Физиология нервной ткани

Нейронная теория

Нейрон – структурно-функциональная единица НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Функция НЕЙРОНА – восприятие, обработка,передача, хранение, преобразование информации, передача сигналов к исполнительным органам

Строение нейронов

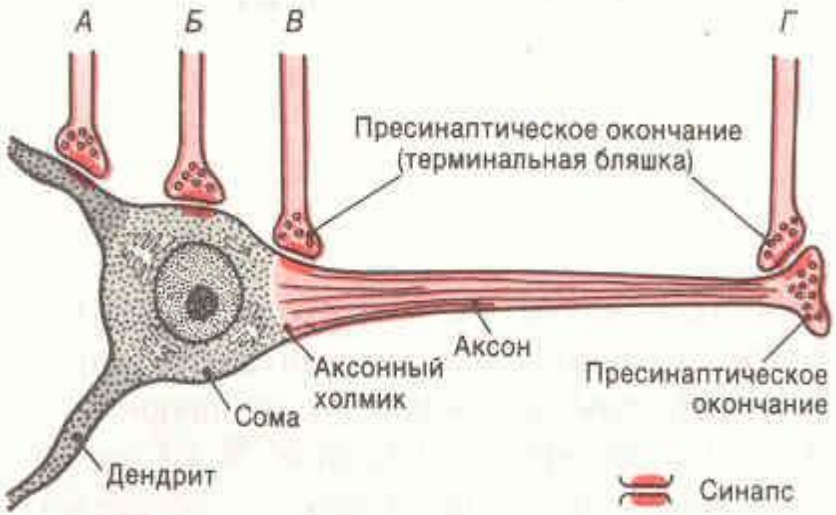


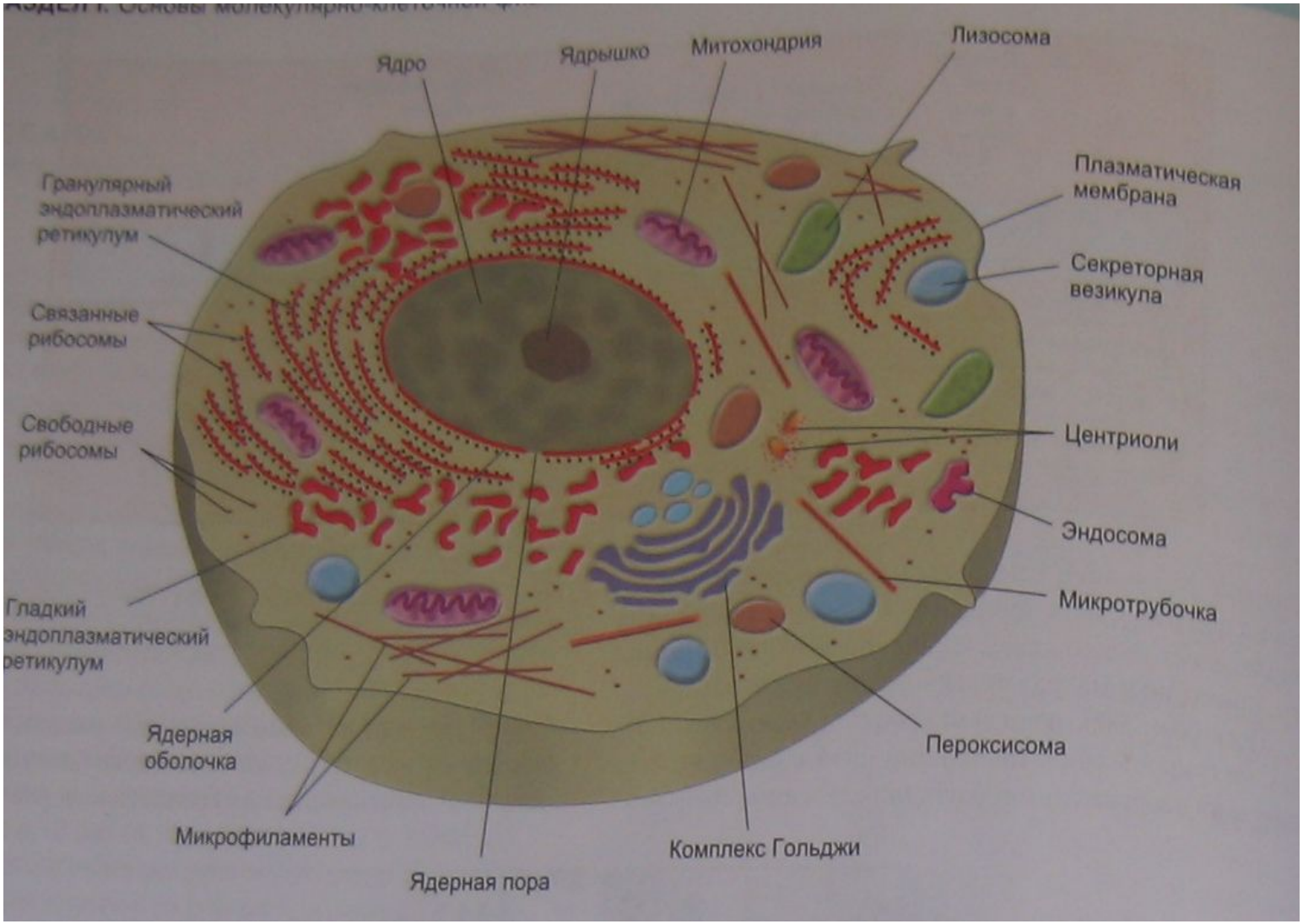
Рис. 1-1. Синапсы на нейроне. *А.* Аксо-дендритный синапс. *Б.* Аксо-соматический синапс. *В.* Проксимальный аксо-аксонный синапс – обычно тормозный. *Г.* Дистальный аксо-аксонный синапс, который всегда бывает тормозным (пресинаптическое торможение).

Дендриты, мембрана сомы нейрона (воспринимающая часть нейрона)

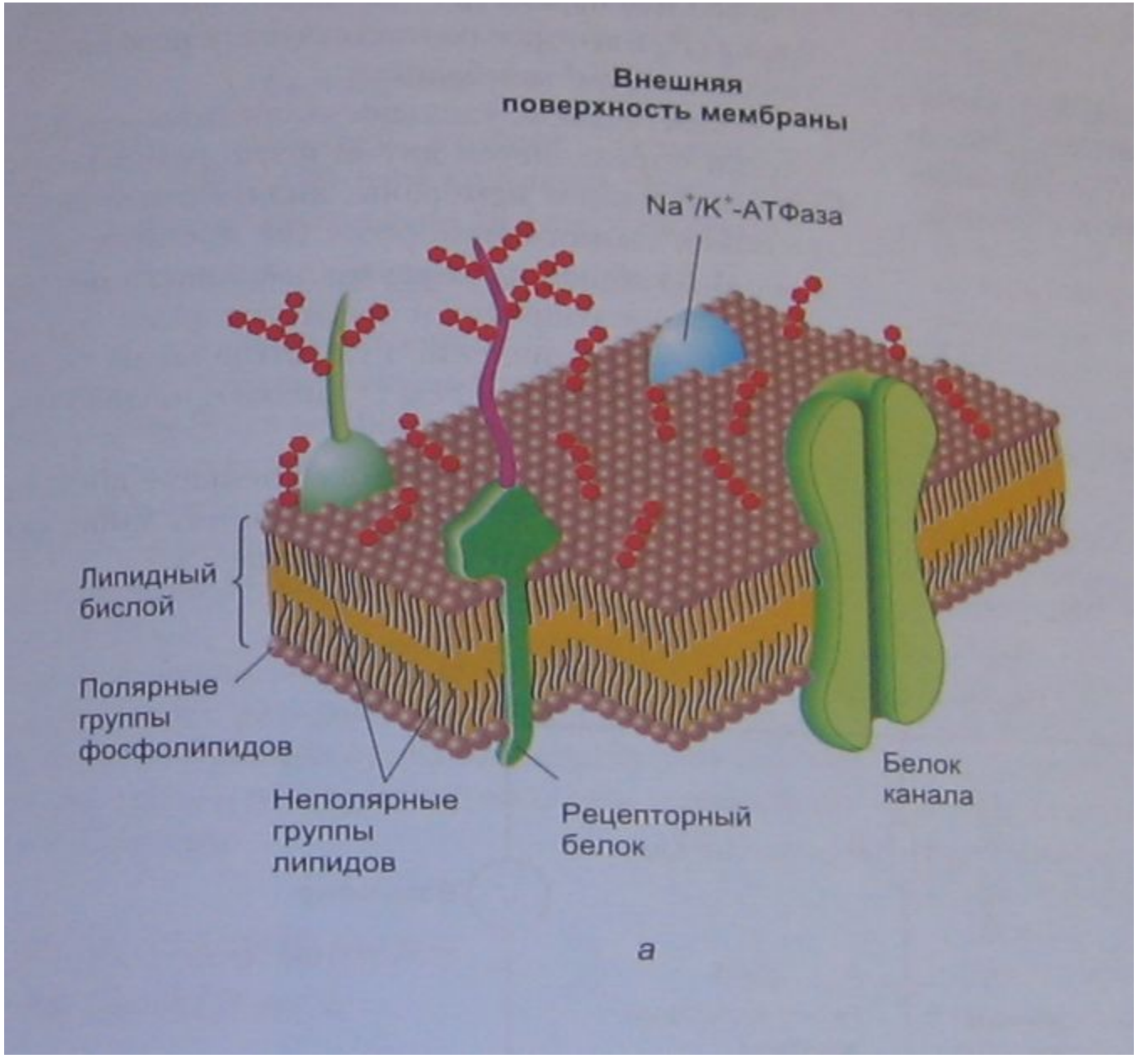
Сома с аксонным холмиком (интегративная)

Аксон (передающая)

Сома нейрона



Мембрана нейрона



Ядрышко

1.3.1. Ядро

Подавляющее большинство клеток содержит одно ядро — самую крупную из ограниченных мембранами органелл клеток. Наиболее известные исключения из этого правила — многоядерные клетки скелетных мышц и безъядерные красные кровяные тельца (эритроциты). Главная функция ядра — хранение генетической информации и ее передача следующему поколению кле-

Ядро

Структура. Самая крупная органелла сферической или овальной формы локализована в центральной части клетки. Окружена оболочкой из двух мембран. Она пронизана порами, через которые между ядром и цитоплазмой идет обмен молекулами-посредниками. В ядре нет органелл, ограниченных мембранами. Внутри него находятся скрученные нити ДНК, известные как хроматин. Ко времени клеточного деления они конденсируются в короткие тельца — хромосомы

Функция. Хранение и передача генетической информации в форме ДНК. Генетическая информация передается в цитоплазму, где из аминокислот синтезируются белки

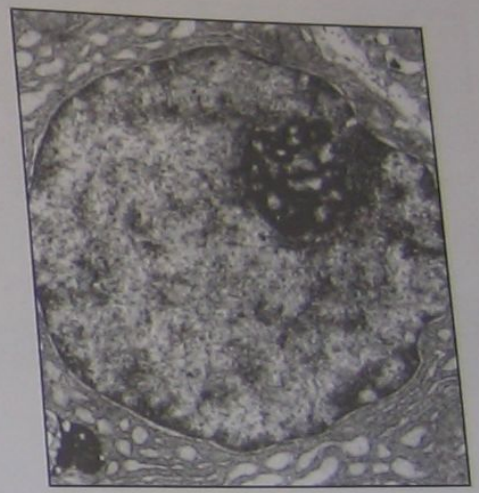
Ядрышко

Структура. Плотная окрашенная волокнистая область внутри ядра; состоит из белков, связанных с ДНК (и рибосомальной РНК) в области, где считывается информация, относящаяся к рибосомальным протеинам

Функция. Место синтеза рРНК. Сборка РНК и белковых компонентов рибосомальных субъединиц, которые затем транспортируются в цитоплазму через ядерные поры

Рис. 1.11. Ядро (электронную микрофотографию любезно предоставил K.R. Porter)

ях неоднородным по плотности (см. рис. 1.11). Во время клеточного деления хроматиновые нити плотно



Эндоплазматический ретикулюм

Гранулярный эндоплазматический ретикулум

Структура. Обширная непрерывная сеть из уплощенных мембранных цистерн. Имеет рибосомальные частицы, прилегающие к цитозольной поверхности

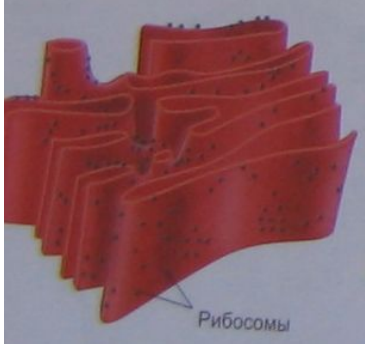
Функция. Белки, синтезированные на связанных с ретикулумом рибосомах, проникают в его просвет, откуда перемещаются в другие органеллы или секретируются из клетки

Гладкий эндоплазматический ретикулум

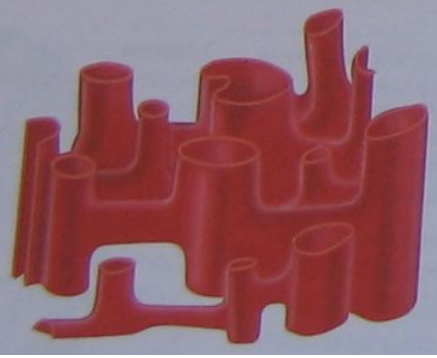
Структура. Обширная непрерывная сеть из сильно разветвленных мембранных трубок, не несущая на поверхности рибосом. Может быть связана с гранулярным эндоплазматическим ретикулумом

Функция. Содержит ферменты для синтеза жирных кислот и стероидов. Хранит и освобождает ионы кальция, который контролирует различные клеточные процессы

Гранулярный эндоплазматический ретикулум



Гладкий эндоплазматический ретикулум



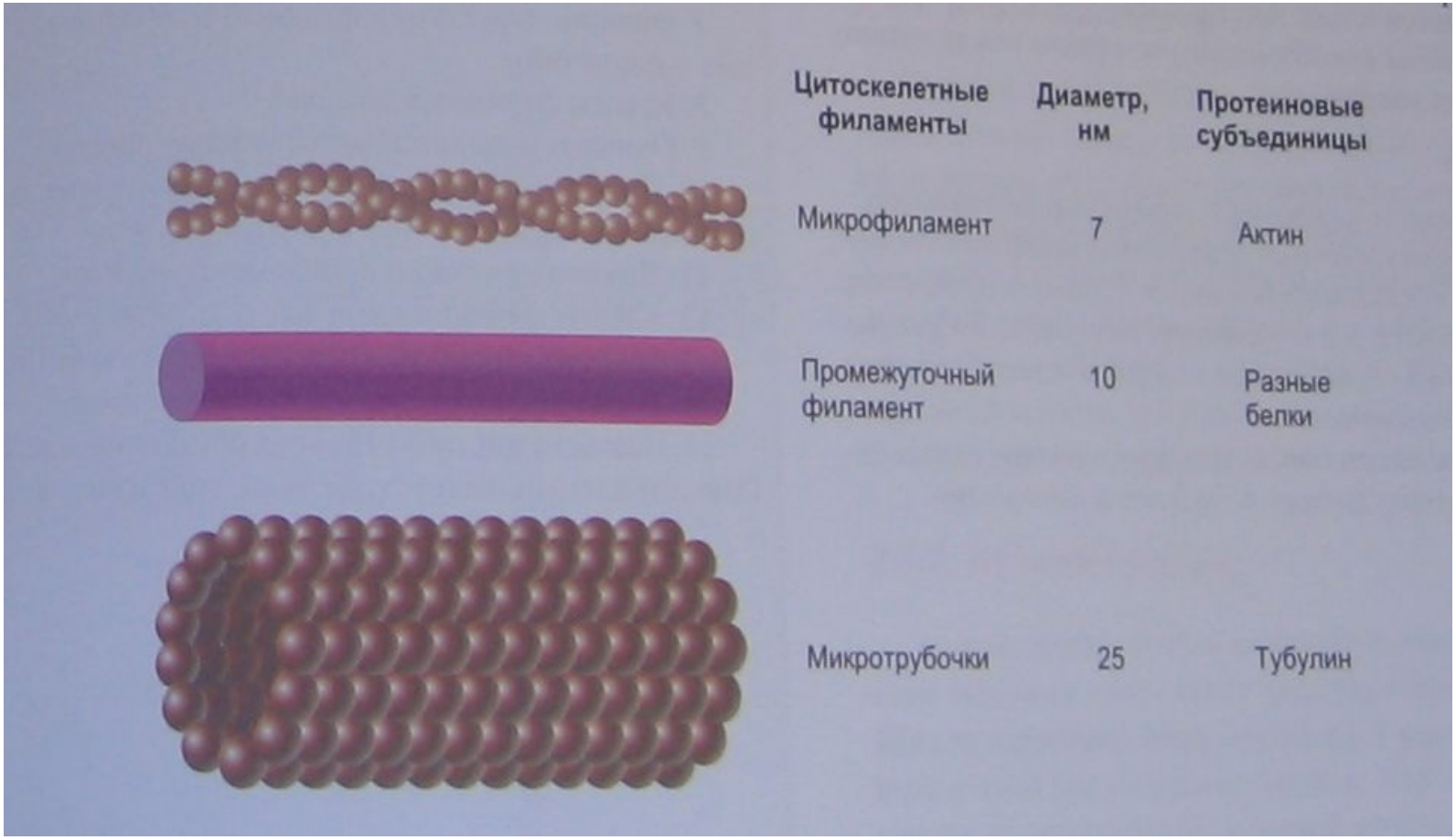
Аппарат Гольджи

Комплекс Гольджи

Структура. Стопка вогнутых уплощенных мембранных цистерн, связанных с многочисленными везикулами. Обычно это одна структура, расположенная в центральной части клетки около ядра

