

**ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ
СИСТЕМЫ (ЦНС):
Нейрон. Синапс. Механизм проведения
возбуждения через синапс**

Проф. Мухина И.В.
Лекция №6
Лечебный факультет
2015

Содержание

- 1. Структура и функции ЦНС, рефлекс**
- 2. Нейрон как морфо-функциональная единица ЦНС.**
- 3. Синапс.**
- 4. Механизм проведения возбуждения через синапс**

1. Структура и функции ЦНС, рефлекс

КЛАССИФИКАЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

по функциональному принципу



по топографическому принципу



Функции ЦНС:

- 1). Объединение и согласование всех функций тканей, органов и систем организма.
- 2). Связь организма с внешней средой, регуляция функций организма в соответствии с его внутренними потребностями.
- 3). Основа психической деятельности.

В основе рефлекторной теории Сеченова-Павлова лежат три принципа:

1. Структурности (структурной основой рефлекса является рефлекторная дуга)
2. Детерминизма (принцип причинно-следственных отношений). Ни одна ответная реакция организма не бывает без причины.
3. Анализа и синтеза (любое воздействие на организм сначала анализируется, затем обобщается).
 - **Академик П.К. Анохин добавил к этой теории принцип обратной связи (отображающий точность реакций и адаптацию)**

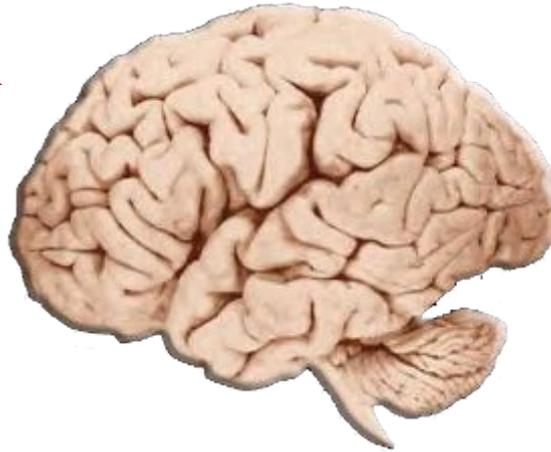
УРОВНИ ИЗУЧЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЦНС

Организм

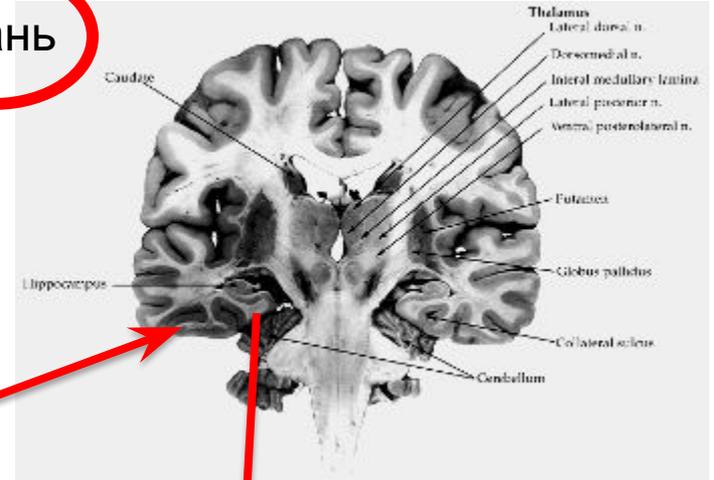
Homo sapiens sapiens



Орган



Ткань

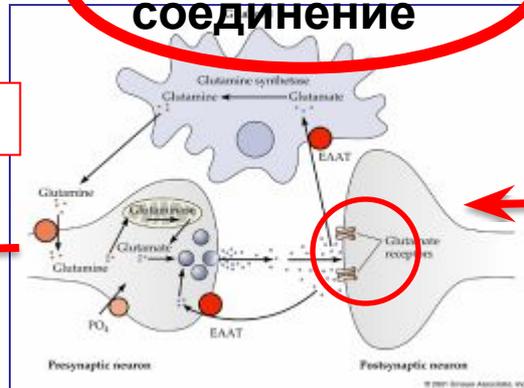


Молекула

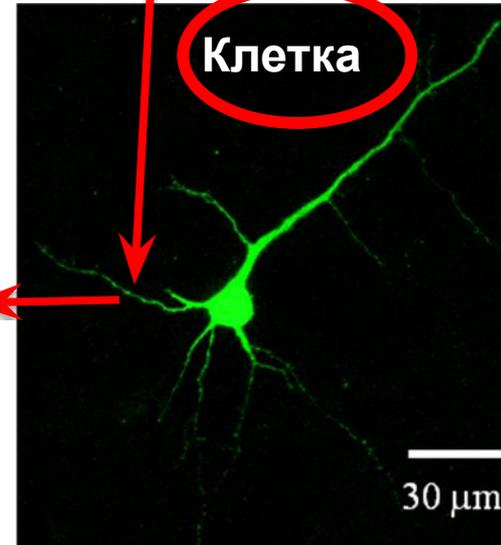


NMDAR

Межклеточное
соединение

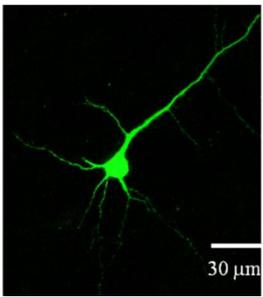


Клетка



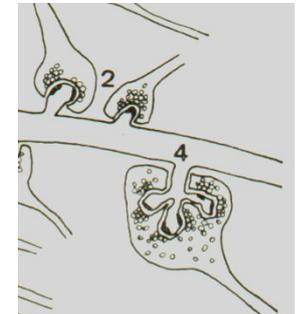
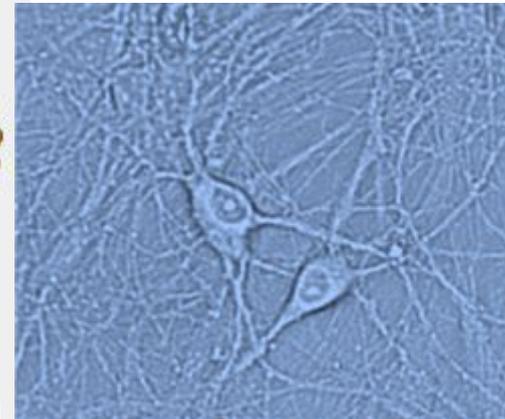
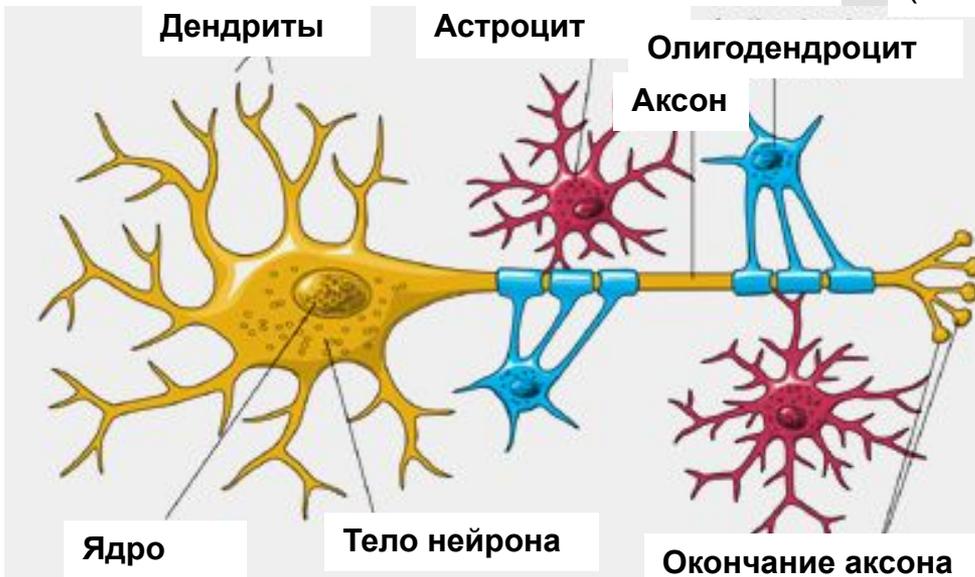
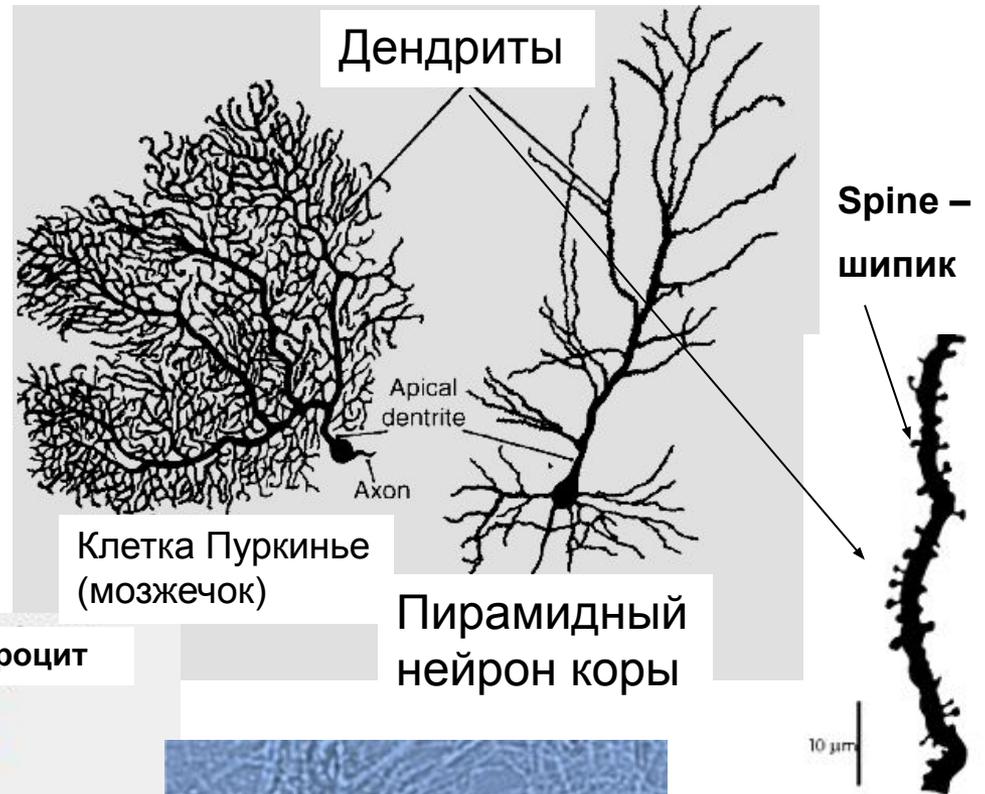
2. Нейрон как морфо- функциональная единица ЦНС

Структура и функция **нейронов**

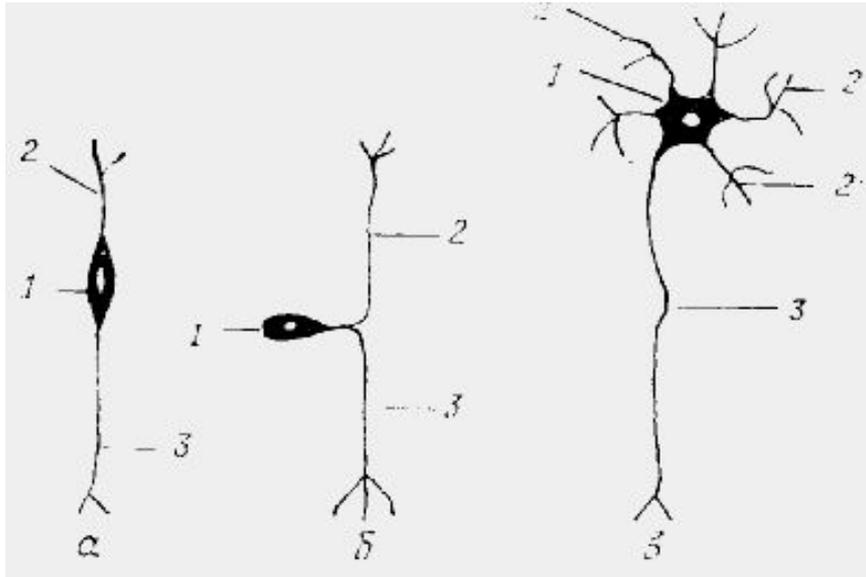


Функции нейронов:

1. Интегративная;
2. Координирующая
3. Трофическая



МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ФОРМЫ ЗРЕЛЫХ НЕЙРОНОВ



а — neuronum bipolare (биполярный нейрон);

