

СИНАПС

ЧТО ТАКОЕ СИНАПС?

- Синапс^[1] (греч. σύναψις, от συνάπτειν — соединение, связь) — место контакта между двумя нейронами или между нейроном и получающей сигнал эффекторной клеткой. Термин был введён в 1897 г. английским физиологом Чарльзом Шеррингтоном. Служит для передачи нервного импульса между двумя клетками, причём в ходе синаптической передачи амплитуда и частота сигнала могут регулироваться. Передача импульсов осуществляется химическим путём с помощью медиаторов или электрическим путём посредством прохождения ионов из одной клетки в другую.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИНАПСОВ

ХИМИЧЕСКАЯ

- - это место близкого прилегания двух нервных клеток, для передачи нервного импульса через которое клетка-источник выпускает в межклеточное пространство особое вещество, нейромедиатор, присутствие которого в синаптической щели возбуждает или затормаживает клетку-приёмник.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИНАПСОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ

- - место более близкого прилегания пары клеток, где их мембраны соединяются с помощью особых белковых образований — коннексонов (каждый коннексон состоит из шести белковых субъединиц). Расстояние между мембранами клетки в электрическом синапсе — 3,5 нм (обычное межклеточное — 20 нм). Так как сопротивление внеклеточной жидкости мало (в данном случае), импульсы через синапс проходят не задерживаясь. Электрические синапсы обычно бывают возбуждающими.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИНАПСОВ

СМЕШАННЫЕ

-пресинаптический потенциал действия создает ток, который деполяризует постсинаптическую мембрану типичного химического синапса, где пре- и постсинаптические мембраны не плотно прилегают друг к другу. Таким образом, в этих синапсах химическая передача служит необходимым усиливающим механизмом.

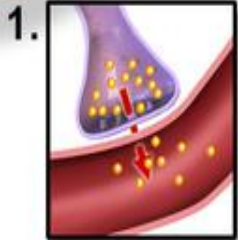
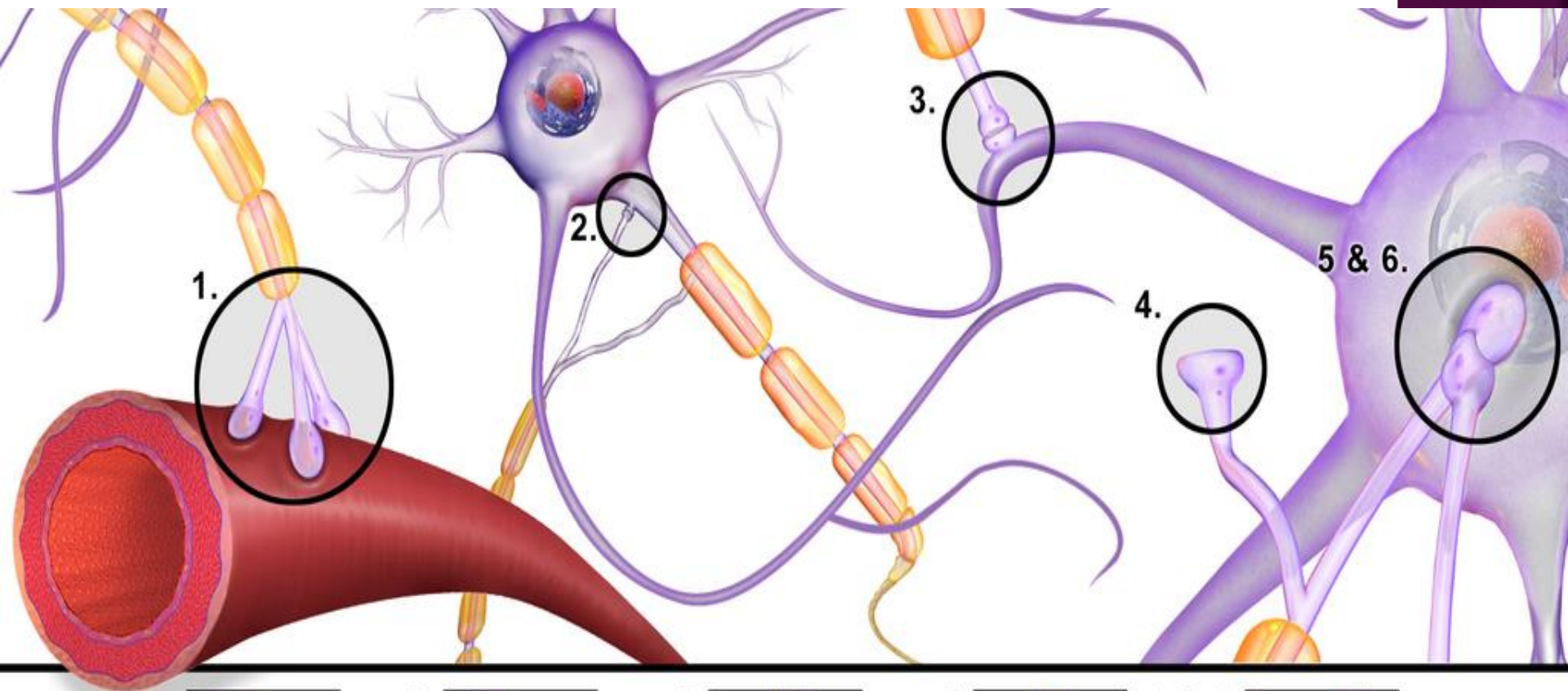
ПО МЕСТУ РАСПОЛОЖЕНИЯ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ СТРУКТУРАМ