Функция. Накапливает, модифицирует и сортирует белки, поступающие из гранулярного эндоплазматического ретикулума, чтобы затем распределить их в везикулах комплекса Гольджи, по другим органелам или секретировать из клетки

Микротрубочки и нейрофиламенты



Цитоскелетные филаменты	Диаметр, нм	Протеиновые субъединицы
Микрофиламент	7	Актин
Промежуточный филамент	10	Разные белки
Микротрубочки	25	Тубулин

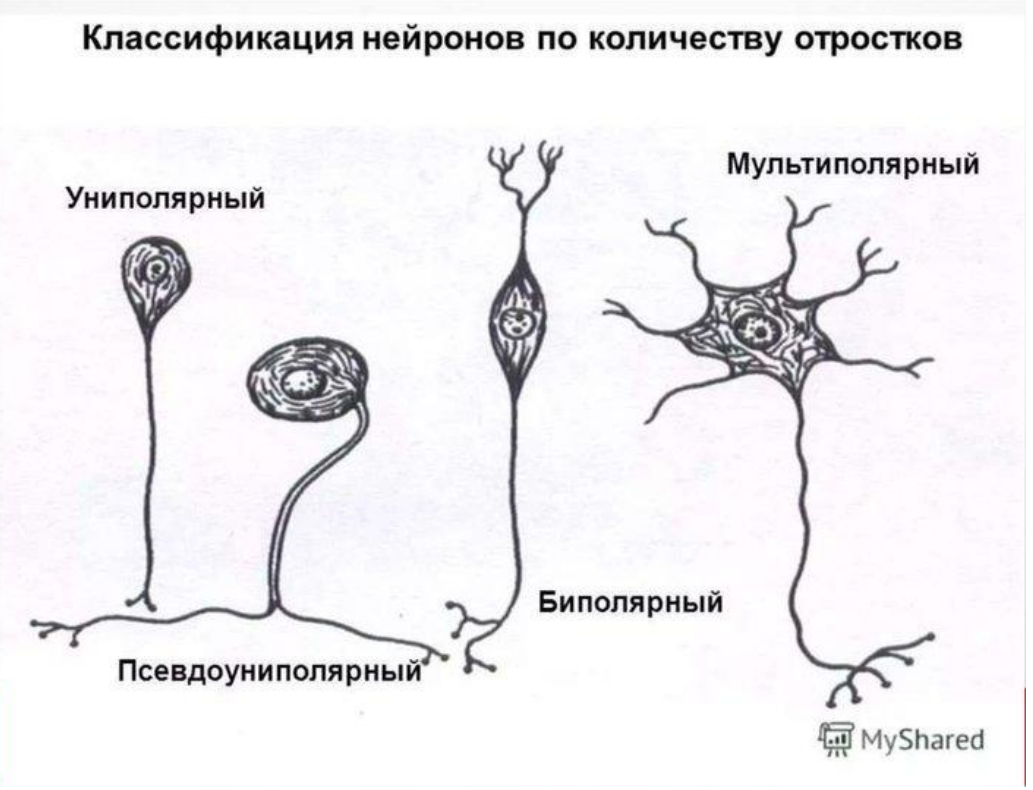
Классификация нейронов
По форме тела

1. Пирамидные
2. Звездчатые
3. Корзинчатые
4. Клетки-зерна
5. Веретенообразные
6. Грушевидные

……..

Типы нейронов

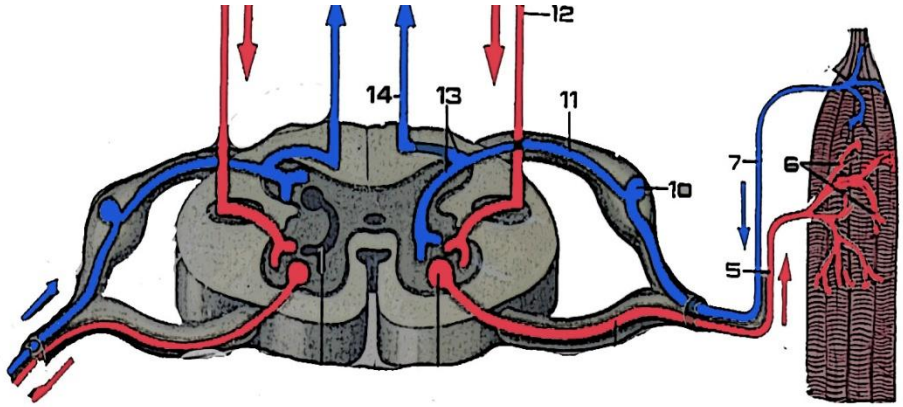
- Истинно униполярные
- Псевдоуниполярные
- Биполярные
- Мультиполярные



Классификация нейронов

По функции:

1. Афферентные
2. Интернейроны (центральные)
3. Эфферентные



Функциональная классификация нейронов

Химические свойства (холинэргические, адренэргические и т.д.)

Модальность- зрительные, слуховые, обонятельные и др. (полимодальные)

Внутри модальности (зрительной) – ориентационные, окулодоминантные, цветочувствительные и др.

По типу активности - **фоново-активные, фоново-молчащие, непрерывно-аритмичная,пачечная, групповая**

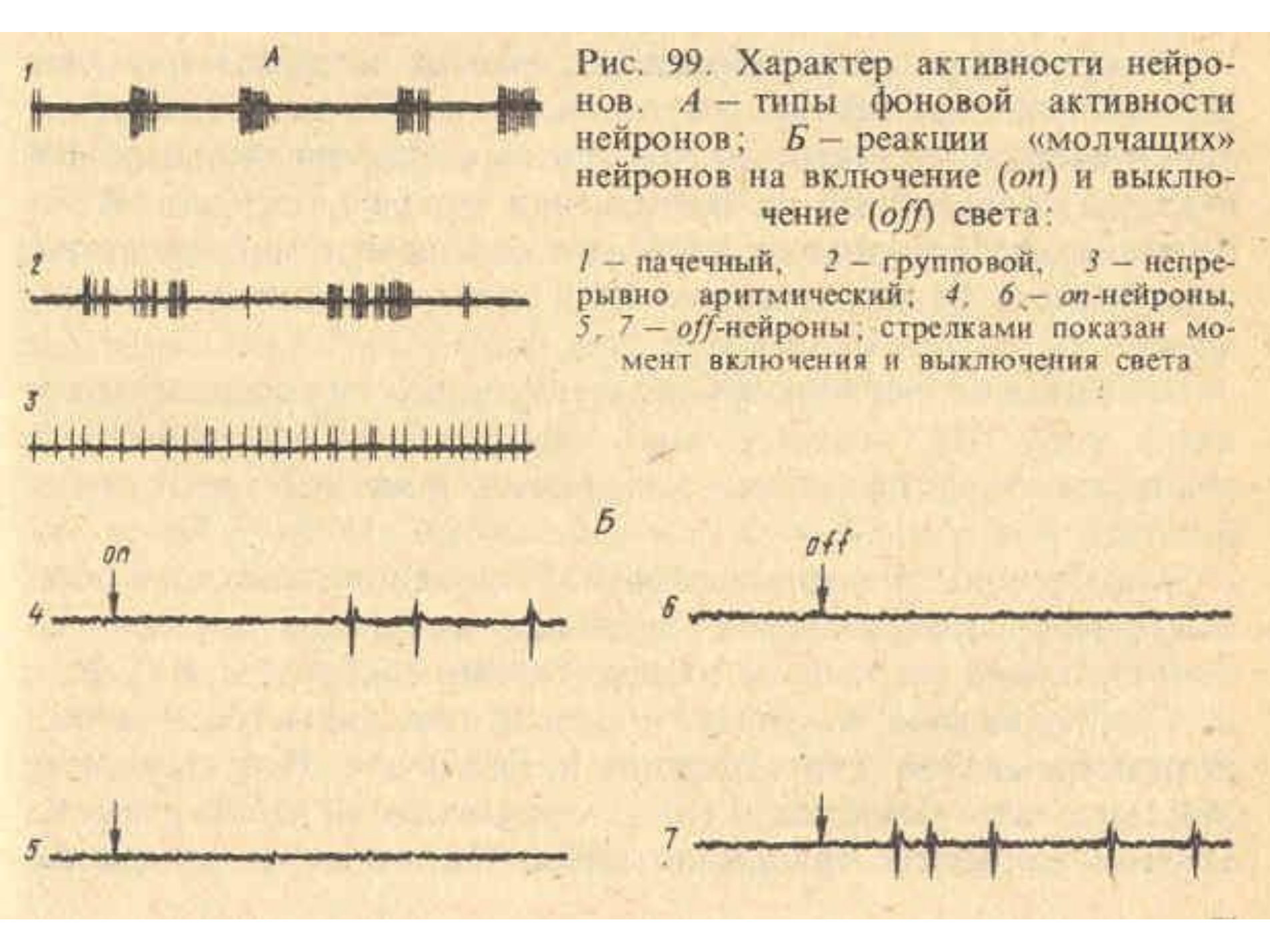


Рис. 99. Характер активности нейронов. *А* – типы фоновой активности нейронов; *Б* – реакции «молчащих» нейронов на включение (*on*) и выключение (*off*) света:

1 – пачечный, *2* – групповой, *3* – непрерывно аритмический; *4*, *6* – *on*-нейроны, *5*, *7* – *off*-нейроны; стрелками показан момент включения и выключения света