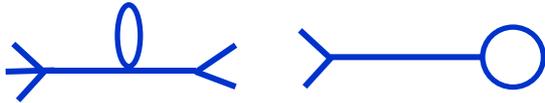
б — neuronum pseudounipolare (псевдоуниполярный нейрон) — представляет собой разновидность биполярного нейрона;

в — neuronum multipolare (мультиполярный нейрон);

1 — corpus neuroni seu neurocyti (тело нейрона);

2—dendritum (дендрит);

3 — axon, neuritum (аксон, нейрит)

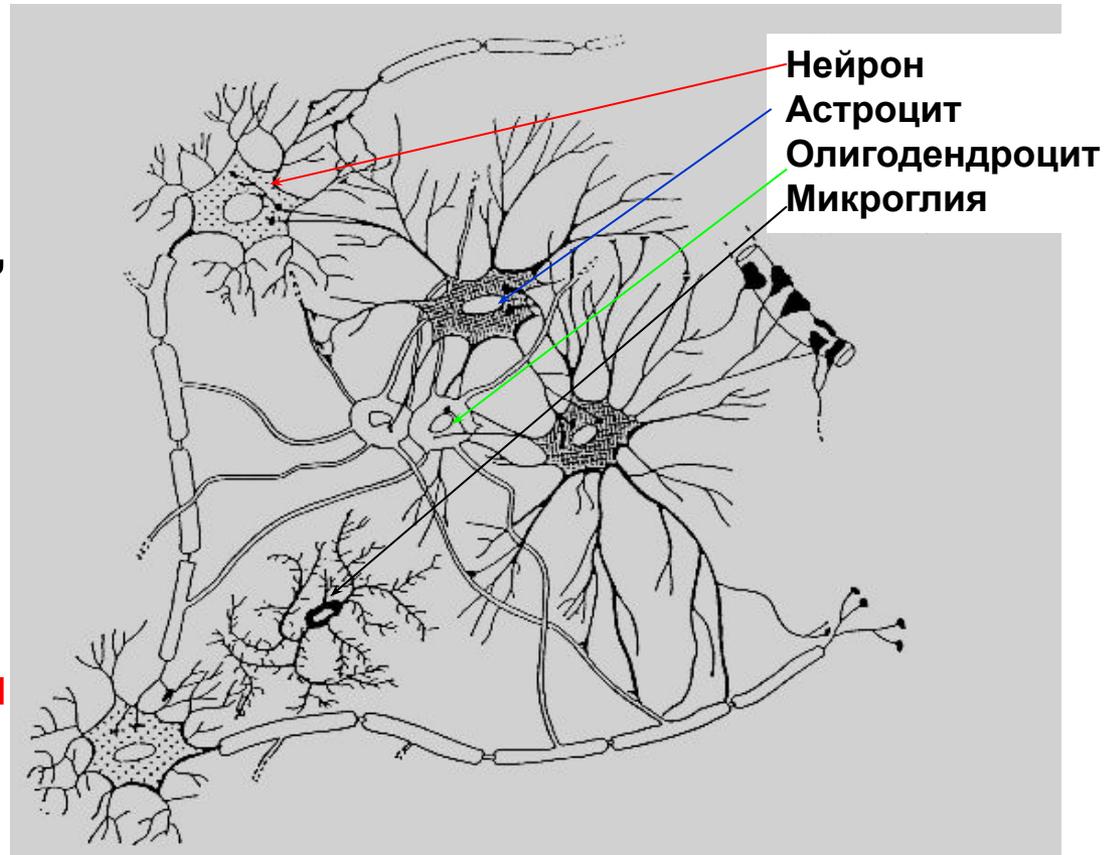


В зависимости от функции нейроны делятся на:

- рецепторные, чувствительные, афферентные. Их тела всегда лежат вне центральной нервной системы в чувствительных узлах черепных или спинномозговых нервов;
- промежуточные вставочные, замыкательные, ассоциативные. Они находятся в пределах центральной нервной системы;
- эффекторные, двигательные, эфферентные. Их тела находятся в центральной нервной системе и в вегетативных нервных узлах.

Структура и функции **глии**

- **Функции глии:**
- 1. Защитная (**микроглия** способна к фагоцитозу),
- 2. Опорная
- 3. Изолирующая (невозбудимая ткань, **олигодендроциты и Шванновские клетки** образуют миелиновую оболочку).
- 4. Обменная (**астроциты** снабжают нейроны питательными веществами)
- 5. Модуляция синаптической передачи импульса (**астроциты**)



Глиальные клетки взаимодействуют друг с другом с помощью **щелевых контактов (коннексонов)**.

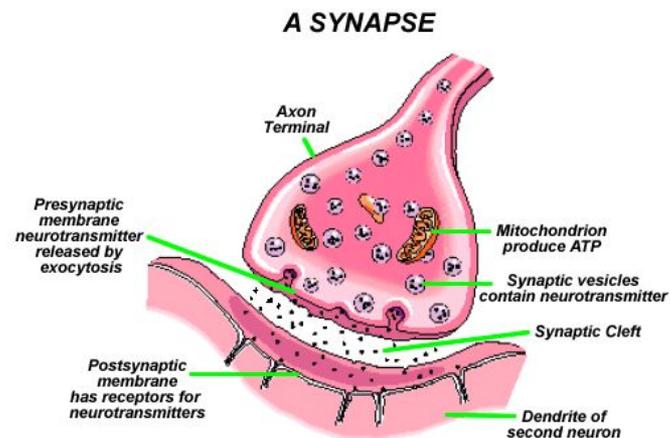
3. Синапс

Взаимодействие нейронов

- 1897 – Шеррингтон: синапс - «функциональный контакт между нейронами».
- **Синапс** (греч. σύναψις, от συνάπτειν — обнимать, обхватывать, пожимать руку) — место контакта между двумя нейронами. Служит для передачи нервного импульса между двумя клетками

Синапс состоит из:

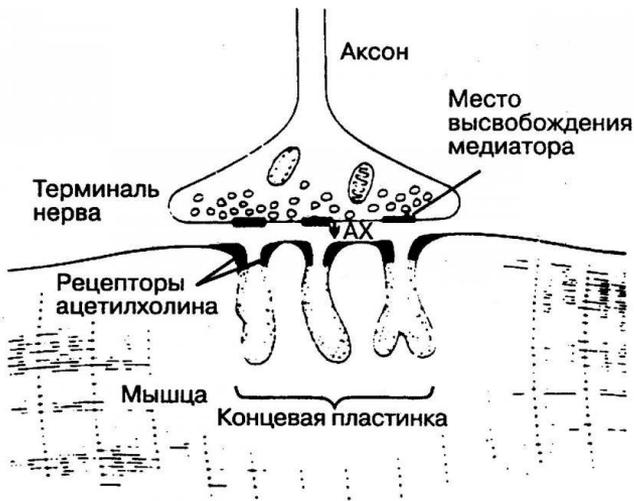
1. пресинаптической мембраны;
2. синаптической щели;
3. постсинаптической мембраны.