○ периферические

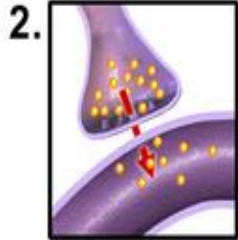
- нервно-мышечные
- нейросекреторные (аксо-вазальные)
- рецепторно-нейрональные

○ центральные

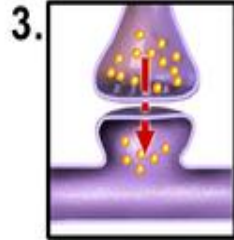
- *аксо-дендритические* — с дендритами, в том числе
 - *аксо-шиповые* — с дендритными шипиками, выростами на дендритах;
- *аксо-соматические* — с телами нейронов;
- *аксо-аксональные* — между аксонами;
- *дендро-дендритические* — между дендритами;



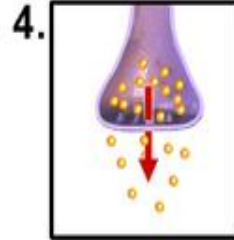
Axosecretory
Axon terminal secretes directly into bloodstream



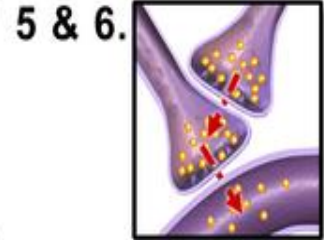
Axoaxonic
Axon terminal secretes into another axon



Axodendritic
Axon terminal ends on a dendrite spine



Axoextracellular
Axon with no connection secretes into extracellular fluid



Axosomatic
Axon terminal ends on soma
Axosynaptic
Axon terminal ends on another axon terminal

ПО НЕЙРОМЕДИАТОРУ

- аминергические, содержащие биогенные амины (например, серотонин, дофамин);
 - в том числе адренергические, содержащие адреналин или норадреналин;
- холинергические, содержащие ацетилхолин;
- пуринергические, содержащие пурины;
- пептидергические, содержащие пептиды.