Рецепторы

Механо-, термо-, хемо, фото-

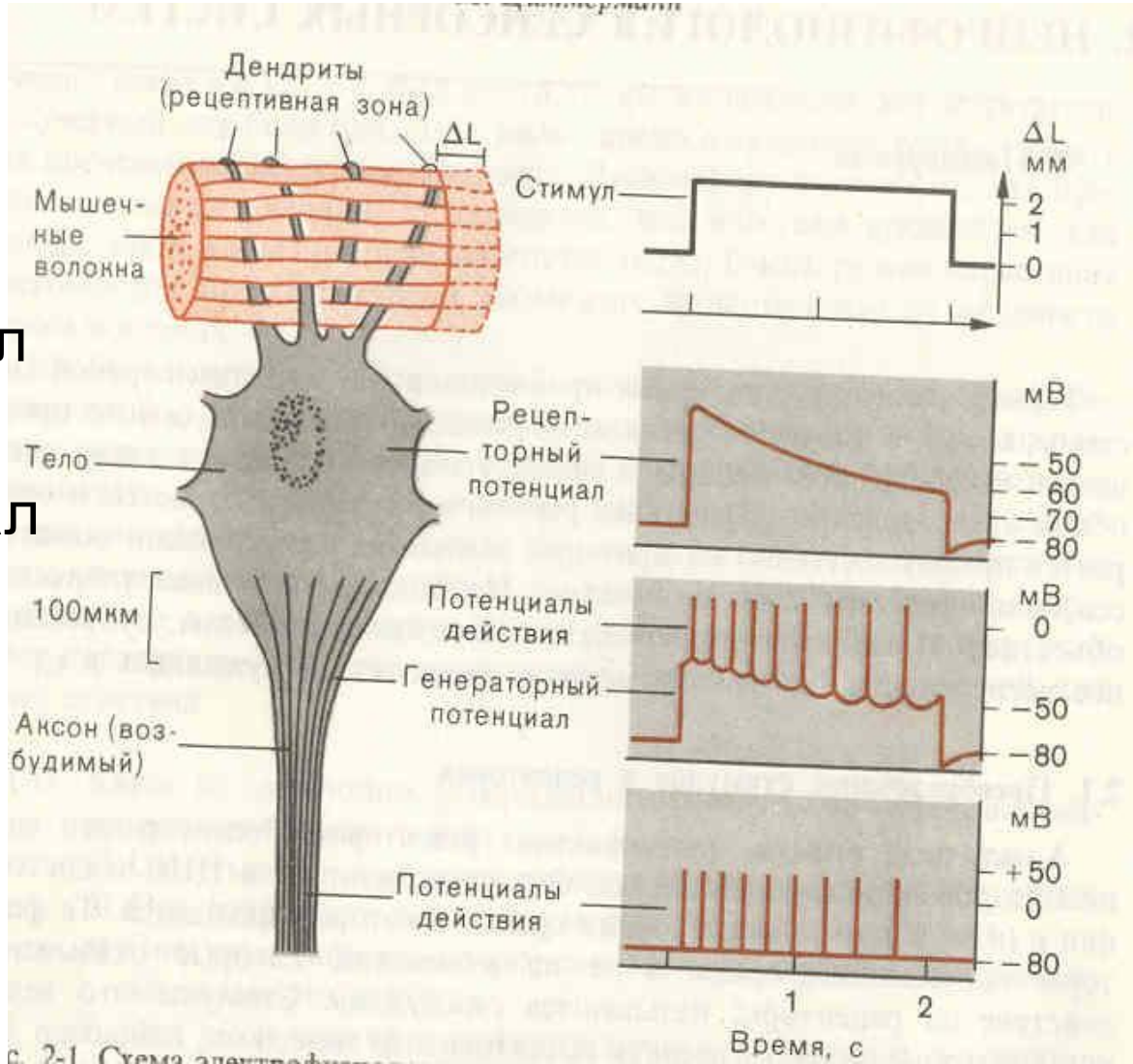
Преобразование

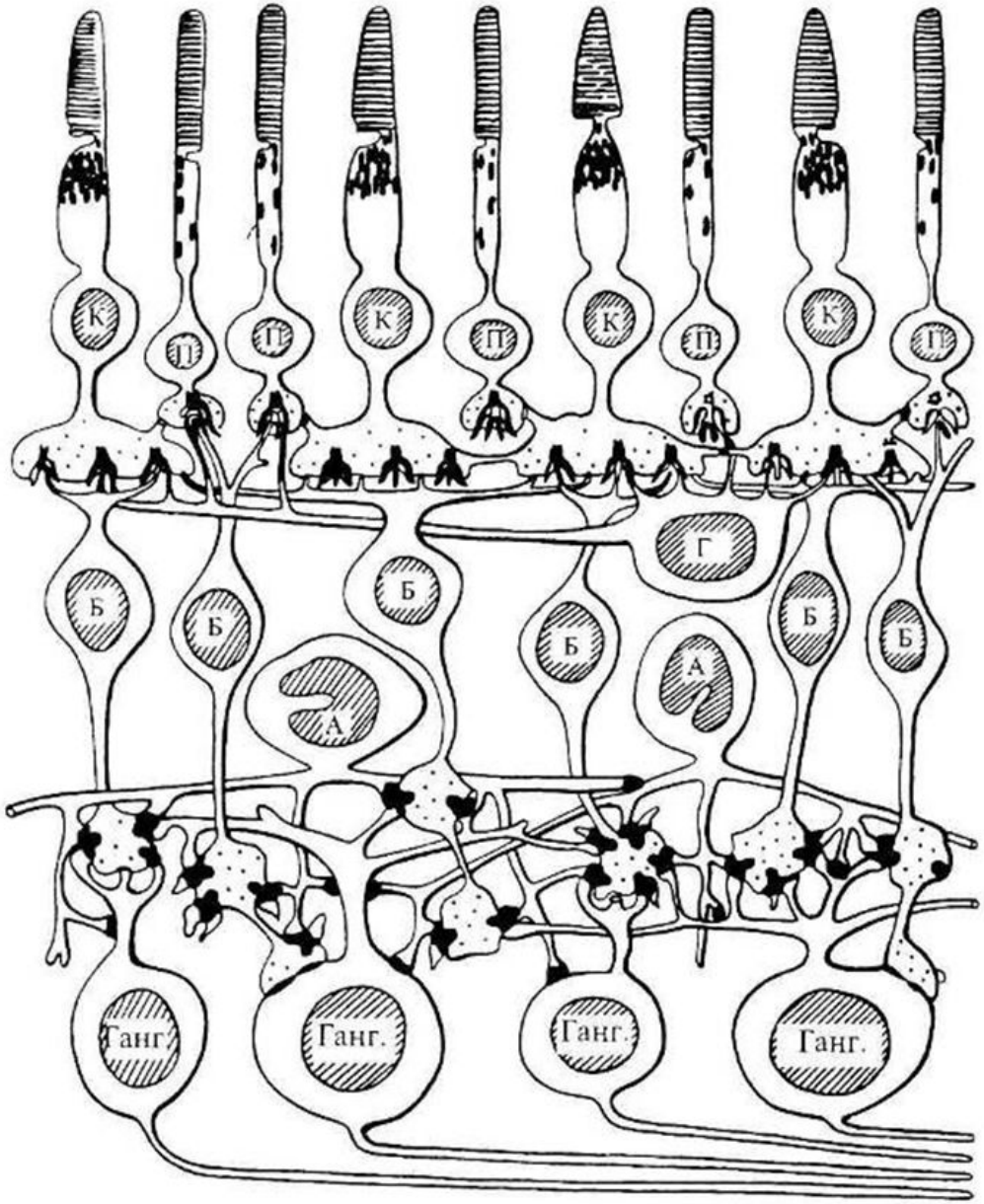
Рецепторный потенциал

Распространение

Генераторный потенциал

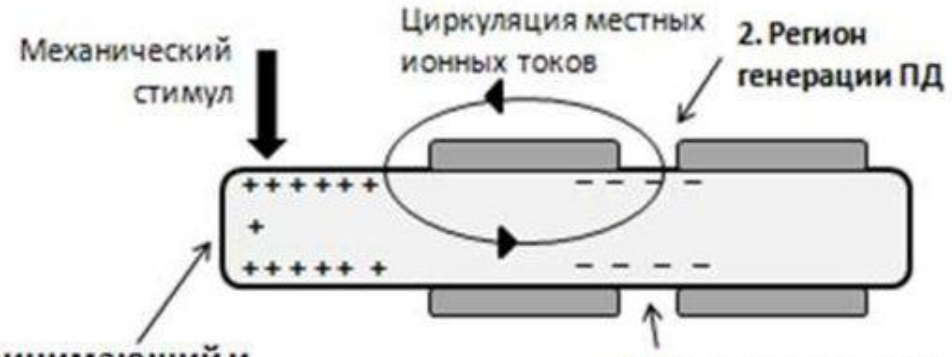
Генерация ПД



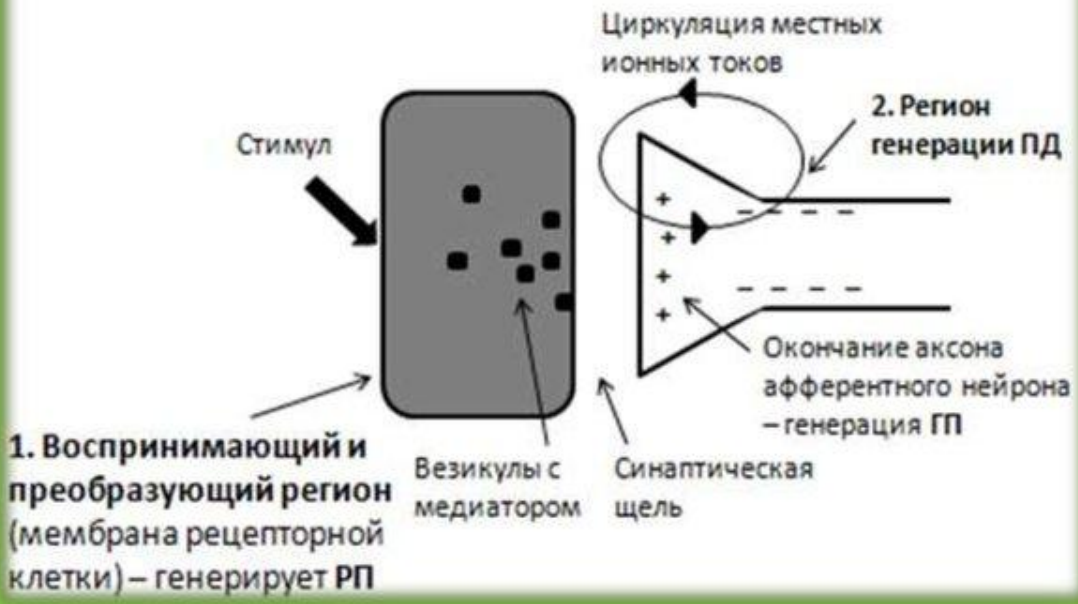


Строение сетчатки.
К — колбочки;
П — палочки;
Б — биполяры;
Г — горизонтальные клетки;
А — амакриновые клетки;
Ганг. — ганглиозные клетки.

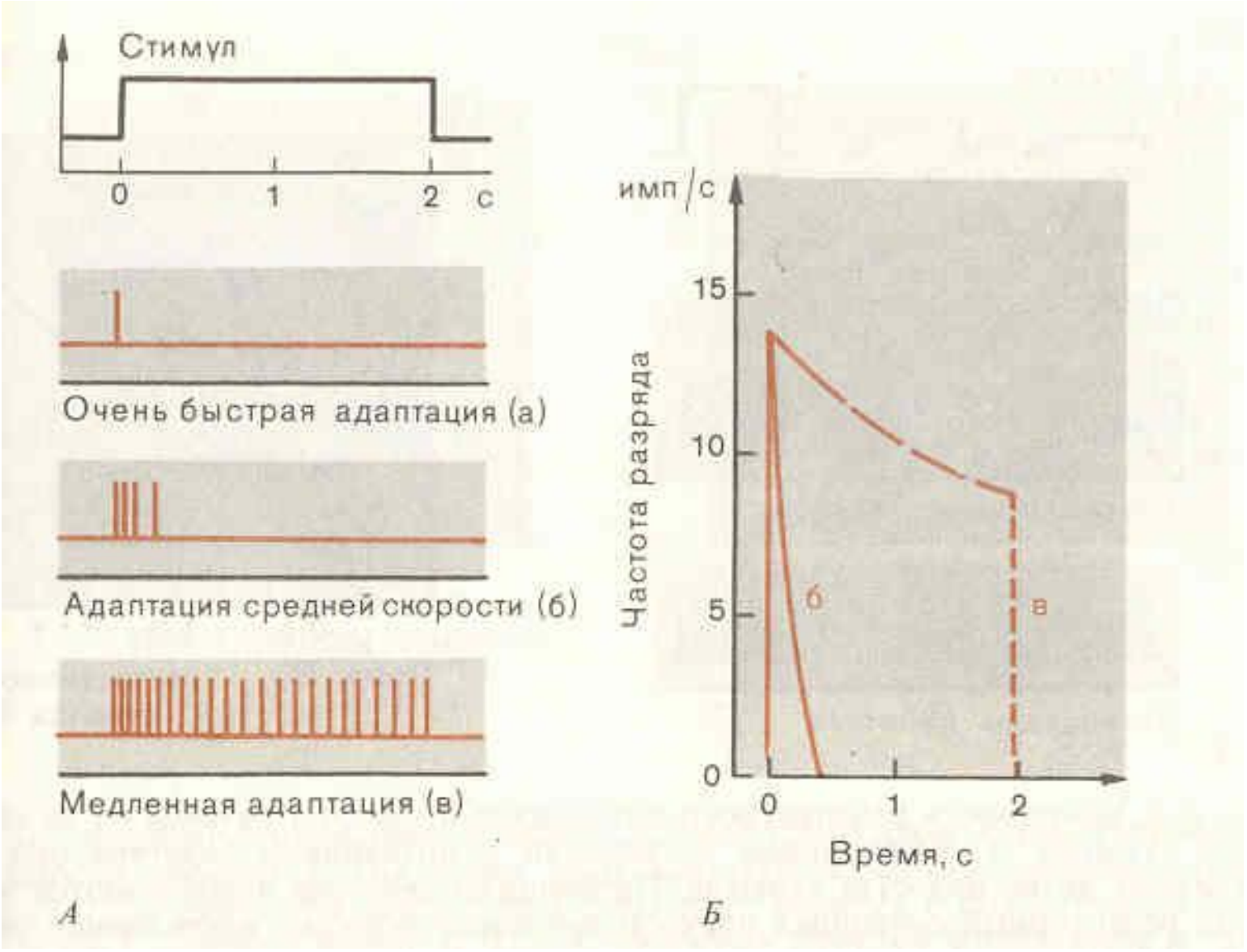
Механизм возбуждения первичного рецептора
(на примере тактильного рецептора)



Механизм возбуждения вторичного рецептора



Адаптация

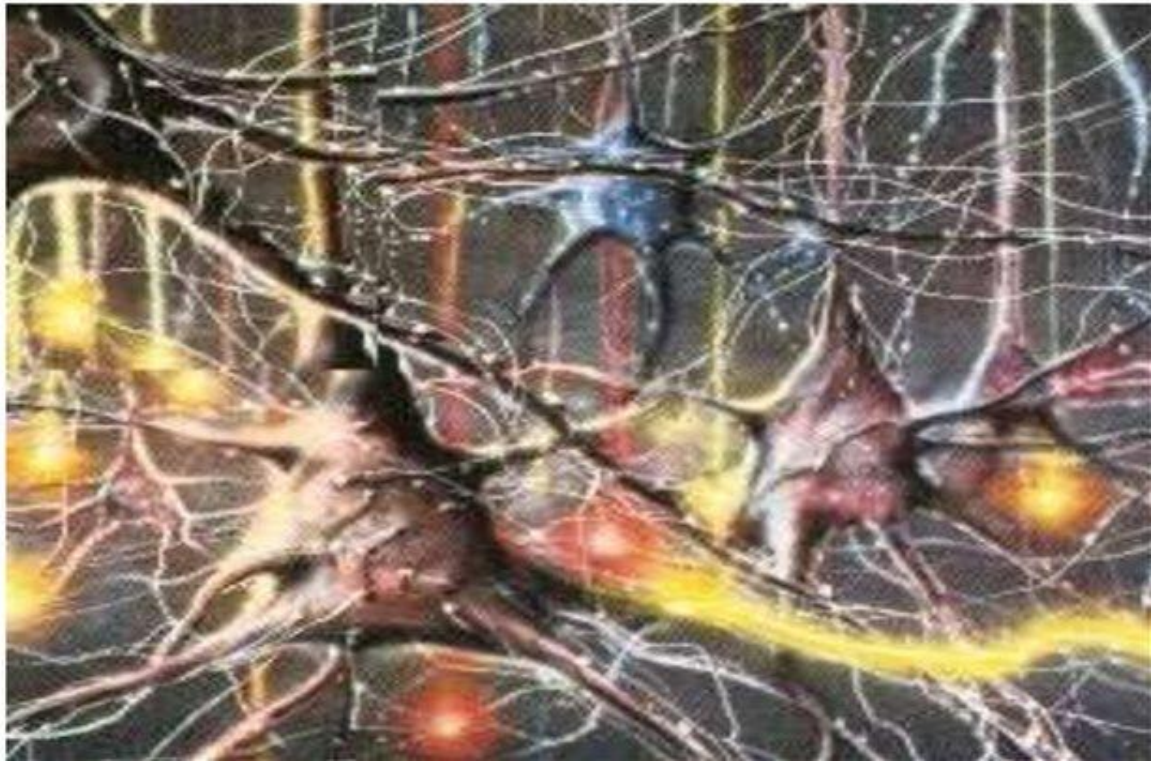

Стимул
0
1
2
с
Очень быстрая адаптация (а)
Адаптация средней скорости (б)
Медленная адаптация (в)
А
имп/с
15
10
5
0
Частота разряда
б
в
0
1
2
Время, с
Б

Нейроглия – комплекс вспомогательных клеток нервной ткани, составляющих микроокружение для нейронов:

- вспомогательная функция в межнейронной коммуникация
  - обеспечивает условия для генерации и передачи нервных импульсов,
  - осуществляет часть метаболических процессов самого нейрона.

Функции

- опорная
- трофическая
- секреторная
- разграничительная и
- защитная



Нейроглия

- Нейроглия, или просто глия (от др.-Греч. Νεῦρον — волокно, нерв + γλία — клей), — совокупность вспомогательных клеток нервной ткани. Составляет около 40 % объёма ЦНС. Количество глиальных клеток в мозге примерно равно количеству нейронов .
- Глиальные клетки имеют общие функции и, частично, происхождение (исключение — микроглия). Они составляют специфическое микроокружение для нейронов, обеспечивая условия для генерации и передачи нервных импульсов, а также осуществляя часть метаболических процессов самого нейрона.
- Нейроглия выполняет **опорную, трофическую, секреторную, разграничительную и защитную функции.**

Классификация

- Микроглиальные клетки, хоть и входят в понятие «глия», не являются собственно нервной тканью, так как имеют мезодермальное происхождение. Они представляют собой мелкие отростчатые клетки, разбросанные по белому и серому веществу мозга и способные к фагоцитозу.
- Макроглия — производная глиобластов, выполняет опорную, разграничительную, трофическую и секреторную функции.

Макроглия

- **Эпендимальные клетки** напоминают однослойный эпителий, лежат на базальной мембране и имеют кубическую или призматическую форму. Выделяют:

Эпендимоциты 1 типа — лежат на базальной мембране мягкой мозговой оболочки и участвуют в образовании гематоглифического барьера.

Эпендимоциты 2 типа — выстилают желудочки мозга и спинномозговой канал; на апикальной части имеют реснички по направлению тока ликвора.

Танициты — на поверхности имеют ворсинки.

- **Астроциты** — небольшие клетки, имеющие многочисленные ветвящиеся отростки. Различают:

Протоплазматические астроциты — содержатся в сером веществе, отростки их усиленно ветвятся и образуют множество глиальных мембран.

Волокнистые астроциты — их количество больше в белом веществе; морфологически отличаются наличием слабо ветвящихся отростков.

- **Олигодендроциты** — полигональные крупные клетки, имеющие 1-5 слабо ветвящихся отростков, в зависимости от их расположения, выделяют:

Олигодендроциты, окружающие тела нейронов в периферических ганглиях (сателиты);

Олигодендроциты, окружающие тела нейронов в ЦНС (центральные глиоциты);

Олигодендриды, обобщающие нервные волокна (шванновские клетки).

Нейроглия

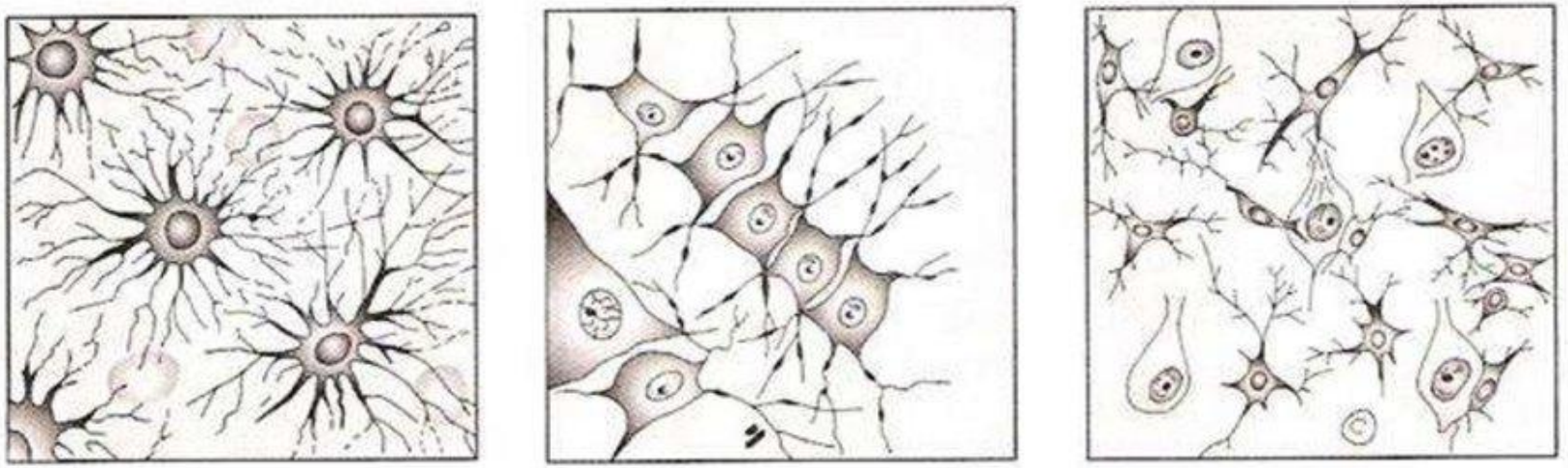


Рис. 1.20. Виды нейроглии: *а* — астроциты; *б* — олигодендроциты; *в* — клетки микроглии среди более крупных нейронов

Таблица 2.3. Количество глиальных элементов в структурах мозга, %

Виды глиальных клеток	Кора большого мозга	Мозолистое тело	Ствол мозга
Астроциты	61,5	54	30
Олигодендроциты	29	40	62
Микроциты	9,5	6	8

ФУНКЦИИ НЕРВНЫХ ВОЛОКОН

- Нервные волокна имеют две основные функции — **проведение возбуждения и транспорт веществ (аксонный транспорт),** обеспечивающих трофическую функцию.