ТИПЫ СИНАПСОВ

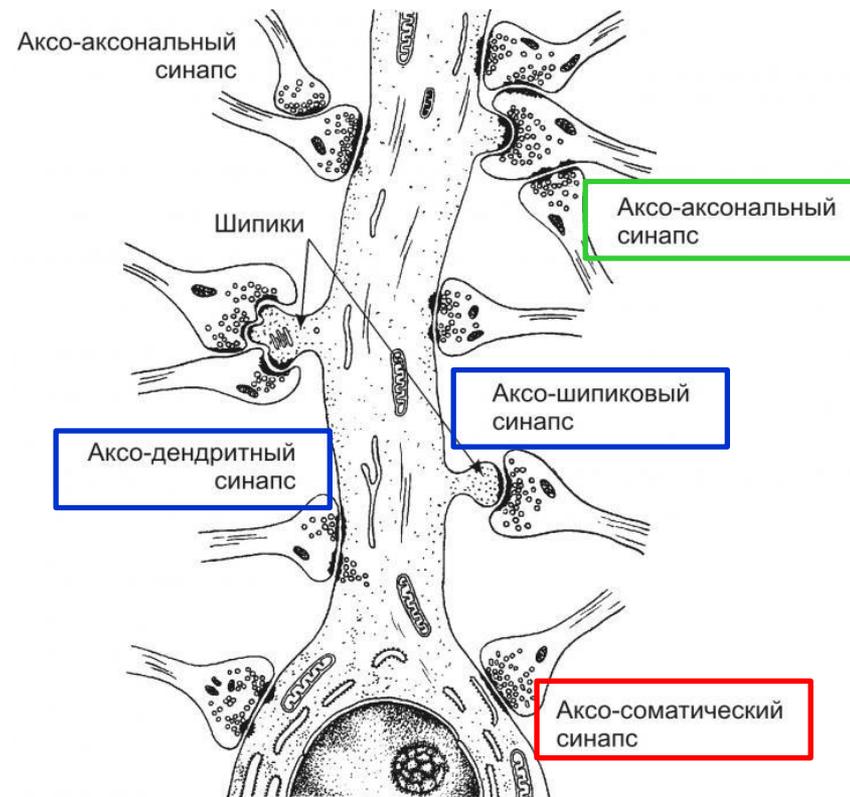
Синапсы различаются по:

- механизму действия (электрический, химический, смешанный);
- локализации на поверхности нервной клетки (**аксо-соматические, аксо-дендритные и аксо-шипиковые, аксо-аксональные**); на поверхности миоцита
- **мионевральный синапс.**
- функции (возбуждающие или тормозящие).



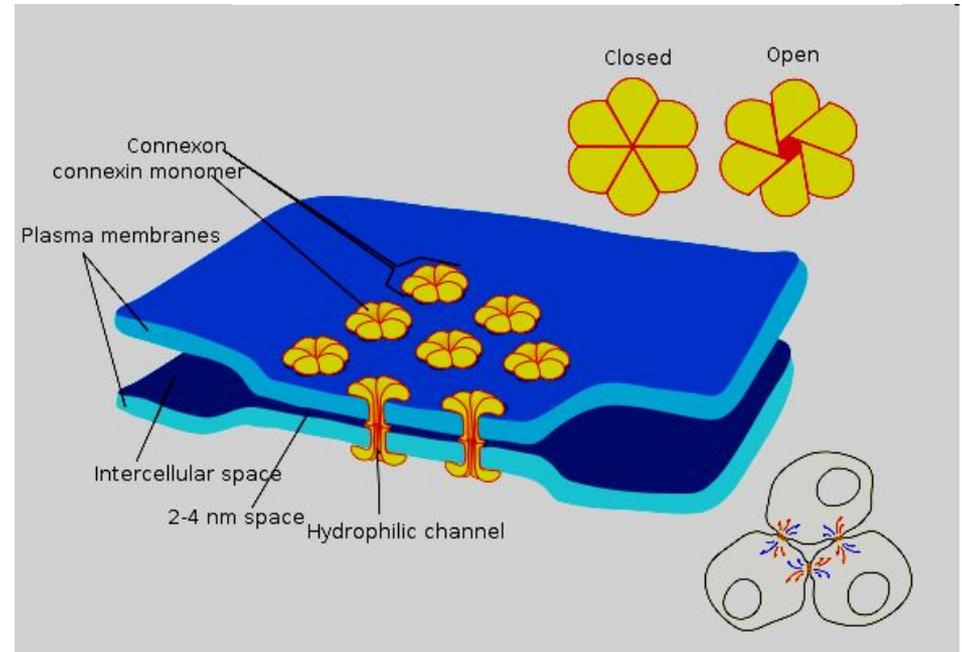
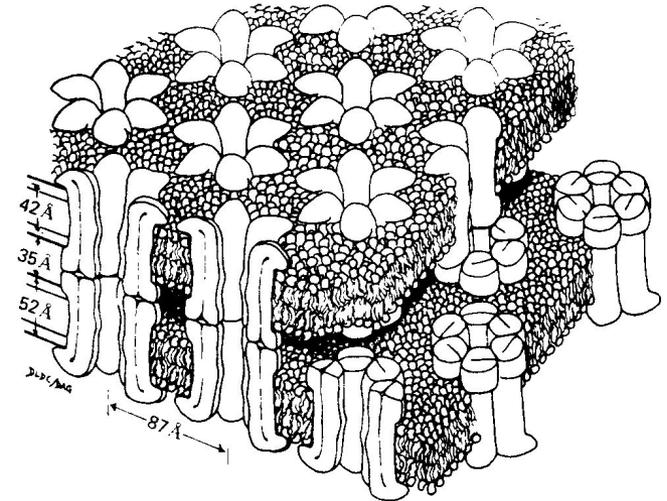
Мионевральный синапс