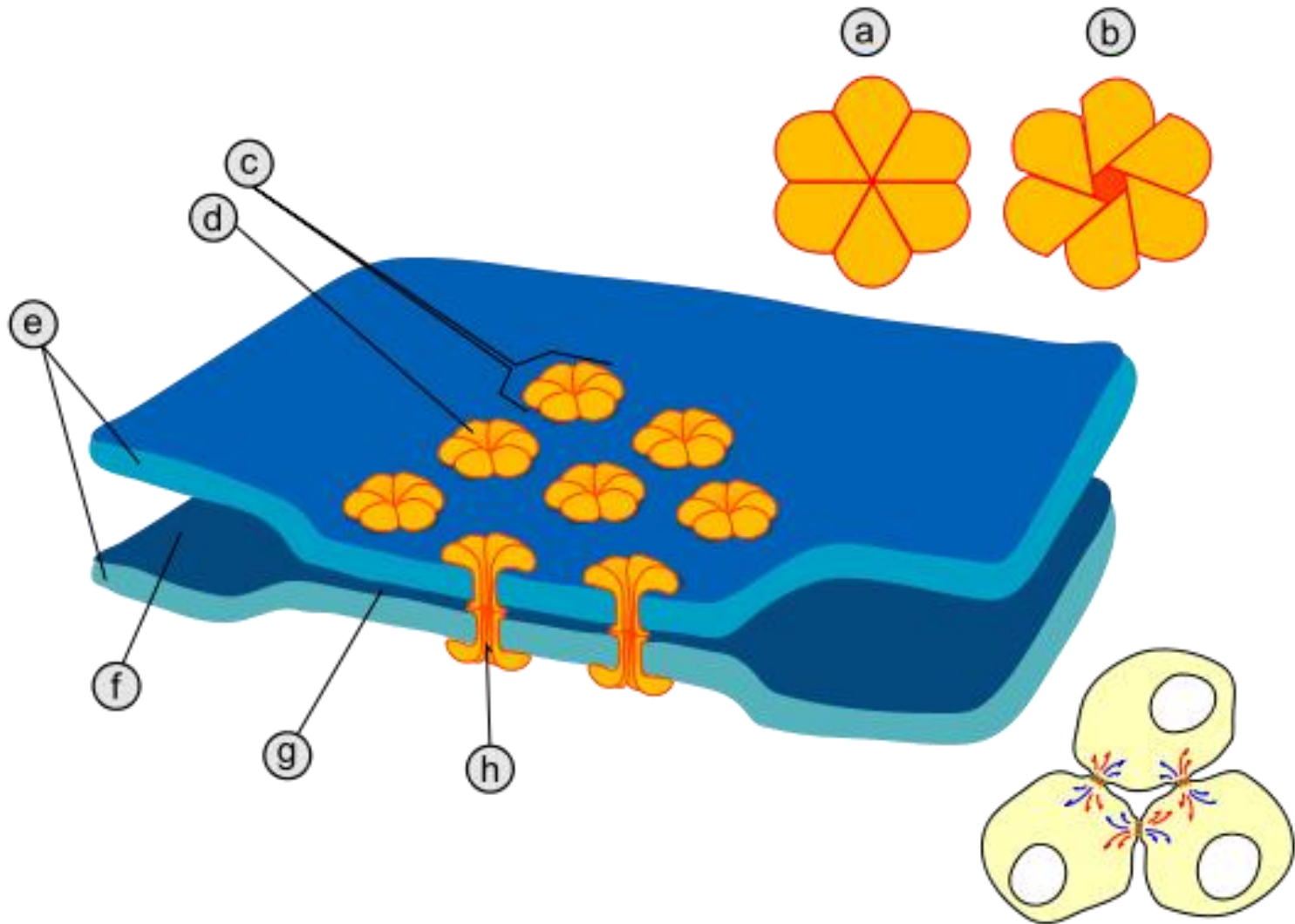
ПО ЗНАКУ ДЕЙСТВИЯ

- *Возбуждающие*-способствуют возникновению возбуждения в постсинаптической клетке
- *Тормозные* - прекращают или предотвращают его появление, препятствуют дальнейшему распространению импульса.