АКСОННЫЙ ТРАНСПОРТ

- **Быстрый аксонный транспорт** идет в двух направлениях: от тела клетки до аксонных окончаний (**антеградный транспорт, скорость 250—400 мм/сут**) и в противоположном направлении (**ретроградный транспорт, скорость 200—300 мм/сут**). Посредством **антеградного транспорта** в аксонные окончания доставляются везикулы, образующиеся в аппарате гольджи и содержащие гликопротеины мембран, ферменты, медиаторы, липиды и другие вещества.
- **Посредством ретроградного транспорта** в тело нейрона переносятся везикулы, содержащие остатки разрушенных структур, фрагменты мембран, ацетилхолинэстераза, неидентифицированные «сигнальные вещества», регулирующие синтез белка в соме клетки. В патологических условиях по аксону к телу клетки могут транспортироваться вирусы полиомиелита, герпеса, бешенства и столбнячный экзотоксин. Многие вещества, доставленные путем ретроградного транспорта, подвергаются разрушению в лизосомах.
- **Медленный аксонный транспорт** осуществляется только в антеградном направлении и представляет собой передвижение всего столба аксоплазмы. Скорость медленного транспорта равна 1—2 мм/сут, что соответствует скорости роста аксона в онтогенезе и при его регенерации после его повреждения. С помощью этого транспорта перемещаются образованные в эндоплазматической сети белки микротрубочек и микрофиламентов (тубулин, актин и др.), Ферменты цитозоля, РНК, белки каналов, насосов и другие вещества.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ.

ДВУСТОРОННЕЕ ПРОВЕДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ.

- ЕСЛИ СТИМУЛ ДЕЙСТВУЕТ НА СРЕДНИЙ УЧАСТОК ИЗОЛИРОВАННОГО НЕРВА, ТО РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ РЕГИСТРИРУЕТСЯ КАК В ПРОКСИМАЛЬНОМ, ТАК И В ДИСТАЛЬНОМ УЧАСТКАХ НЕРВА. В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЗМА ДВУСТОРОННЕЕ ПРОВЕДЕНИЕ ПОКАЗАНО В АКСОННОМ ХОЛМИКЕ: ВОЗНИКШИЙ В ЭТОМ МЕСТЕ ПД РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ НЕ ТОЛЬКО В АКСОН, НО И В ТЕЛО НЕЙРОНА.
- **Изолированное проведение возбуждения.** В обычных условиях деятельности нервного ствола (возбуждение только части нервных волокон, асинхронное распространение в них ПД) проведение возбуждения в составляющих его волокнах происходит практически изолированно. Это обусловлено тем, что петли тока в межклеточной жидкости ствола, имеющей низкое сопротивление, почти не проникают в невозбужденные волокна нерва из-за большого сопротивления их оболочек. Изолированное проведение импульсов по нервным волокнам обеспечивает точное афферентное и эфферентное влияния функционально разнородных волокон нерва

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ

- **Большая скорость проведения возбуждения.** Скорость проведения ПД в различных типах волокон нерва равна 0,5—120 м/с . передача возбуждения по нервным волокнам является наиболее скоростным из известных способов передачи информации на значительные расстояния в организме. Для сравнения отметим, что скорость передачи гуморальных влияний ограничена скоростью кровотока, которая равна от 0,5 мм/с в капиллярах до 0,25 м/с в аорте (средняя скорость).
- **Малая утомляемость нервного волокна.** При нормальном кровоснабжении (доставке кислорода и питательных веществ) проводящий возбуждение нерв практически неутомляем. Это обусловлено тем, что при проведении ПД по нервным волокнам используется всего лишь одна миллионная часть запасов трансмембранных ионных градиентов и, следовательно, нужны не большие количества АТФ для восстановления (например, посредством na/k-насоса) ионных градиентов.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ

- **Возможность функционального блока проведения возбуждения при морфологической целостности волокон.** Нарушение физиологической непрерывности нервных волокон возникает при действии анестетиков, электрического тока, при гипоксии, воспалении, охлаждении. После прекращения действия этих факторов проведение возбуждения по волок нам нерва восстанавливается.
- **Высокая лабильность:** нервное волокно может проводить до 400 имп/с.

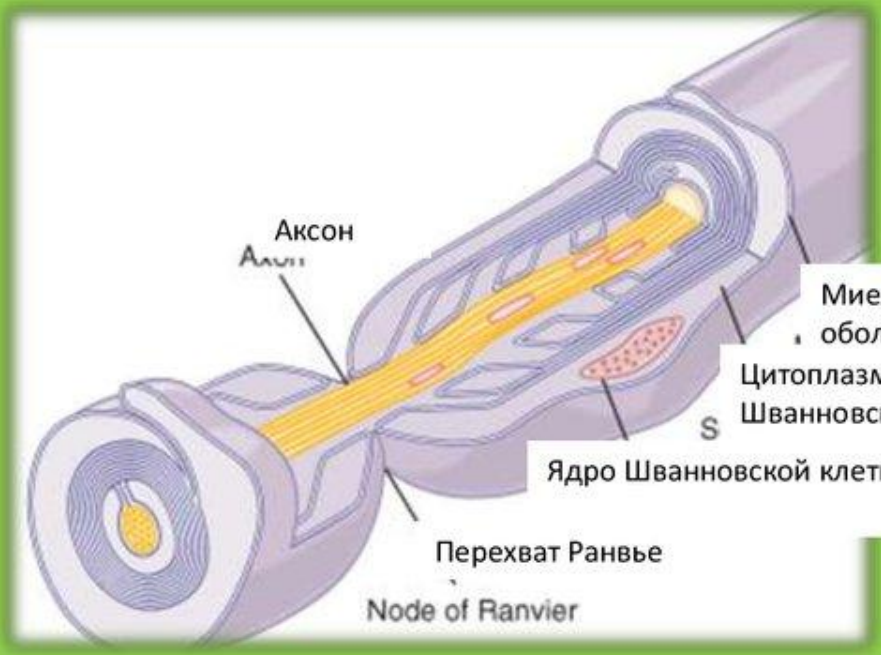
СТРОЕНИЕ НЕРВНОГО ВОЛОКНА.

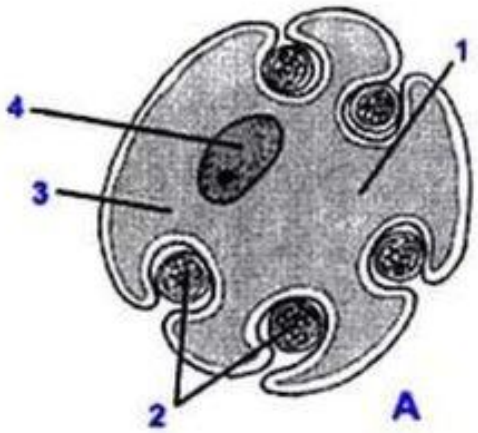
- Нервные волокна образованы отростками нейронов. В зависимости от того, имеют ли они слой миелина, они делятся на **безмиелиновые (безмякотные)** и **миелиновые (мякотные).** Первые преобладают в вегетативной, а вторые — в соматической части нервной системы.

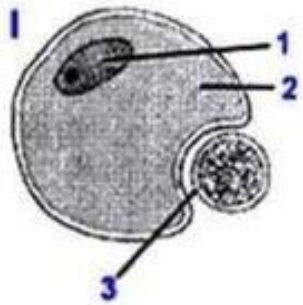
Типы нервных волокон

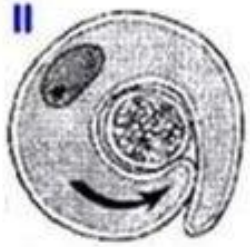
1. Миелинезированные (мякотные) – покрыты миелиновой оболочкой (протеин-липидный комплекс Шванновских клеток или олигодендроцитов)

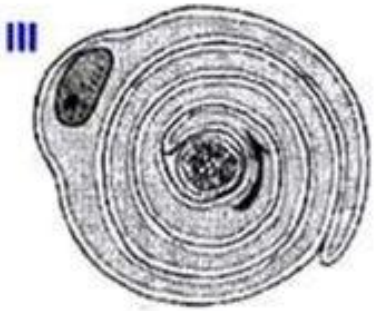
2. Немиелинизированные (безмякотные) – не имеют миелиновой оболочки (окружены Шванновскими клетками

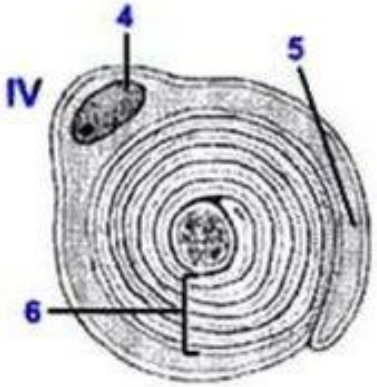












Б

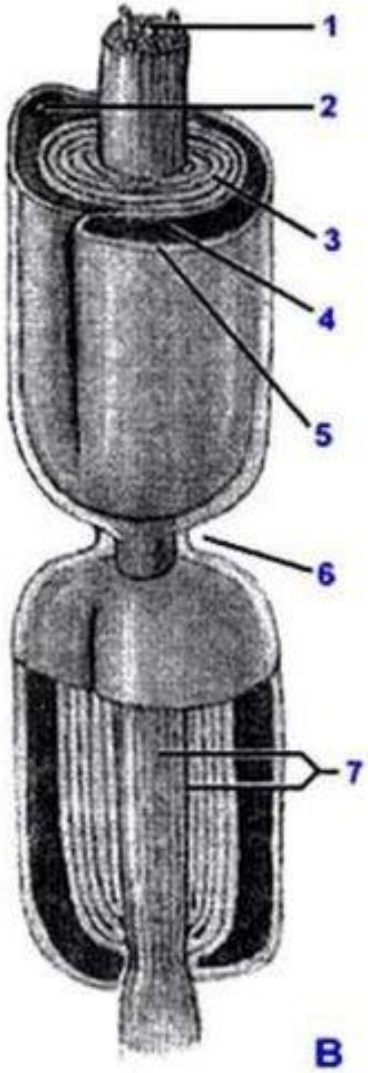


Схема строения нервных волокон:

А – безмиелиновые волокна: 1 – Шванновская клетка, 2 – нервные волокна, 3 – цитоплазма, 4 – ядро;
Б – образование миелина: I, II, III, IV – этапы образования миелиновой оболочки вокруг нервного волокна, 1 – ядро, 2 – цитоплазма, 3 – аксон, 4 – ядро Шванновской клетки, 5 – плазматическая мембрана Шванновской клетки, 6 – миелин;
В – строение миелинового волокна: 1 – нейрофибриллы, 2 – ядро Шванновской клетки, 3 – миелин, 4 – цитоплазма Шванновской клетки, 5 – плазматическая мембрана Шванновской клетки, 6 – перехват Ранвье (граница между двумя Шванновскими клетками), 7 – аксон

Нейрон- структурно-функциональная единица НС, обеспечивающая кодирование, хранение и передачу информации

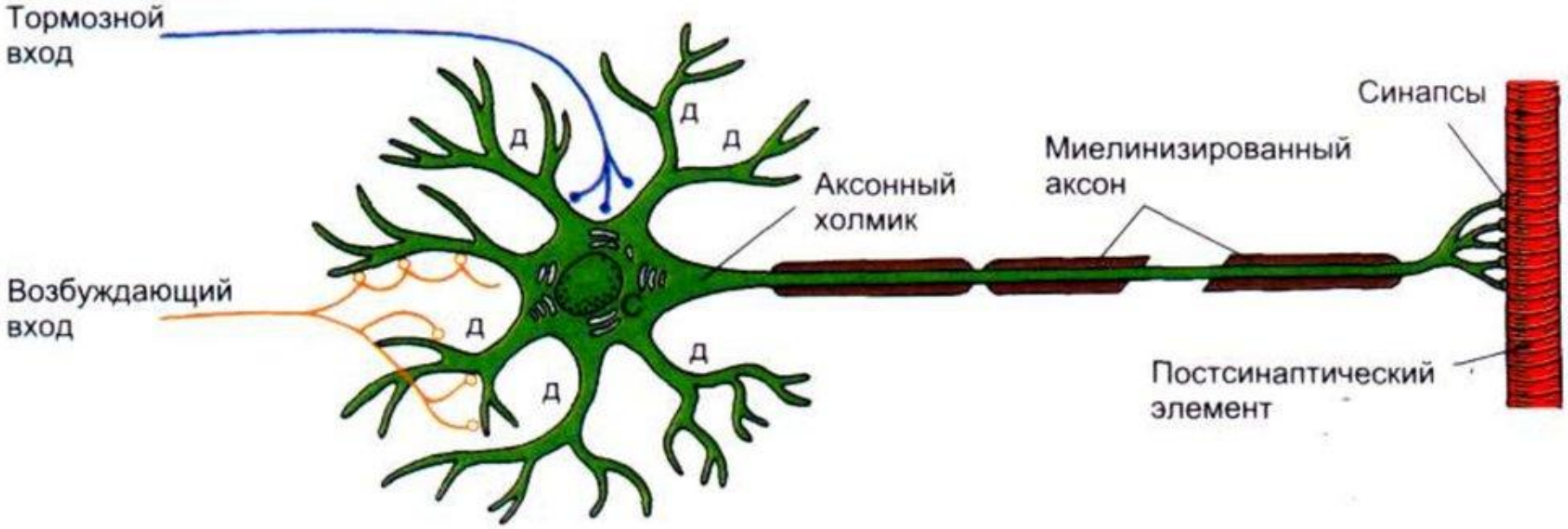


Схема «идеального» нейрона и его основных компонентов.

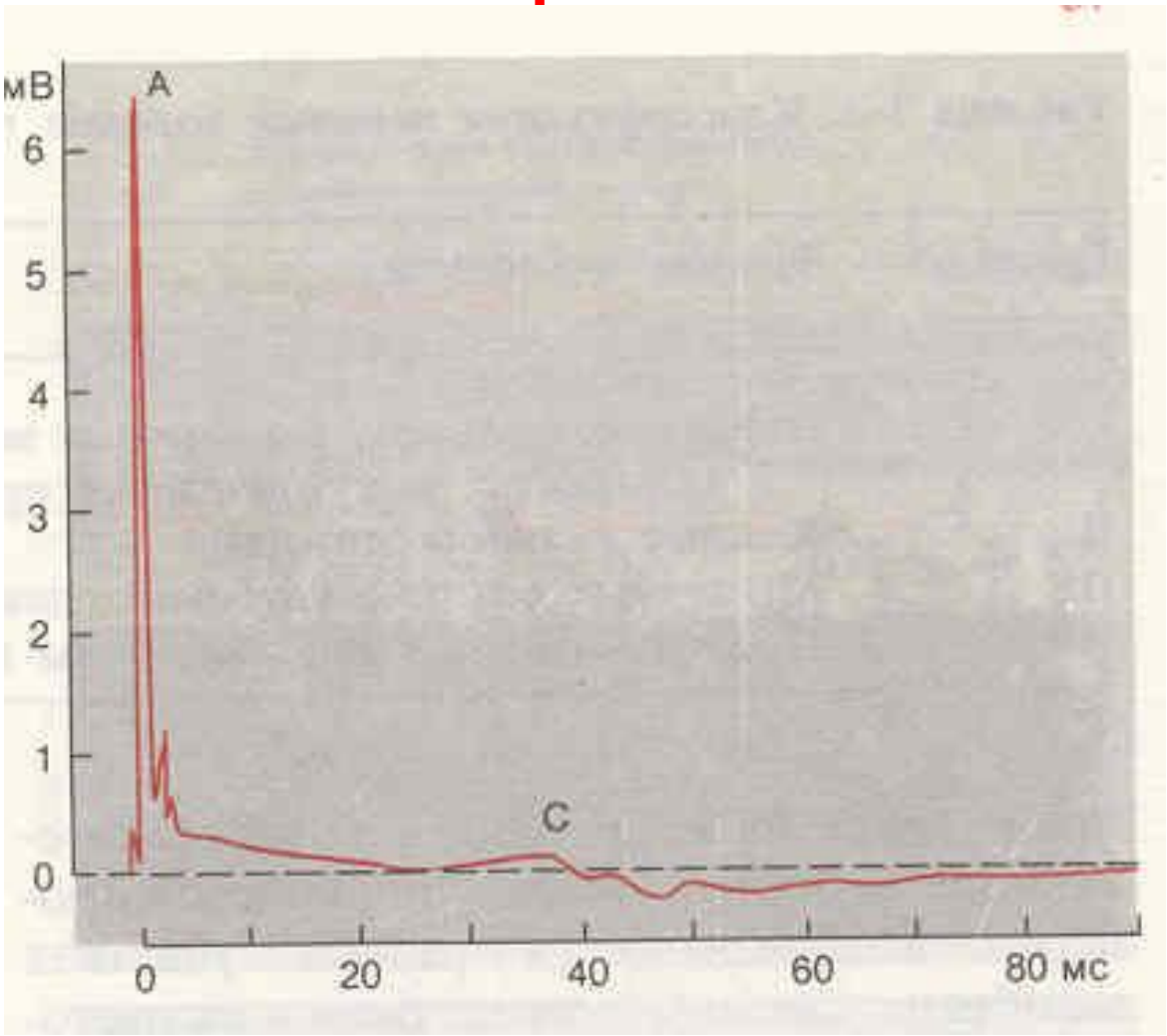
•Большинство афферентных входов, поступающих по аксонам других клеток, оканчиваются синапсами на дендритах (д),
•но некоторые — синапсами на соме (С).
•Возбуждающие нервные окончания чаще располагаются дистально на дендритах,
•Тормозные чаще находятся на соме

Проведение возбуждения по нервам

Таблица 1-2. Классификация нервных волокон по Эрлангеру–Гассеру

Тип волокон	Функция (выборочно)	Средний диаметр, мкм	Средняя скорость проведения, м/с
Aα	Первичные афференты мышечных веретен, двигательные волокна скелетных мышц	15	100 (70–120)
Aβ	Кожные афференты прикосновения и давления	8	50 (30–70)
Aγ	Двигательные волокна мышечных веретен	5	20 (15–30)
Aδ	Кожные афференты температуры и боли	<3	15 (12–30)
B	Симпатические преганглионарные волокна	3	7 (3–15)
C	Кожные афференты боли Симпатические постганглионарные волокна	1 (немиелизированные)	1 (0,5–2)

Проведение возбуждения по нервам



4. Проведение возбуждение в нервных волокнах

А. Проведение ПД в немиелинизированных нервных волокнах

Генерация ПД (деполяризация плазматической мембраны)

↓

Возникновение **разности потенциалов** между деполяризованным и соседними поляризованными участками мембраны.