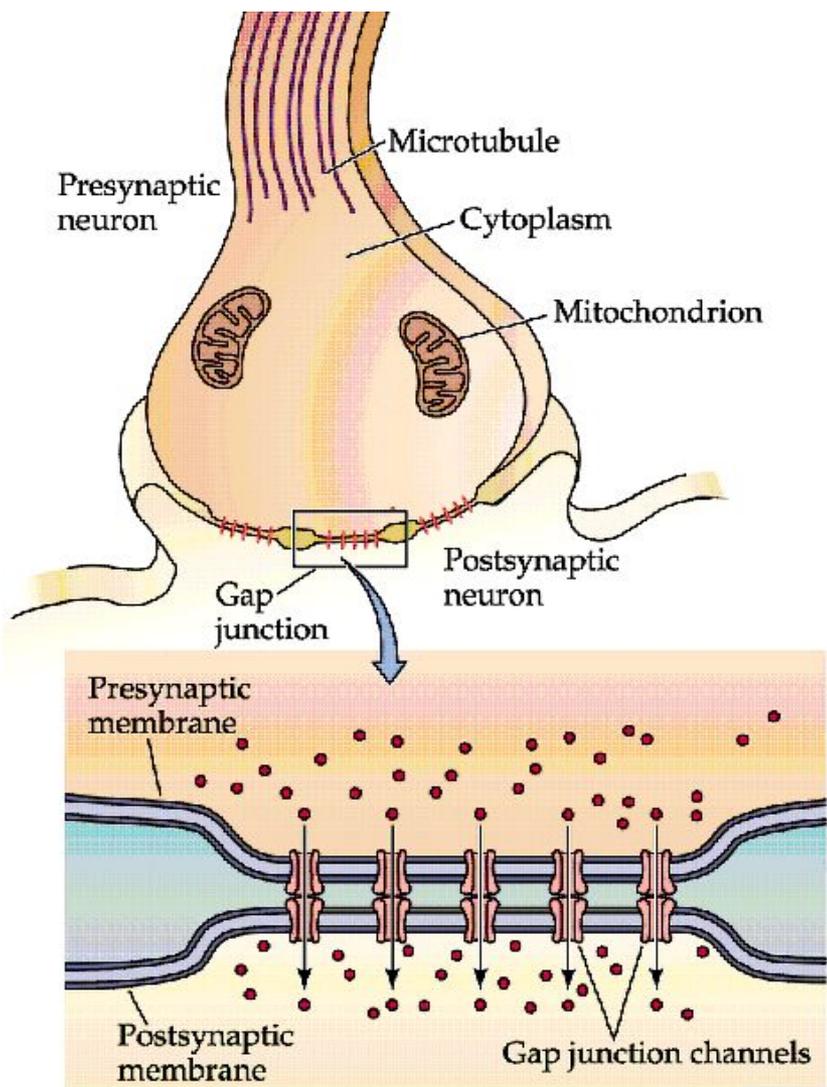
Синапсы



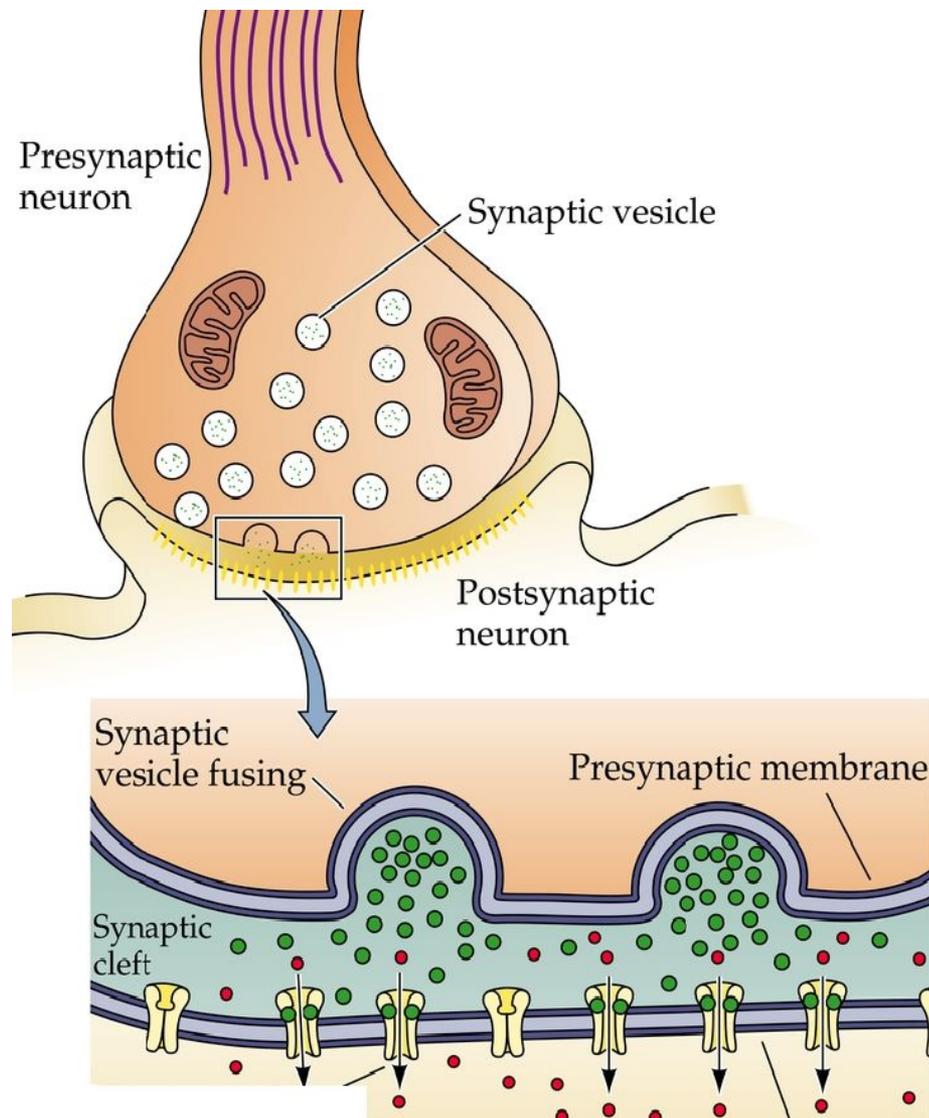
Структура электрического синапса

- способ соединения клеток в организме с помощью **белковых каналов (коннексонов)**. Через щелевые контакты могут непосредственно передаваться от клетки к клетке электрические сигналы (потенциалы действия), а также малые молекулы (с молекулярной массой примерно до 1000 Д).
- Структурную основу щелевого соединения составляют **коннексоны — каналы, образуемые шестью белками-коннексинами**.
- Отдельные коннексоны обычно сосредоточены на **ограниченных по площади участках мембран — нексусах**, или бляшках (англ. plaque) диаметром 0,5-1 мкм. В области нексуса мембраны соседних клеток сближены, расстояние между ними составляет 2-4 нм.





