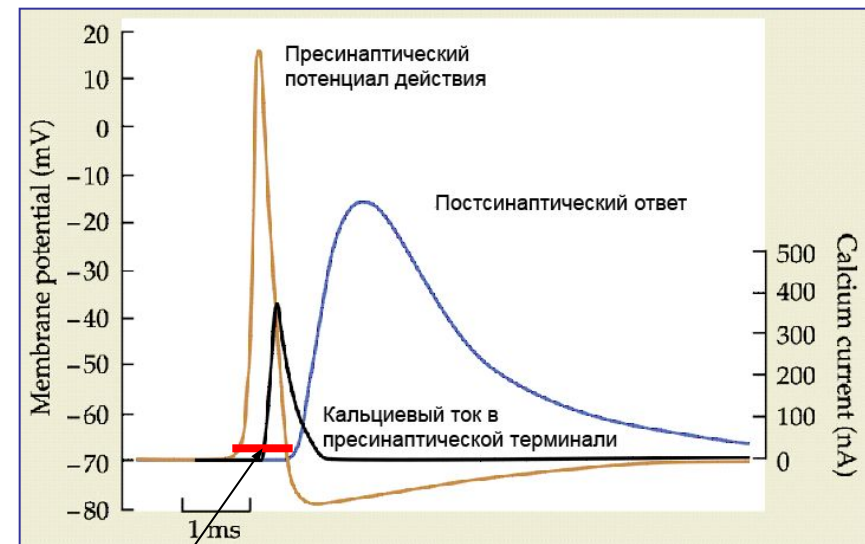
1. Одностороннее проведение;
2. Замедленное проведение;
3. Суммация подпороговых раздражений;
4. Трансформация ритма возбуждения;
5. Рефлекторное последствие;
6. Посттетаническая потенция.

- **Одностороннее проведение.** Обусловлено особенностями проведения возбуждения по химическому синапсу. Медиаторы, к которым рецепторы находятся в постсинаптической мембране, выделяются только в пресинаптическом окончании.
- **Замедленное проведение,** обусловленное синаптической задержкой в центральной части рефлекторной дуги. Составляет 0.2-0.5 мс и определяет время рефлекса (от начала раздражения до начала ответной реакции).

**Синаптическая задержка – время между началом пресинаптической деполяризации и началом постсинаптического потенциала.**

**Обусловлена:**

1. Временем, необходимым для деполяризации нервного окончания;
2. Временем открывания кальциевых каналов;
3. Временем увеличения внутриклеточной концентрации кальция, который запускает процесс экзоцитоза



**Синаптическая задержка**

- Суммация подпороговых раздражений.

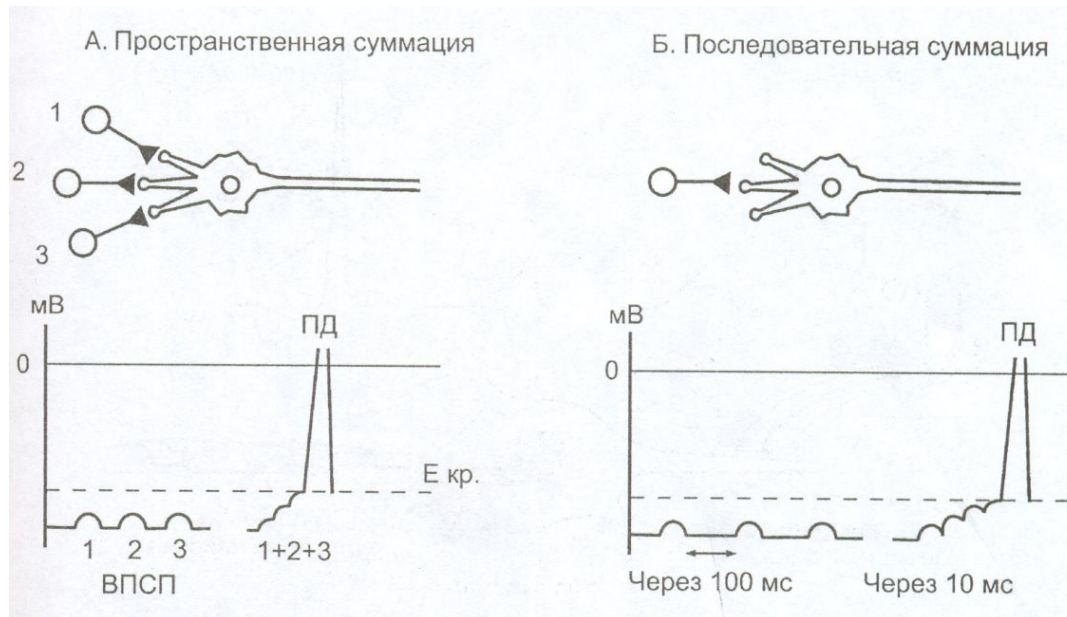
- Два типа:

- Суммация временная;

- П/п раздражение наносится на одну и ту же точку рецептивного поля. ВПСП быстро следуют друг за другом и суммируются благодаря своему относительно медленному временному ходу ( $\approx 15$  мс), достигая в конце концов подпорогового уровня (Екр.) в области аксона. Временная суммация ответа обусловлена тем, что ВПСП продолжается дольше, чем рефрактерный период аксона.

- Суммация пространственная (одновременная)

- П/п раздражения наносятся одновременно на несколько точек рецептивного поля, в результате конвергенции нейронных входов происходит суммация локальных ответов.





### Трансформация ритма возбуждения.

- При ритмическом возбуждении нервный центр перестраивает ритм как понижая, так и повышая частоту следования импульсов.  
Понижение связано с низкой лабильностью синапса (максимально – 100 имп/с).  
Повышение обусловлено:
  1. возникновением повторных разрядов на фоне длительной следовой деполяризации;
  2. наличием полисинаптических нервных цепей;
  3. циркуляцией импульсов в замкнутых нейронных цепях.

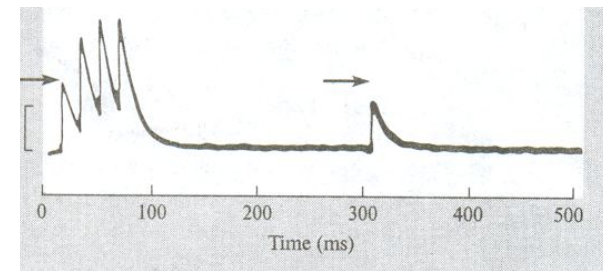
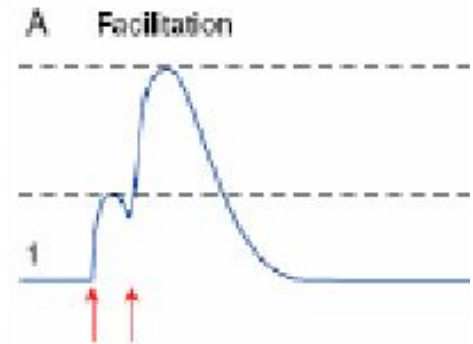
Рефлекторное последствие – продолжение рефлекторной реакции после окончания действия раздражителя. Механизмы те же, что и механизмы повышающей трансформации.

Ритмическая активация синапса часто сопровождается значительным увеличением амплитуды синаптических потенциалов

- **Облегчение или потенциация** - усиление рефлекторного ответа во время частотного раздражения.

**Посттетаническая потенциация** – это усиление рефлекторного ответа после тетанических раздражений. Длительность посттетанической потенциации может составлять от нескольких минут до нескольких часов. С функциональной точки зрения посттетаническая потенциация представляет собой процесс облегчения в ЦНС, связанный с приобретением опыта, т.е. **процесс научения, памяти.**

- **Депрессия** – угнетение рефлекторного ответа во время частотного раздражения



# ВОПРОСЫ СТУДЕНТАМ

- 1. Что такое нервный центр?
- 2. Что лежит в основе замедленного проведения возбуждения по нервному центру?
- 3. Что такое временная суммация? Привести пример.
- 4. Как изменяется рефлекторное последствие после приема больших доз алкоголя?