↓

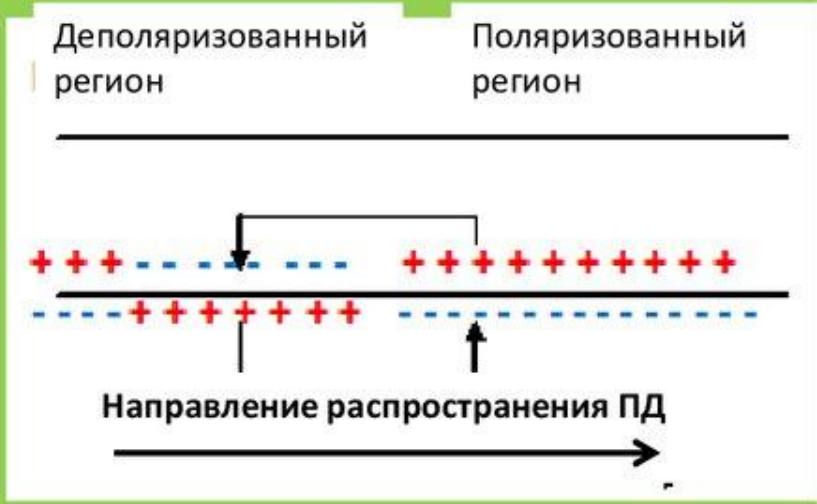
Локальный ионный ток (от “+” к “-“)

↓

Местная (начальная) электротоническая деполяризация плазматической мембраны, достигающая КУД → открытие потенциалзависимых натриевых каналов

↓

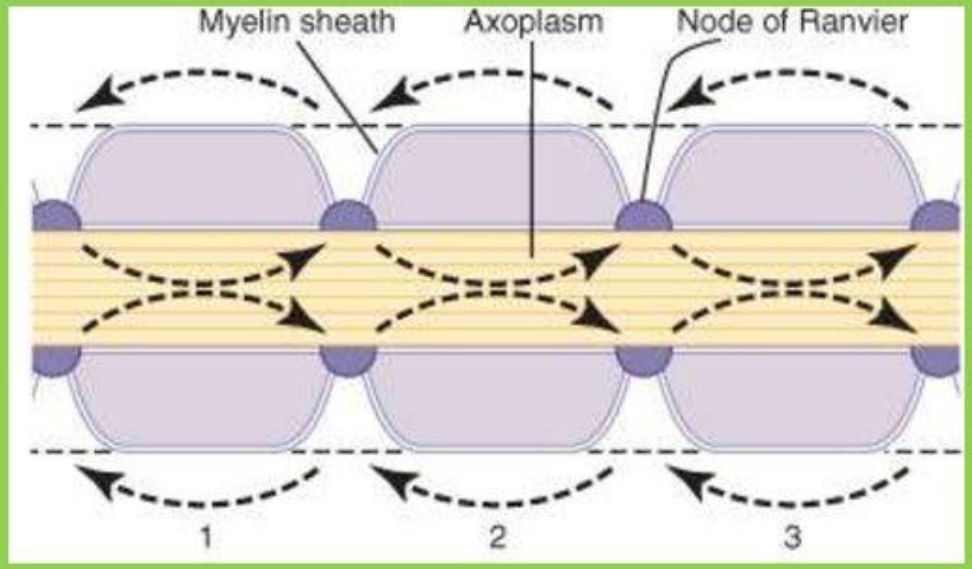
Генерация ПД в соседнем регионе плазматической мембраны

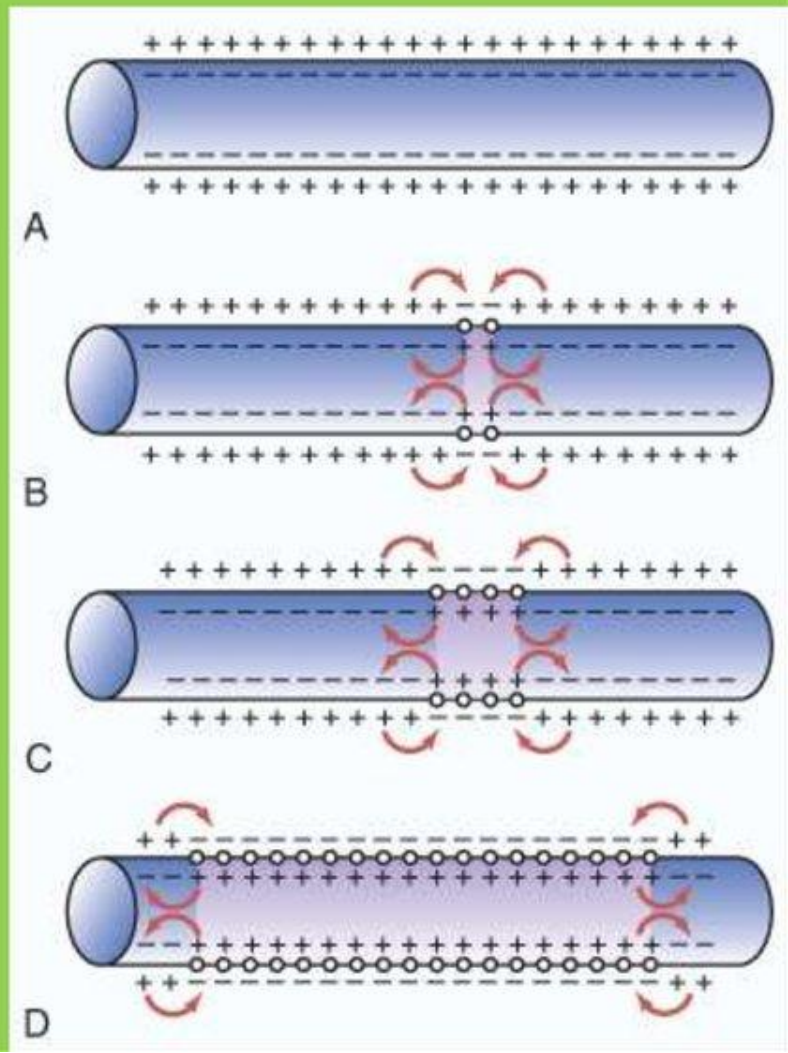


Суть распространения ПД - регенерация ПД (деполяризация) в каждом соседнем участку мембраны (эффект домино).

Б. Проведение ПД в миелинизированных нервных волокнах

Сальтаторный механизм: ПД распространяется по мембране путём перепрыгивание от одного перехвата Ранвье к другому.





Преимущества сальтаторного механизма:

- ↑ скорости проведения
- ↓ затрат энергии

Факторы, влияющие на скорость проведения ПД

1. Диаметр волокна

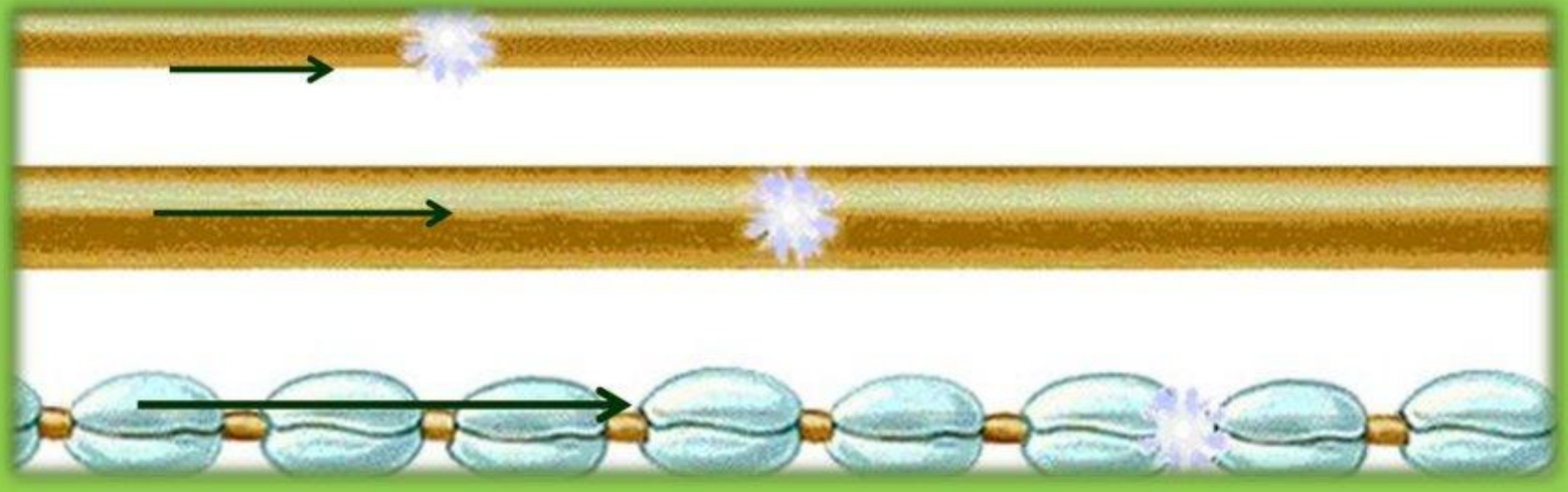
- ↑ диаметра увеличивает скорость проведения

Причина: сопротивление аксона обратно пропорционально его поперечнику:

$$A = 2 \pi r^2$$

2. Миелинизация

- ↑ скорость проведения



СИНАПС.

- **Синапс (греч. Synapsis — соединение)** — специализированная структура, обеспечивающая передачу возбуждающих или тормозных влияний между двумя возбудимыми клетками. Через синапс наряду с прямым влиянием на возбудимость иннервируемой клетки осуществляется и более медленное трофическое влияние, приводящее к изменению метаболизма иннервируемой клетки, ее структуры и функции.
- По вид у соединяемых клеток синапсы можно разделить на **межнейронные, нейроэффекторные и нейрорецепторные.**
- **Межнейронные синапсы** находятся в ЦНС и вегетативных ганглиях.
- **Нейроэффекторные (нейромышечные и нейросекреторные)** синапсы соединяют эфферентные нейроны соматической и вегетативной нервной системы с исполнительными клетками — поперечнополосатыми и гладкими миоцитами, секреторными клетками.
- **К нейрорецепторным** синапсам относят контакты во вторичных рецепторах между рецепторной клеткой и дендритом афферентного нейрона.

Физиология синапсов

Классификация синапсов

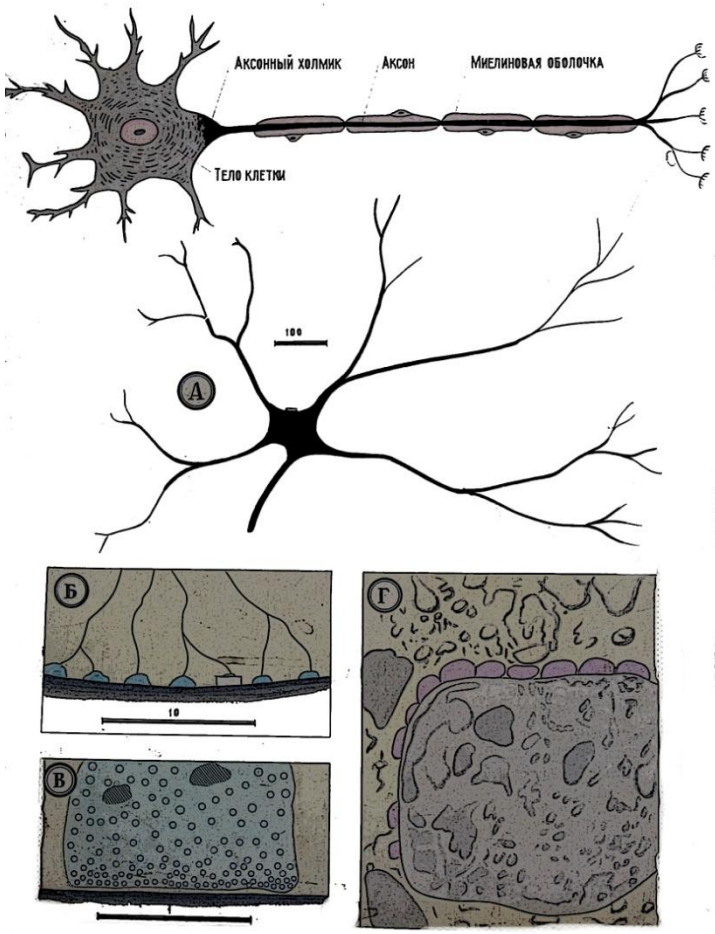
По местоположению

(аксо-дендритные, аксо-аксональные, аксо-соматические и т.д.)

По характеру действия

(Возбуждающие и Тормозные)

По способу передачи сигнала (электро-,хемо-, смешанные)



- По способу передач и сигнала синапсы делят на **химические, электрические и смешанные.**
- **Химические синапсы** являются специфическим межклеточным контактом для нервной системы. В них передача влияния на постсинаптическую клетку осуществляется с помощью химического посредника — **медиатора**.
- **В электрических синапсах** потенциалы действия непосредственно (электротонически) передаются на постсинаптическую клетку. Эти синапсы являются разновидностью щелевых межклеточных контактов, которые встречаются и в других тканях (например, нексусы в миокарде и гладкомышечной ткани). Электрические синапсы немногочисленны в нервной системе млекопитающих, особенно в постнатальном периоде.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИНАПСОВ

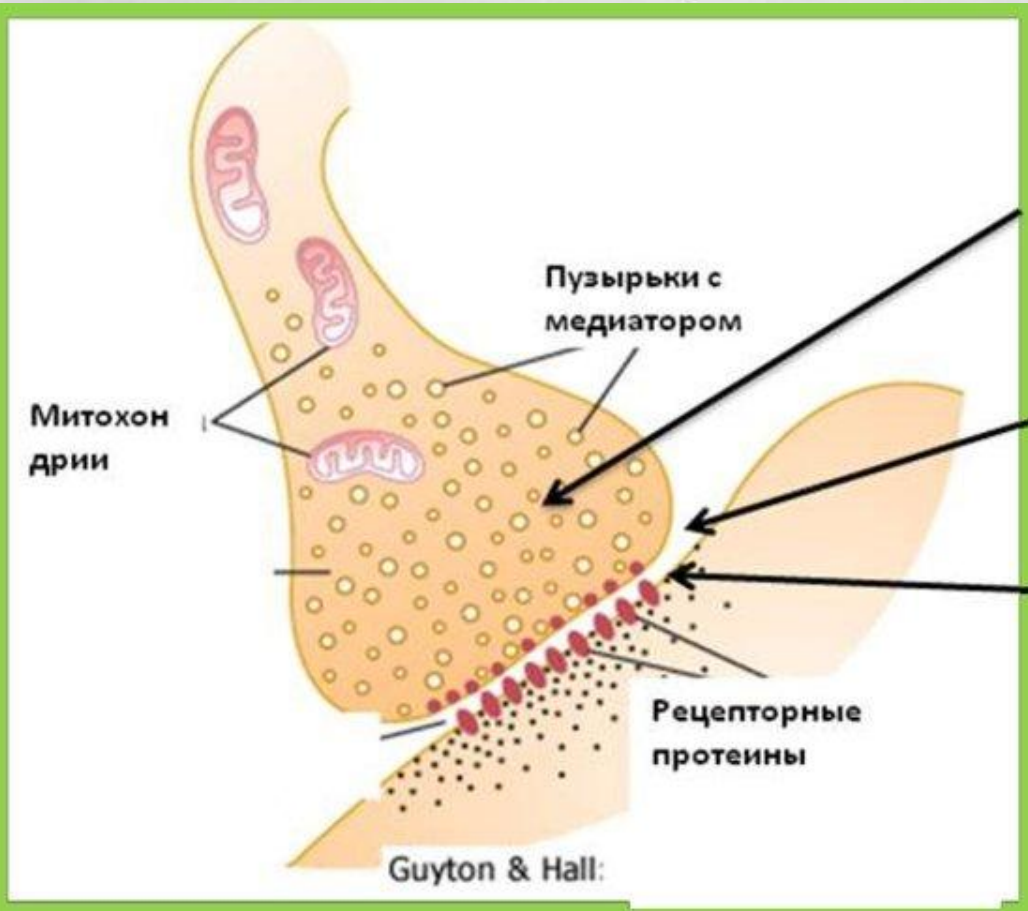
- По природе медиатора химические синапсы делят на:
- **холинергические** (медиатор — **ацетилхолин**),
- **адренергические** (норадреналин),
- **дофаминергические** (дофамин),
- **гамкергические** (γ-аминомасляная кислота),
- **глутаматергические** (глутамат),
- **аспартатергические** (аспартат),
- **пептидергические** (пептиды),
- **пуринергические** (АТФ).