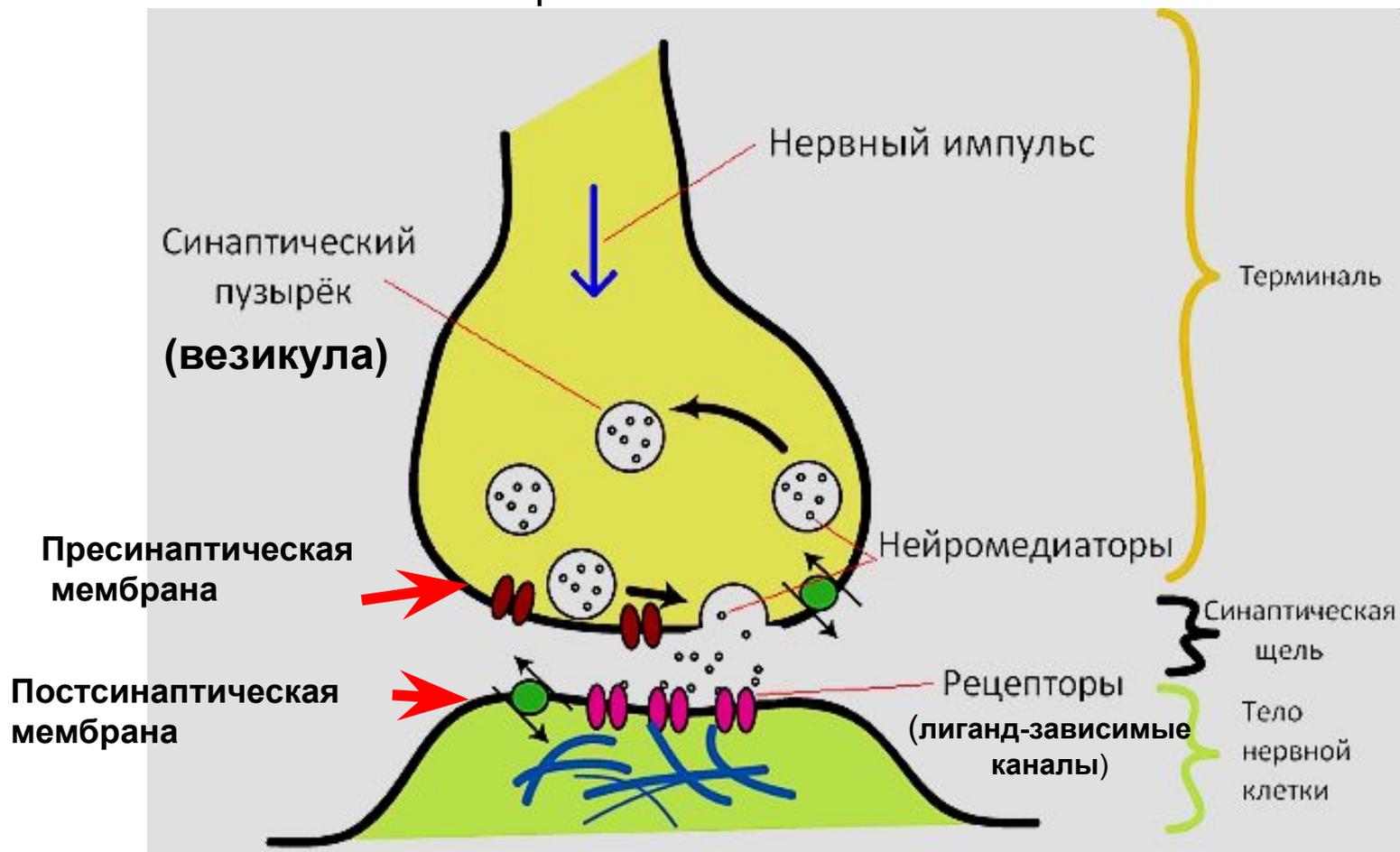
Электрический синапс



Химический синапс

СТРУКТУРА ХИМИЧЕСКОГО СИНАПСА (двухчастный синапс)

1. Пресинаптическая мембрана;
2. Постсинаптическая мембрана.



Нейротрансмиттеры (нейромедиаторы) и нейромодуляторы

Нейротрансмиттеры — химические передатчики сигналов между нейронами и от нейронов на эффекторные (исполнительные) клетки.

Нейромодуляторы — вещества, модулирующие эффект нейромедиаторов.

В 1921 австрийский учёный [О. Лёви](#) (O. Loewi) установил химическую природу передачи возбуждения через синапсы и роль в ней ацетилхолина. Получил Нобелевскую премию в 1936 г. совместно с [Г. Дейлом](#) (H. Dale)

Нейротрансмиттеры

- **ацетилхолин**,
- амины - **норадреналин**, дофамин, серотонин, гистамин,
- аминокислоты – **глицин (Гли)**, **гамма-аминомасляная кислота (ГАМК)**, **глутамат (Глу)**, аспартат,
- полипептиды – вещество Р, энкефалины и эндорфины,
- пуриновые основания - АТФ, аденин
- газы – NO, CO.

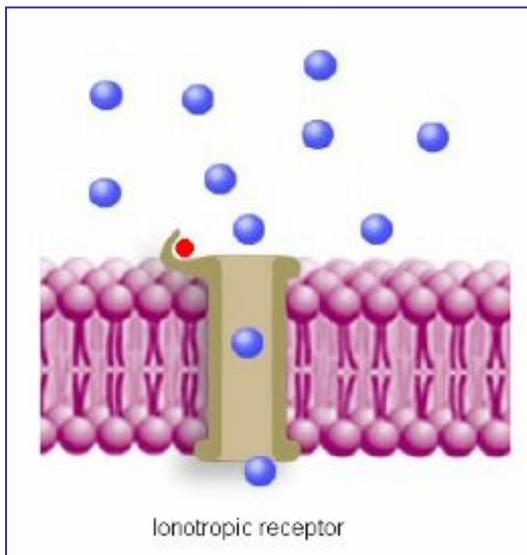
Один нейрон во всех своих пресинаптических окончаниях может выделять несколько нейромедиаторов

Вместе с нейротрансмиттерами выделяются пресинаптическим окончанием **нейромодуляторы** – вещества, изменяющие выделение и активность нейротрансмиттеров (**NO, CO, каннабиноиды, опиоиды**)

Постсинаптическая мембрана имеет специализированные рецепторы к нейротрансмиттерам **двух типов: ионотропные и метаботропные**.