ТОРМОЗНЫЕ СИНАПСЫ

- 1) синапс, в пресинаптических окончаниях которого выделяется медиатор, гиперполяризующий постсинаптическую мембрану и вызывающий возникновение тормозного постсинаптического потенциала;
- 2) аксо-аксональный синапс, обеспечивающий пресинаптическое торможение.

СТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИНАПСА



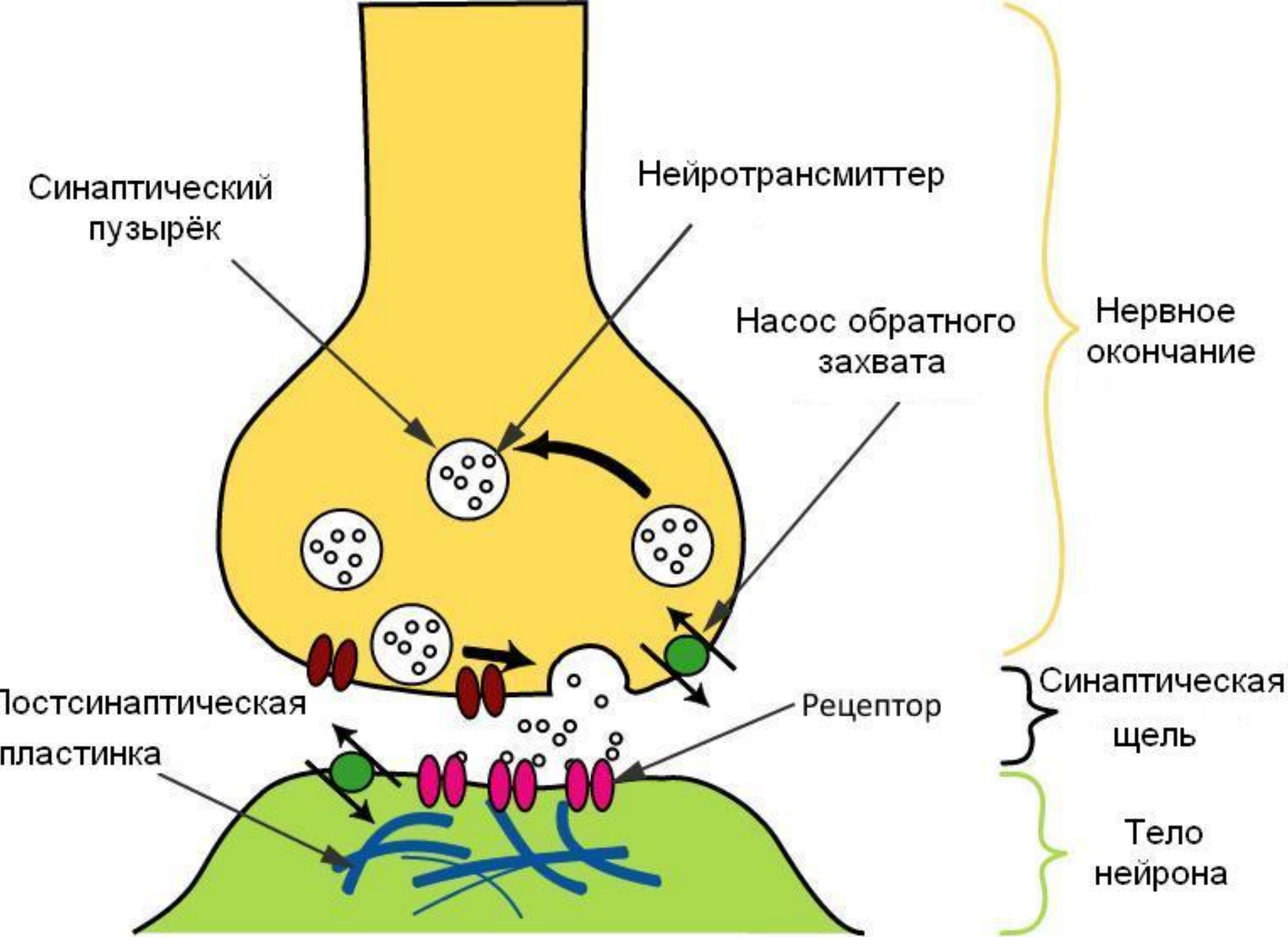
Основные элементы электрического синапса (эфапса): а — коннексон в закрытом состоянии; б — коннексон в открытом состоянии; с — коннексон, встроенный в мембрану; d — мономер коннексина, е — плазматическая мембрана; f — межклеточное пространство; g — промежуток в 2-4 нанометра в электрическом синапсе; h — гидрофильный канал коннексона.

МЕХАНИЗМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СИНАПСА

аксо-дендритический химический.

Состоит из двух частей: *пресинаптической*, образованной булавовидным расширением окончанием аксона передающей клетки и *постсинаптической*, представленной контактирующим участком плазматической мембраны воспринимающей клетки (в данном случае – участком дендрита).

Между обеими частями имеется синаптическая щель – промежуток шириной 10–50 нм между постсинаптической и пресинаптической мембранами, края которой укреплены межклеточными контактами



- Часть аксолеммы булавовидного расширения, прилежащая к синаптической щели, называется **пресинаптической мембраной**. Участок цитолеммы воспринимающей клетки, ограничивающий синаптическую щель с противоположной стороны, называется **постсинаптической мембраной**, в химических синапсах она рельефна и содержит многочисленные рецепторы.
- В синаптическом расширении имеются мелкие везикулы, так называемые синаптические пузырьки, содержащие либо медиатор (вещество-посредник в передаче возбуждения), либо фермент, разрушающий этот медиатор. На постсинаптической, а часто и на пресинаптической мембранах присутствуют рецепторы к тому или иному медиатору.

- При деполяризации пресинаптической терминали открываются потенциал-чувствительные кальциевые каналы, ионы кальция входят в пресинаптическую терминаль и запускают механизм слияния синаптических пузырьков с мембраной. В результате медиатор выходит в синаптическую щель и присоединяется к белкам-рецепторам постсинаптической мембраны, которые делятся на метаботропные и ионотропные. Первые связаны с G-белком и запускают каскад реакций внутриклеточной передачи сигнала. Вторые связаны с ионными каналами, которые открываются при связывании с ними нейромедиатора, что приводит к изменению мембранного потенциала. Медиатор действует в течение очень короткого времени, после чего разрушается специфическим ферментом. Например, в холинэргических синапсах фермент, разрушающий медиатор в синаптической щели — ацетилхолинэстераза. Одновременно часть медиатора может перемещаться с помощью белков-переносчиков через постсинаптическую мембрану (прямой захват) и в обратном направлении через пресинаптическую мембрану (обратный захват). В ряде случаев медиатор также поглощается соседними клетками нейроглии.

МЕХАНИЗМЫ ВЫСВОБОЖДЕНИЯ

- Первый: с полным слиянием везикулы с плазмалеммой и так называемый «поцеловал и убежал» (англ. *kiss-and-run*), когда везикула соединяется с мембраной, и из неё в синаптическую щель выходят небольшие молекулы, а крупные остаются в везикуле.
- Второй механизм, предположительно, быстрее первого, с помощью него происходит синаптическая передача при высоком содержании ионов кальция в синаптической бляшке

ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ

- В 1897 году Шеррингтон сформулировал представление о синапсах.
- За исследования нервной системы, в том числе синаптической передачи, в 1906 году Нобелевскую премию получили Гольджи и Рамон-и-Кахаль.
- 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).
- В 1933 советский учёный А. В. Кибяков установил роль адреналина в синаптической передаче.
- 1970 — Б. Кац (B. Katz, Великобритания), У. фон Эйлер (U. v. Euler, Швеция) и Дж. Аксельрод (J. Axelrod, США) получили Нобелевскую премию за открытие роли норадреналина в синаптической передаче.

Спасибо за
внимание