СТРОЕНИЕ СИНАПСА.

- Синапс имеет слудующие структурные элементы: **пресинаптическое окончание**, **постсинаптическую мембрану** и связывающую их **синаптическую щель**. Однако структура нервно-мышечного синапса имеет отличия от других синапсов, связанные с иннервацией длинных клеток (миоцитов) и необходимостью из одного синапса при передаче одного импульса практически одновременно активировать все сократительные единицы (саркомеры) миоцита.

- **Пресинаптическое окончание** образуется расширениями по ходу разветвления аксона, иннервирующего мышечное волокно. В нервно-мышечном синапсе пресинаптическое окончание имеет большую длину (около 1—2 мм).
- **Синаптическая щель** в нервномышечном синапсе имеет ширину в среднем 50 нм. Она содержит межклеточную жидкость и мукополисахаридное плотное вещество в виде полосок, мостиков, которое обеспечивает связь между пре- и постсинаптической мембранами и может содержать ферменты. Это вещество хорошо выражено в щели нервно-мышечного синапса, где оно формирует базальную мембрану и содержит фермент ацетилхолинэстеразу.

- **Постсинаптическая мембрана** — утолщенная часть клеточной мембраны иннервируемой клетки, содержащая белковые рецепторы, имеющие ионные каналы и способные связать молекулы медиатора. Ее особенностью в нервно-мышечном синапсе является наличие множества мелких складок, которые образуют слепые карманы, открывающиеся в синаптическую щель. Благодаря им резко увеличиваются площадь постсинаптической мембраны и количество ее рецепторов, которое в одном синапсе достигает 10—20 млн. Постсинаптическую мембрану нервно-мышечного синапса называют также концевой пластинкой .



1. Пресинаптическая терминаль (окончание) – расширенное окончание пресинаптического аксона, включающее пресинаптическую мембрану, синаптические пузырьки с медиатором, митохондрии.

2. Синаптическая щель – разделяет пре- и постсинаптические мембраны.

3. Постсинаптическая мембрана – специализированная часть плазматической мембраны постсинаптической клетки, имеющая рецерторы к определённому медиатору.

7. Проведение возбуждения в центральном химическом синапсе

1. Выделение медиатора из пресинаптического окончания

А. Деполяризация мембраны окончания распространяющимся по аксону ПД. →

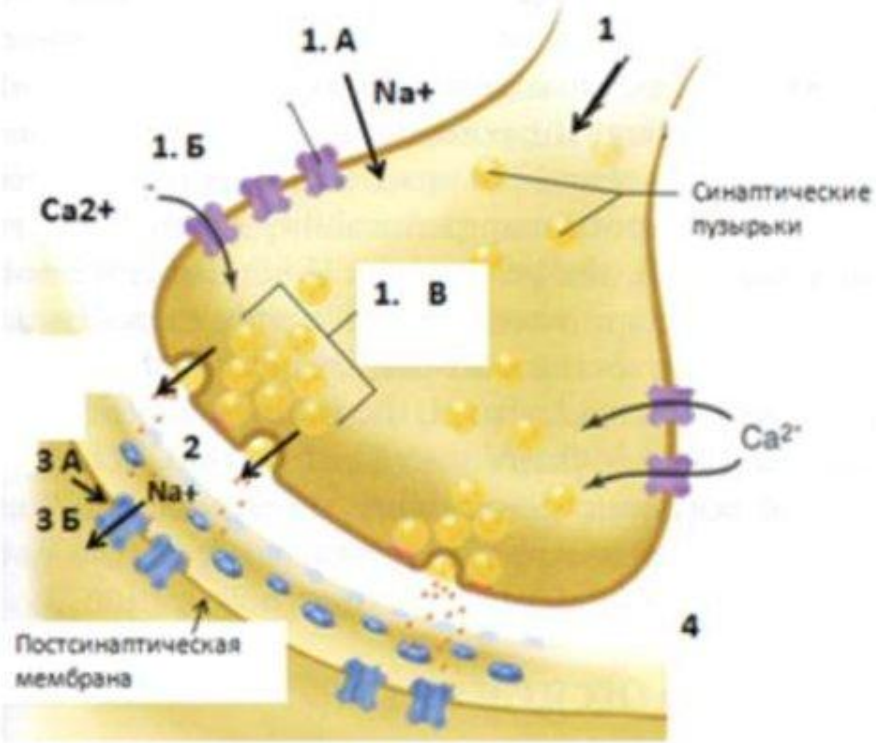
Б. Активация потенциалзависимых кальциевых каналов мембраны окончания. →

В. Ток ионов Са+ в окончание стимулирует экзоцитоз пузырьков с нейромедиатором.

↓

2. Диффузия молекул нейромедиатора через синаптическую щель к постсинаптической мембране.

↓

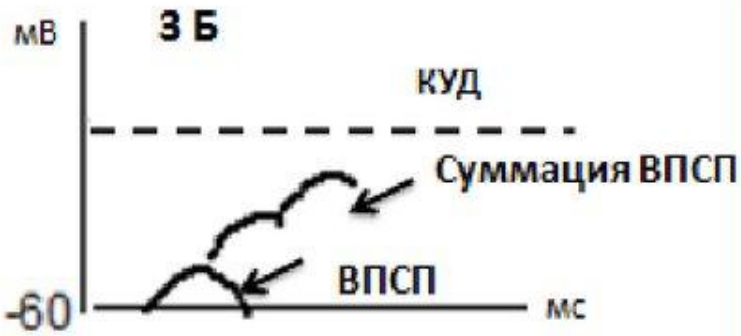


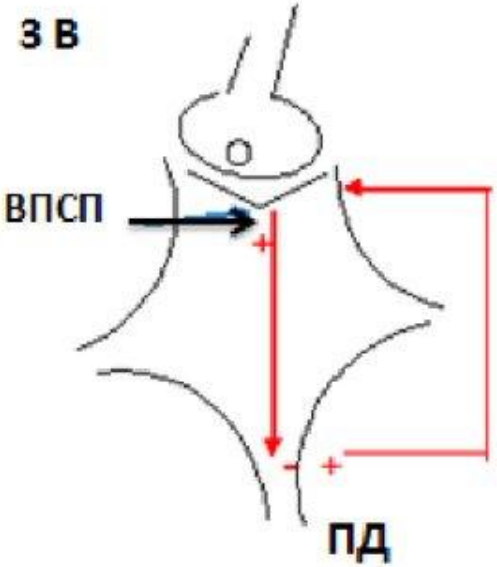
3. Взаимодействие медиатора с постсинаптическими рецепторами с возбуждением постсинаптического нейрона

А. Нейромедиатор связывается со специфическим рецептором постсинаптической мембраны* →

Б. Активация лигандзависимых натриевых каналов → ток Na+ через постсинаптическую мембрану в клетку → местная деполяризация постсинаптической мембраны (ЛО) – **возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП)** → суммация ВПСП (временная и пространственная) увеличивает амплитуду локальной деполяризации постсинаптической мембраны.

В. Циркуляция местных ионных токов между частично деполяризованной постсинаптической мембраной и поляризованной мембраной аксонного холмика вызывает генерацию ПД





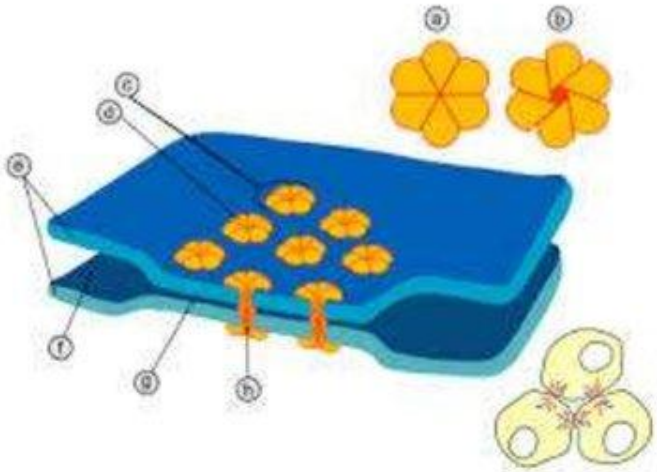
↓

4. Окончание действия нейромедиатора и его инактивация (удаление).

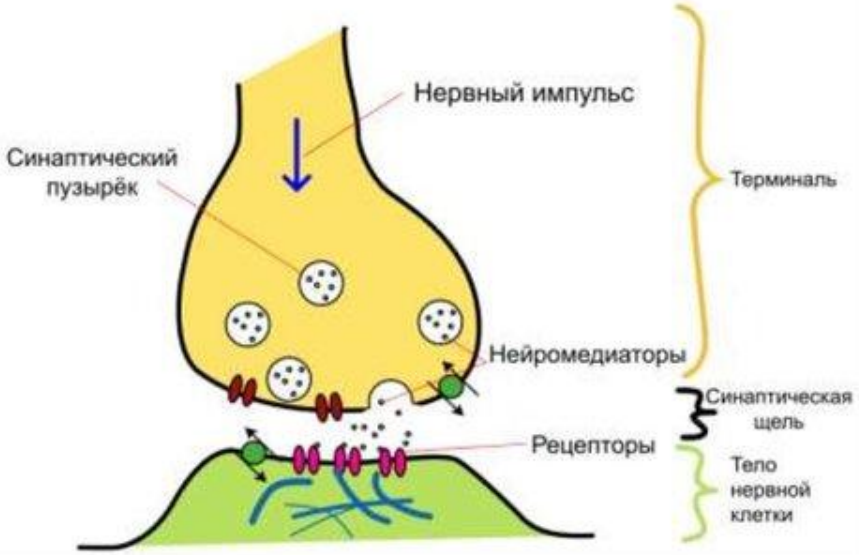
СИНАПСЫ. МЕЖНЕЙРОННЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

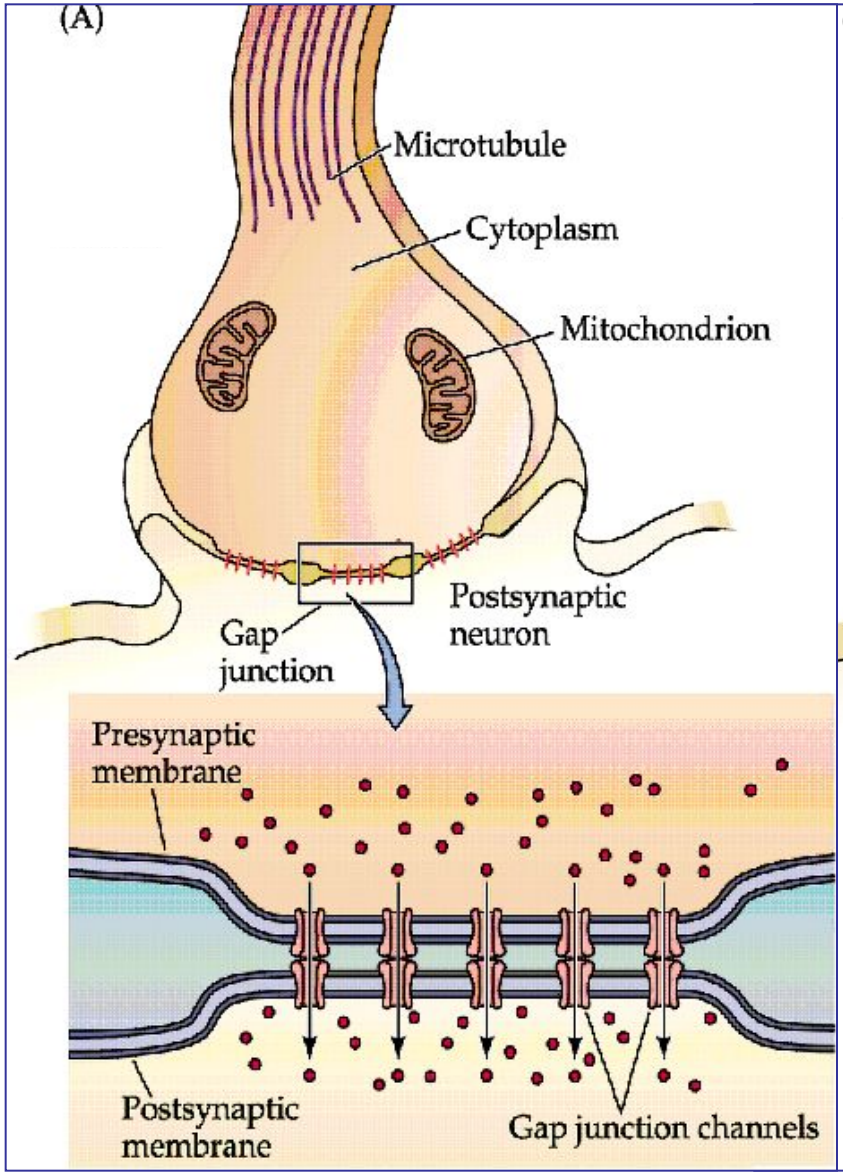
Синапс – это участок, где электрические сигналы передаются от одной клетки к другой.