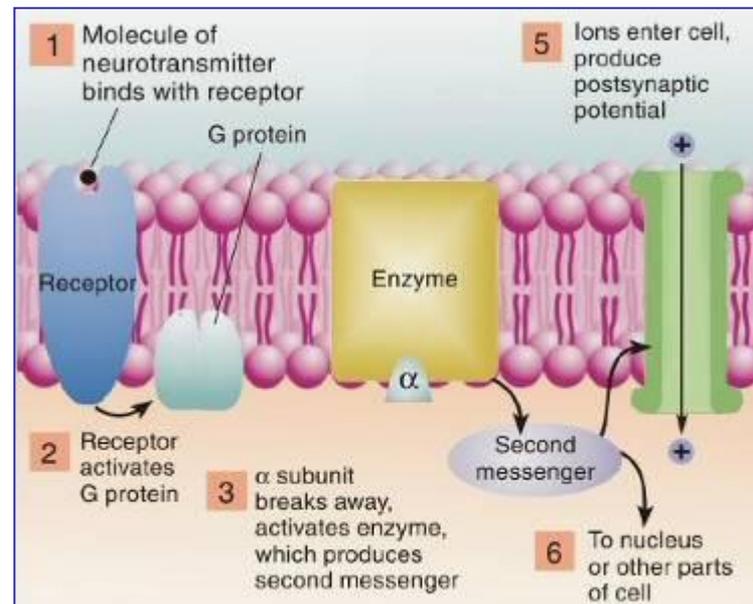
Ионотропные рецепторы

(например, ацетилхолиновый, глутаматный) структурно соединены с ионным каналом.



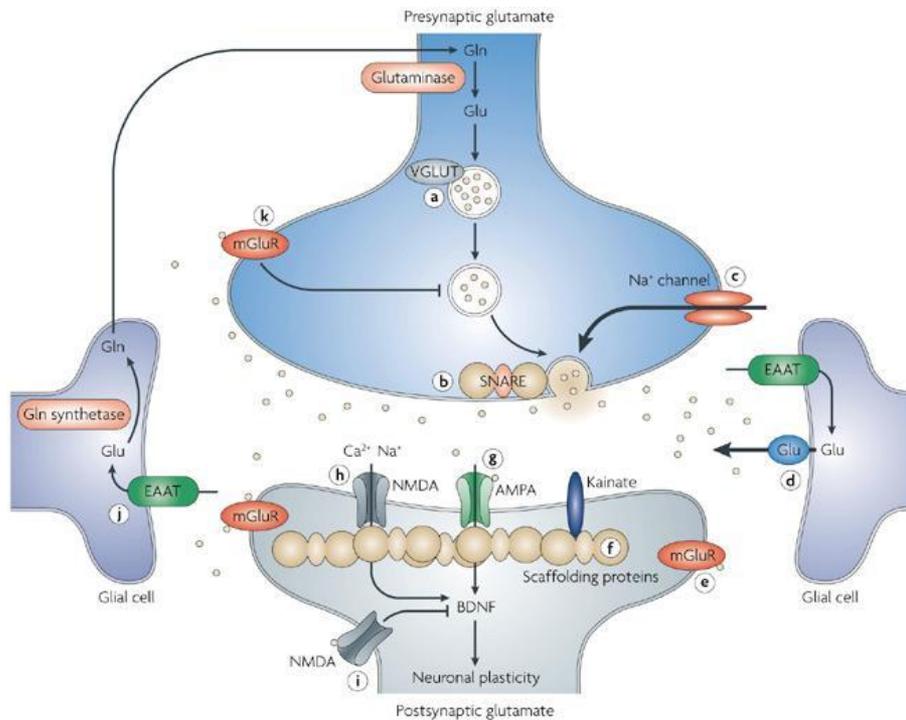
Метаботропные рецепторы

(например, норадренергический) соединены с хемочувствительными ионными каналами через ряд мембранных белков, запускающих каскад биохимических реакций с участием вторичных посредников, приводящих к открыванию канала.

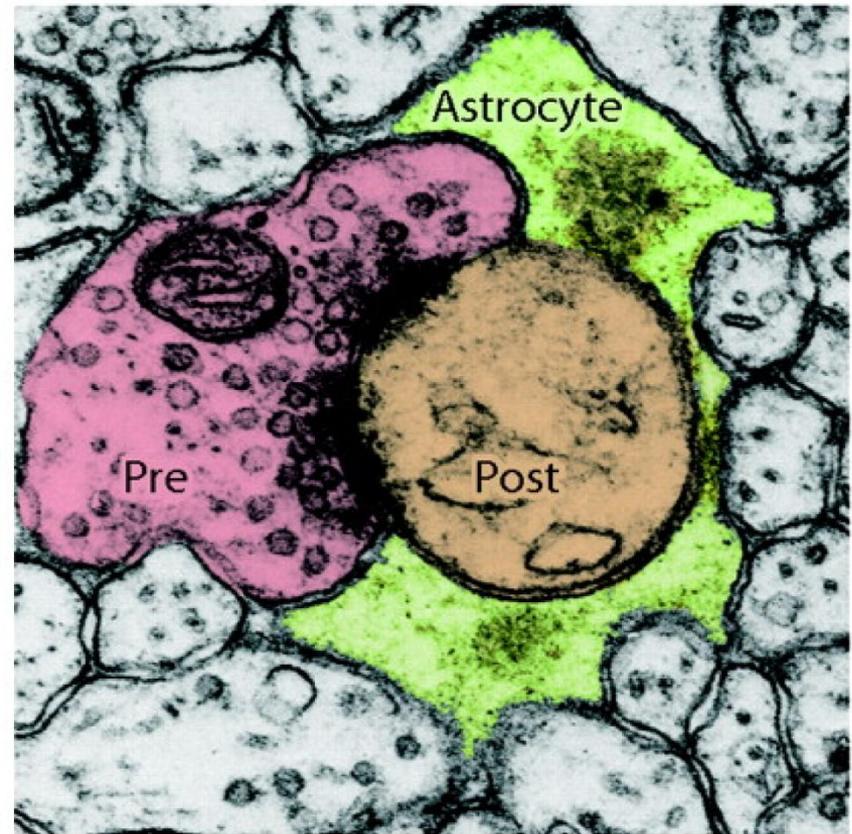


СТРУКТУРА ХИМИЧЕСКОГО СИНАПСА (трехчастный синапс)

1. Пресинаптическая мембрана;
2. Постсинаптическая мембрана;
3. Астроцитарная мембрана.

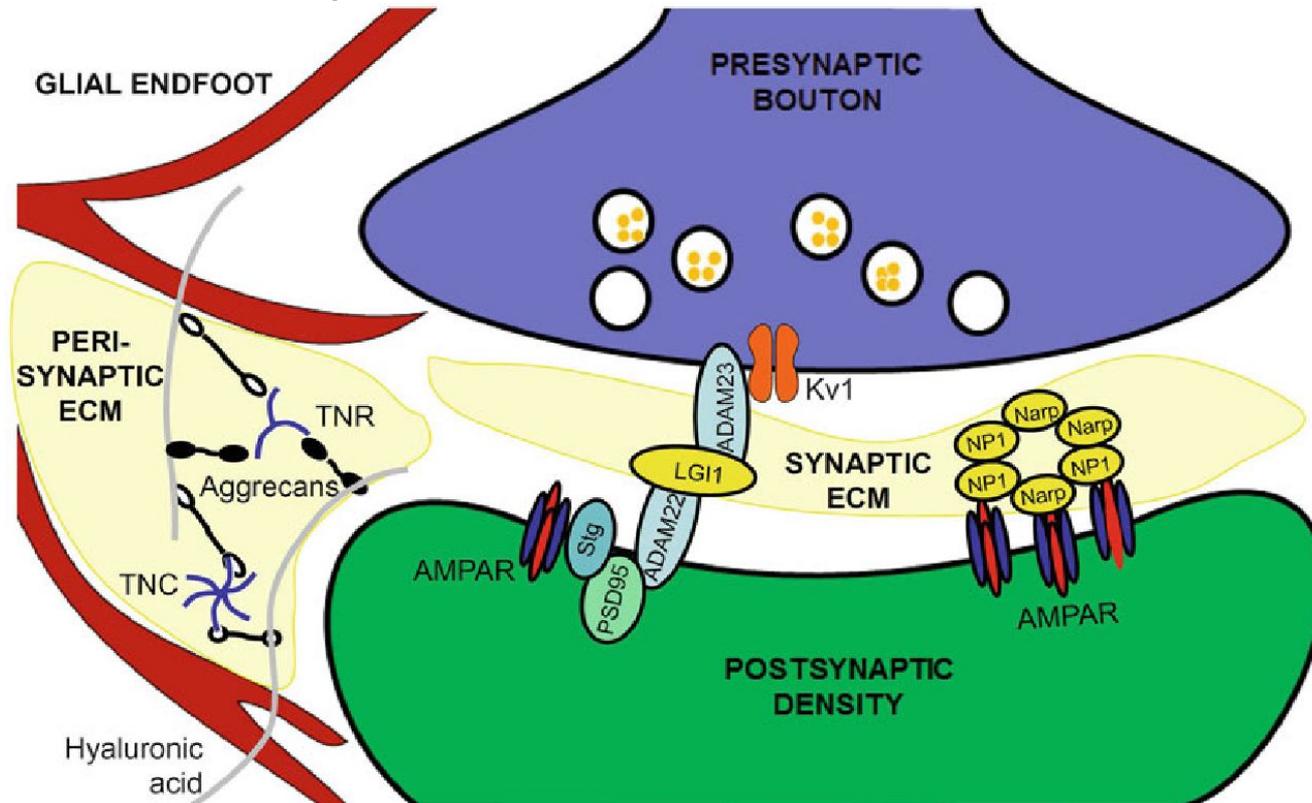


Nature Reviews | Drug Discovery



СТРУКТУРА ХИМИЧЕСКОГО СИНАПСА (четырёхчастный синапс)

1. Пресинаптическая мембрана;
2. Постсинаптическая мембрана;
3. Астроцитарная мембрана;
4. Внеклеточный матрикс мозга.



4. Механизм проведения возбуждения через синапс

Этапы синаптической передачи

1. **Деполаризация** пресинаптической мембраны под действием стимула.
2. Увеличение проницаемости для Ca^{2+} (открываются **потенциалзависимые кальциевые каналы**).
3. Выброс **кванта медиатора** в синаптическую щель методом экзоцитоза. При наличии Ca^{2+} везикула, подойдя к внутренней поверхности мембраны пресинаптического окончания в области активной зоны, сливается с пресинаптической мембраной.
4. Диффузия медиатора к постсинаптической мембране и соединение его с **рецептором постсинаптической мембраны**.
5. Открывание **лигандзависимых ионных каналов** постсинаптической мембраны. Белковые молекулы рецептора при «узнавании» специфического для него вещества изменяют свою конформацию, вследствие чего сразу (при взаимодействии с ионотропными рецепторами) или через ряд промежуточных биохимических реакций (при взаимодействии с метаботропными рецепторами) происходит открывание ионного канала.
6. Увеличение тока ионов через мембрану вызывает изменение заряда мембраны и формирование **локального ответа**: в *возбуждающем синапсе* при открывании Na^+ ионных каналов – **ВОЗБУЖДАЮЩИЙ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ** (ВСПС), в *тормозном синапсе* при открывании K^+ или Cl^- ионных каналов – **ТОРМОЗНОЙ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ** (ТПСП).
7. Возникновение **потенциала действия** (ПД) за счет суммации локальных ответов в зоне *аксонного холмика*, откуда ПД распространяется по аксону и на мембрану соседних участков клетки.
8. **Удаление нейротрансмиттера** из синаптической щели происходит 4-мя путями: диффузией, ферментативным разложением, обратным захватом – эндоцитозом, глией

ВОПРОСЫ СТУДЕНТАМ

- 1. Что такое синапс?
- 2. Какая клетка глии осуществляет трофическую функцию?
- 3. Назовите типы рецепторов на постсинаптической мембране.
- 4. Какой фактор является триггером к запуску экзоцитоза на пресинаптической мембране?