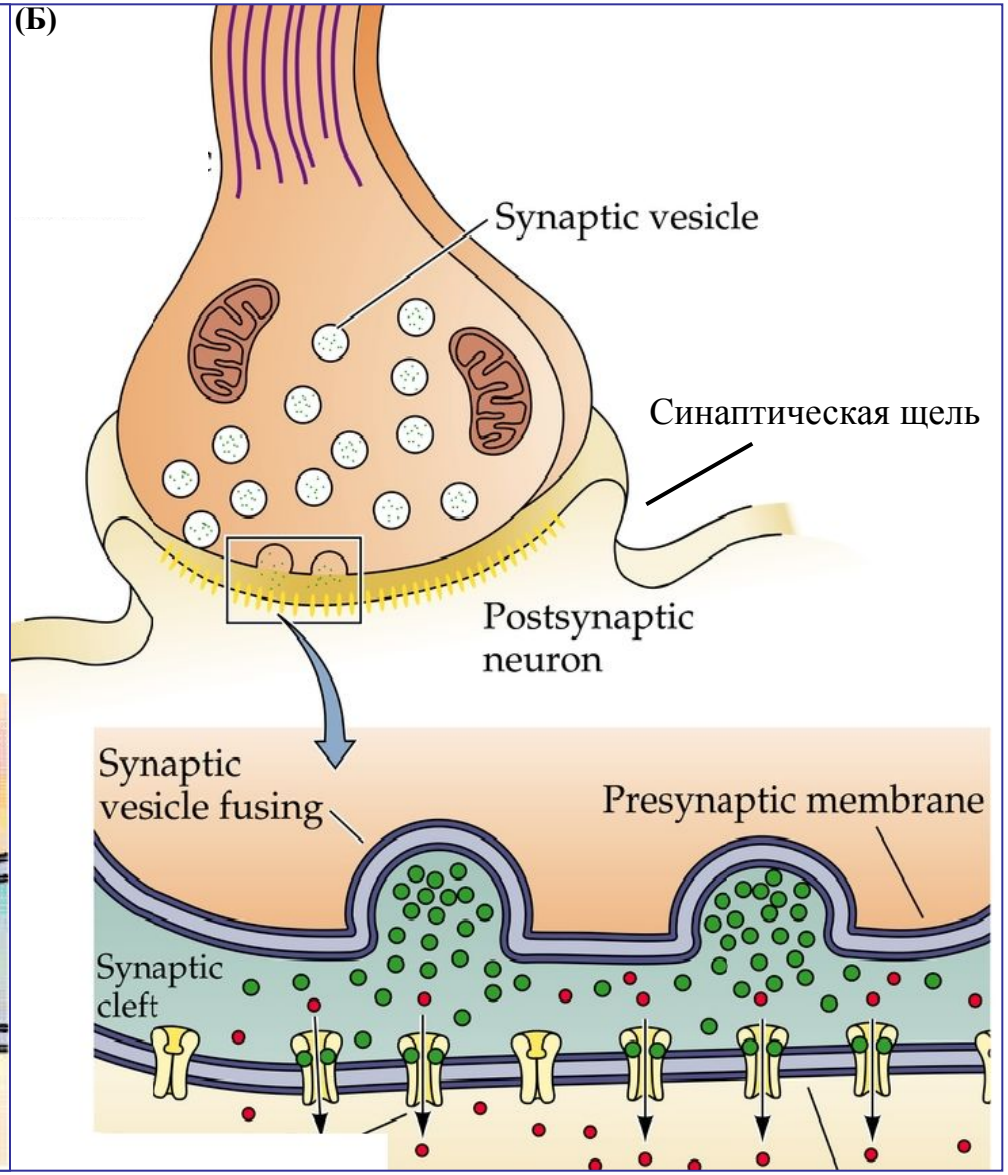
1. Электрические синапсы/эфапсы (нексусы, или щелевые контакты в гладких мыщцах, сердечной мышце) - электрические потоки передаются непосредственно от клетки к клетке (электротонически)



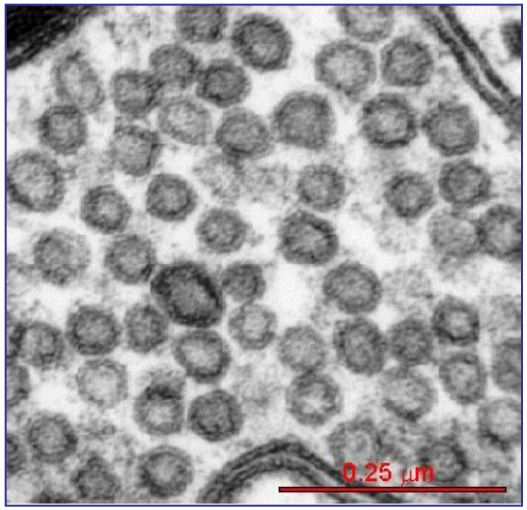
1. Химические синапсы – для передачи сигнала используется выделяющийся под влиянием ПД - нейротрансмиттер из пресинаптического нейрона, диффундируя через синаптическую щель соединяется с рецепторами постсинаптической мембраны



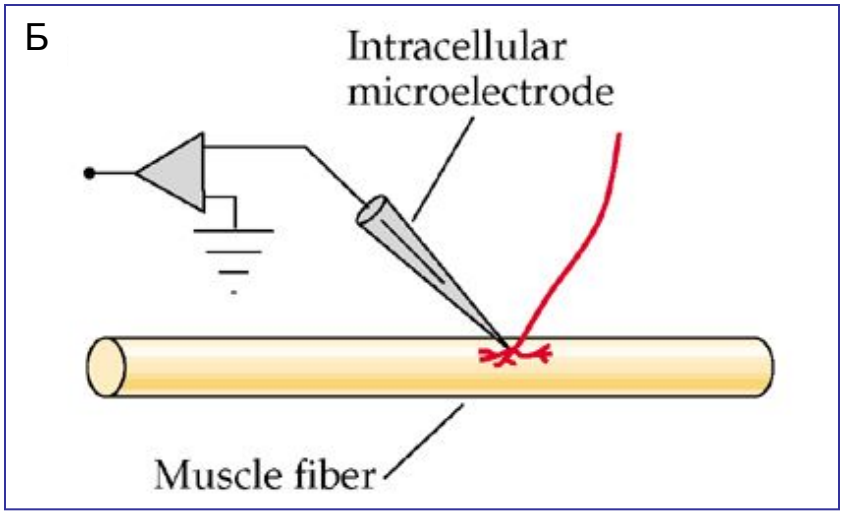

(A)
Microtubule
Cytoplasm
Mitochondrion
Postsynaptic neuron
Gap junction
Presynaptic membrane
Postsynaptic membrane
Gap junction channels


(Б)
Synaptic vesicle
Синаптическая щель
Postsynaptic neuron
Synaptic vesicle fusing
Presynaptic membrane
Synaptic cleft

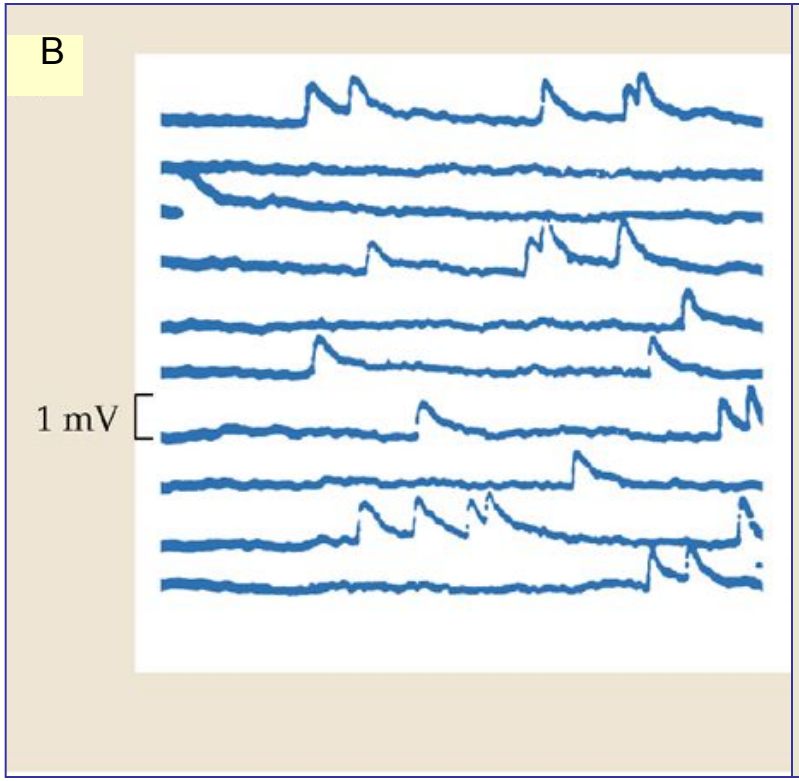
А


0.25 µm

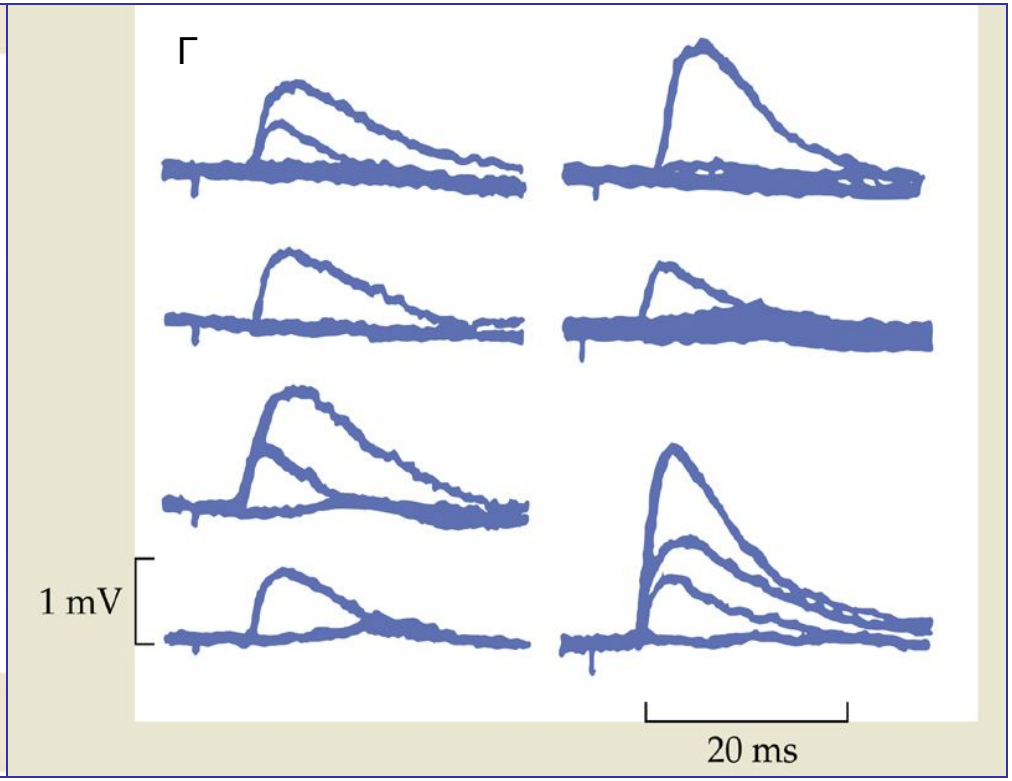
Б

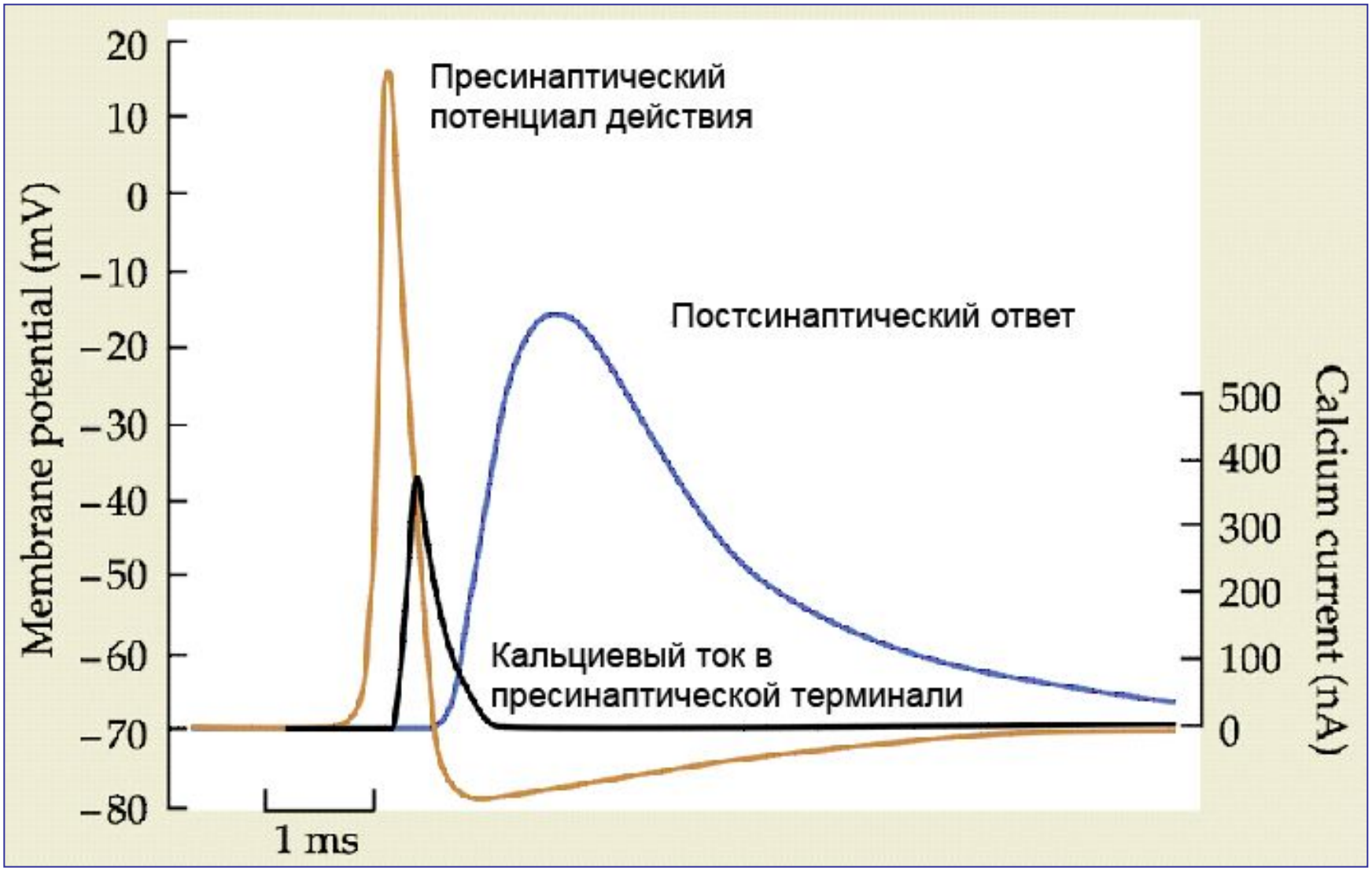

Intracellular
microelectrode
Muscle fiber

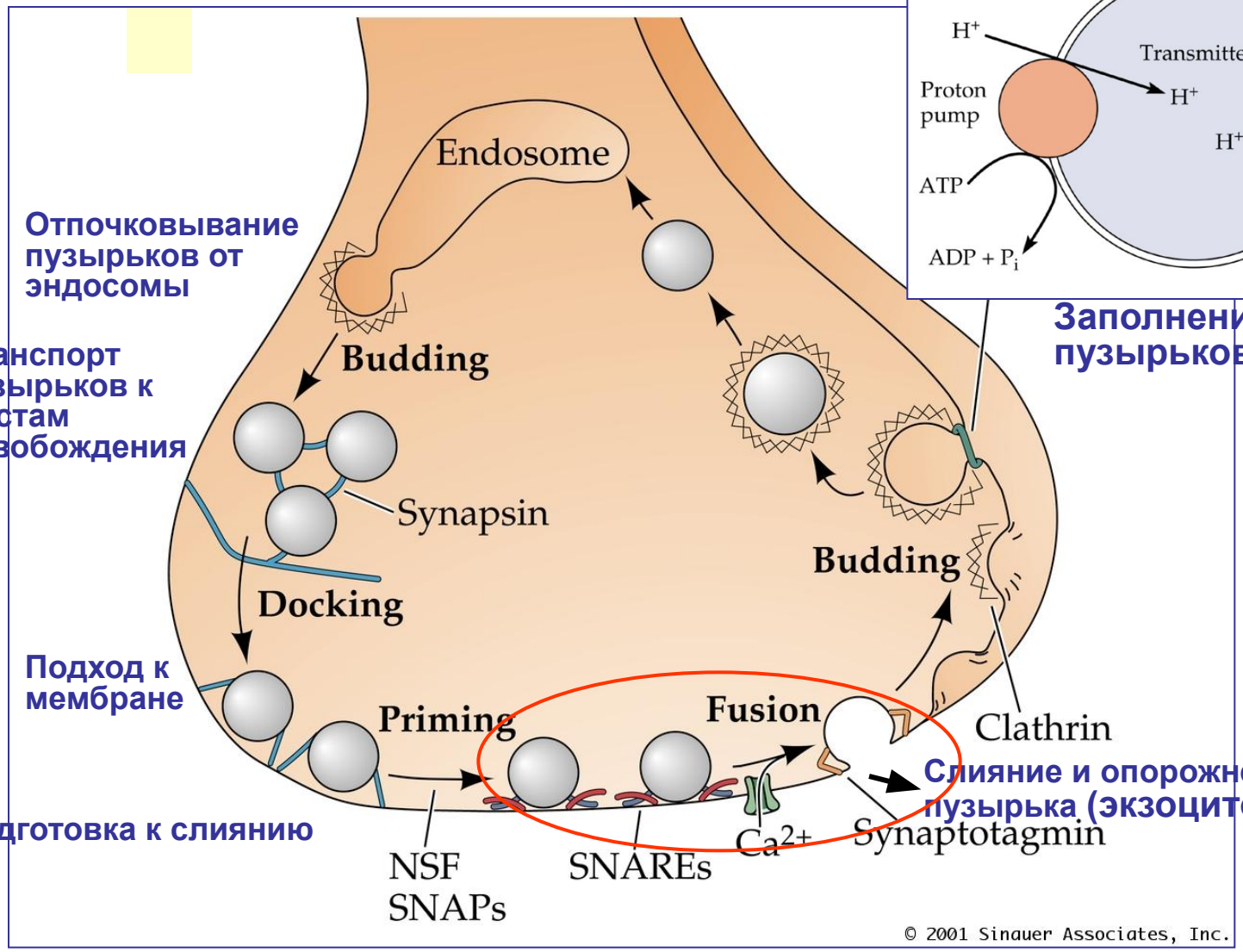
В

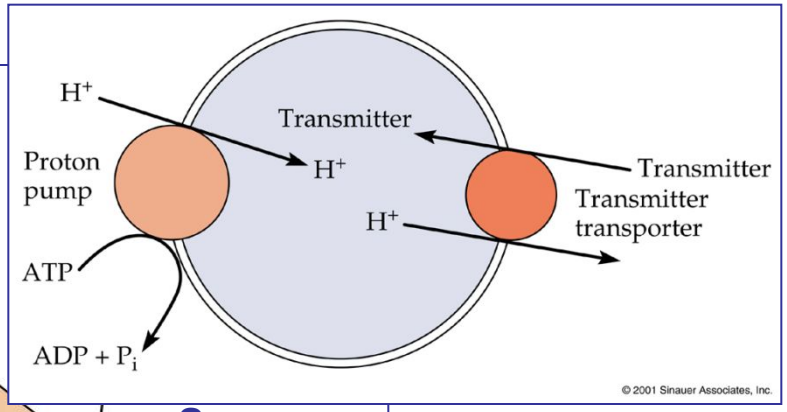

1 mV

Г


1 mV
20 ms


Пресинаптический потенциал действия
Постсинаптический ответ
Кальциевый ток в пресинаптической терминали
Membrane potential (mV)
20
10
0
−10
−20
−30
−40
−50
−60
−70
−80
Calcium current (nA)
500
400
300
200
100
0
1 ms





Отпочковывание пузырьков от эндосомы

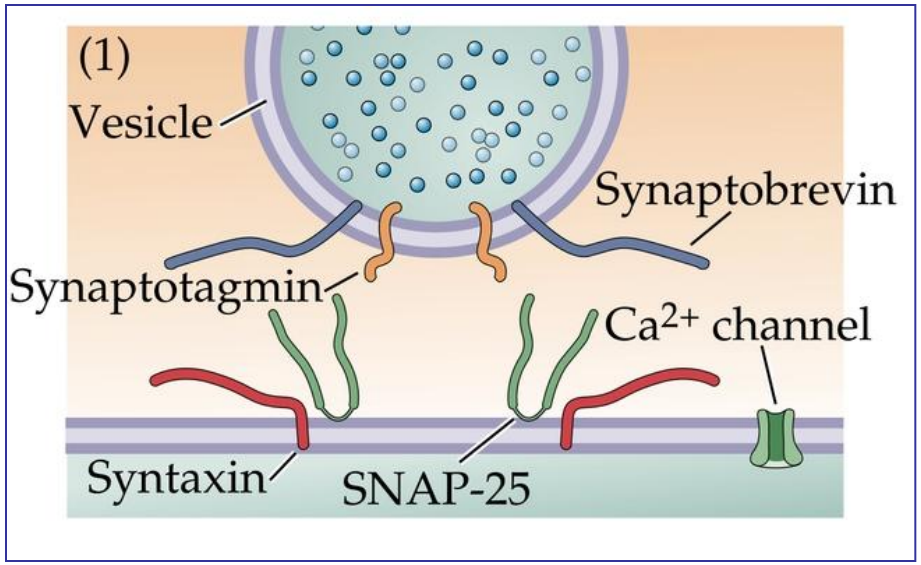
Транспорт пузырьков к местам освобождения

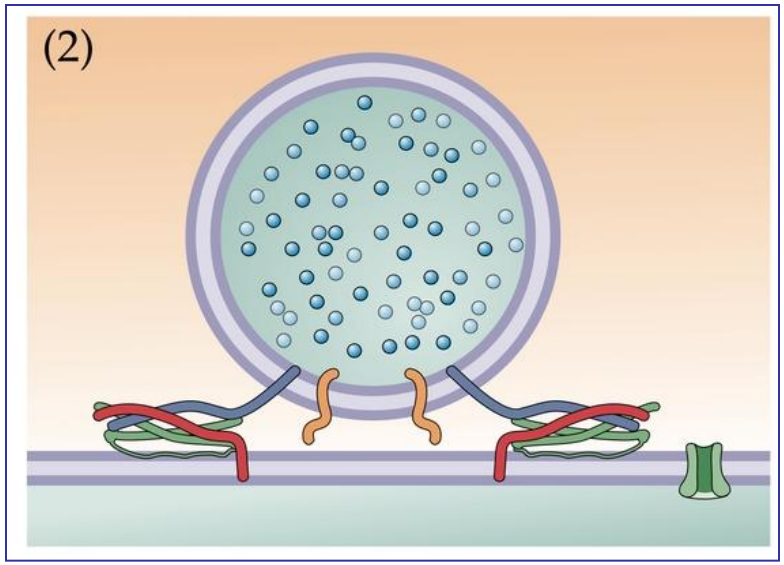
Подход к мембране

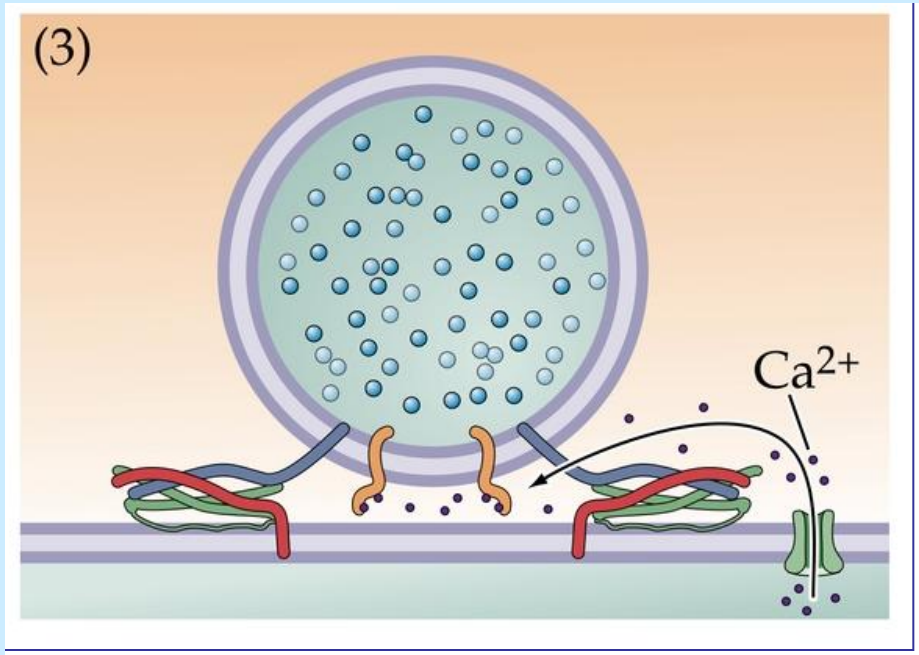
Подготовка к слиянию

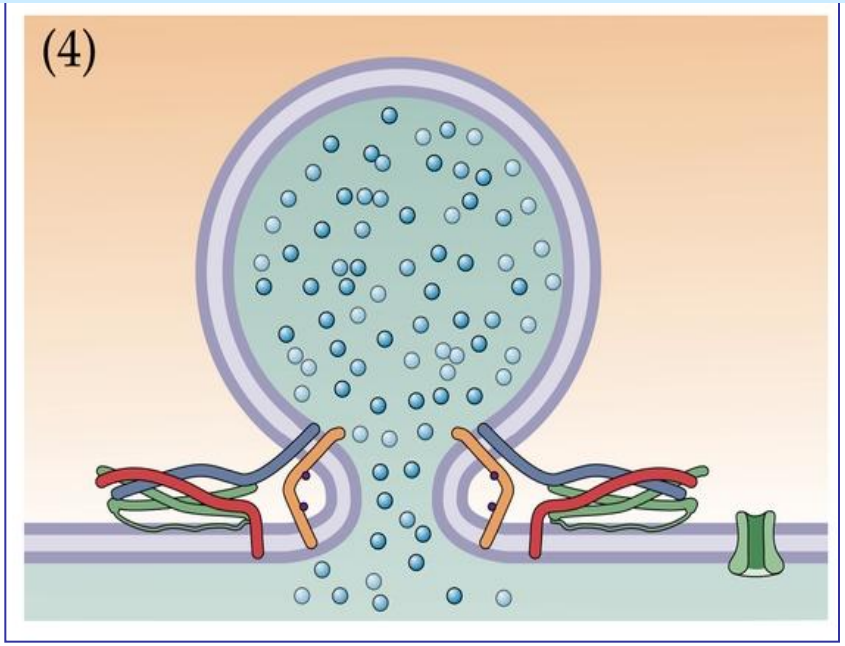
Заполнение синаптических пузырьков медиатором

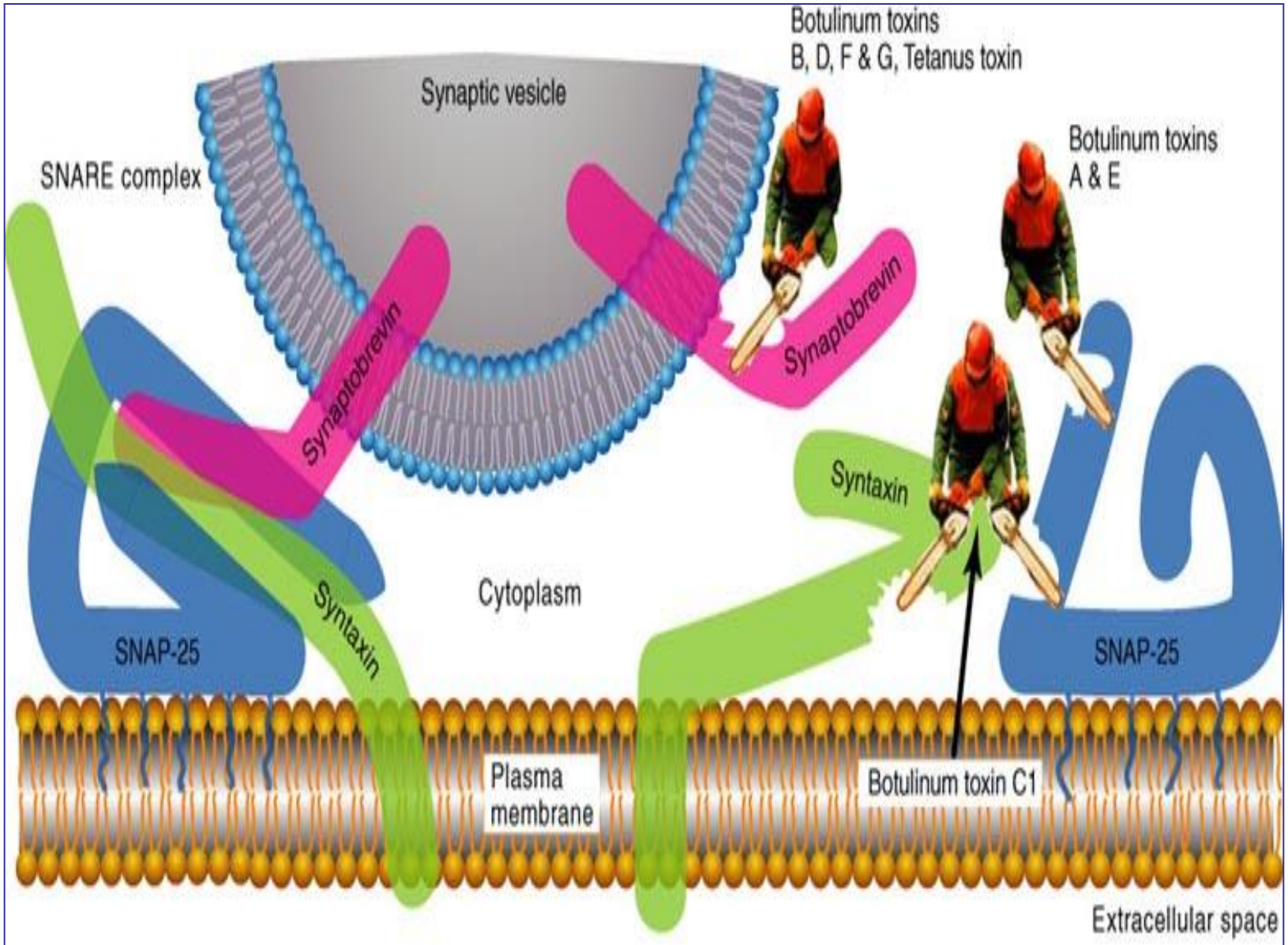
Слияние и опорожнение пузырька (экзоцитоз)


(1)
Vesicle
Synaptobrevin
Synaptotagmin
Ca^{2+} channel
Syntaxin
SNAP-25


(2)

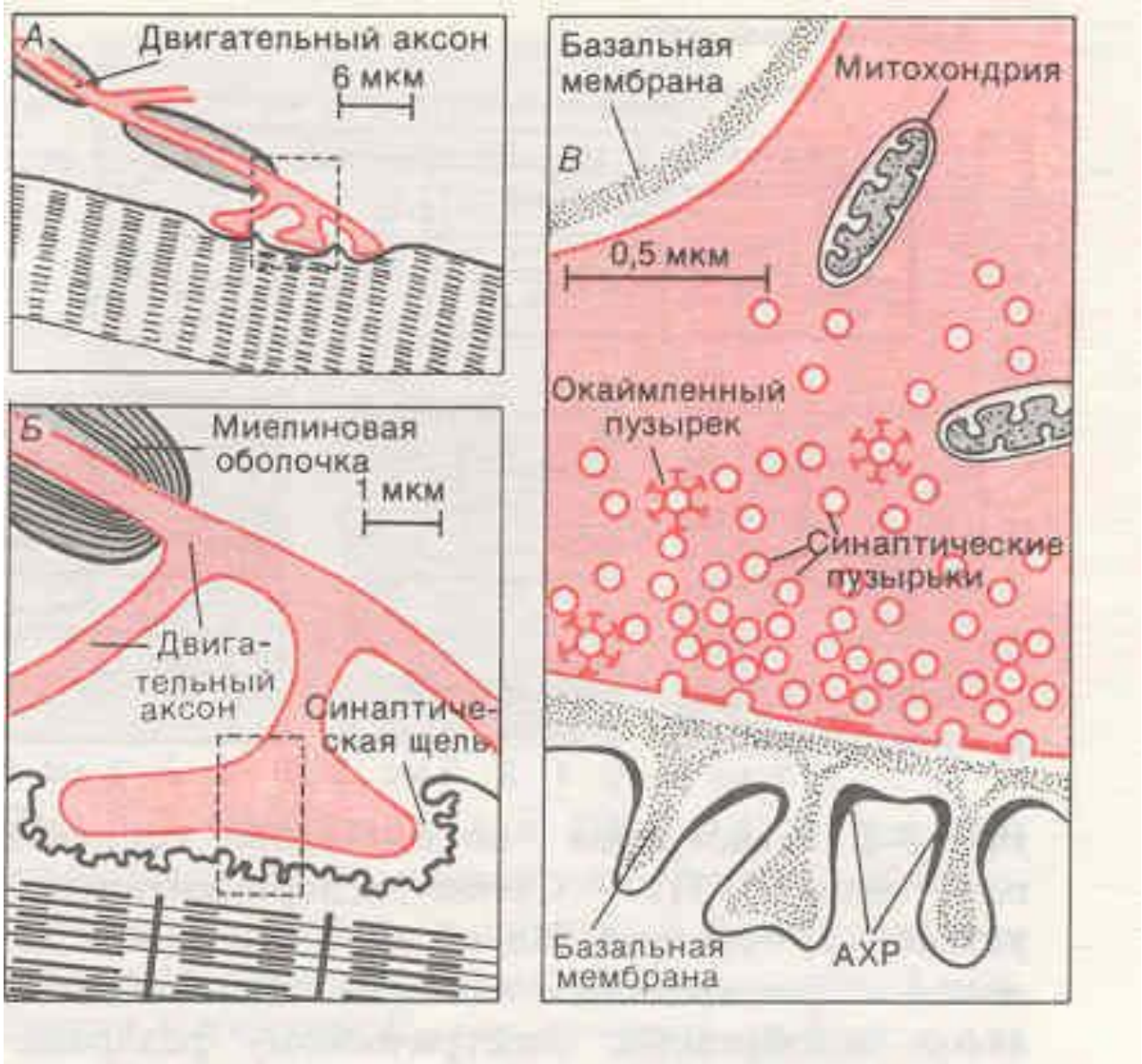

(3)
Ca^{2+}


(4)



Copyright © 2002, Elsevier Science (USA). All rights reserved.

Строение концевой пластинки

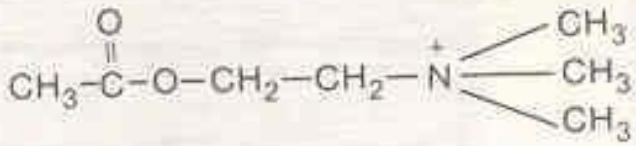


А Ацетат + КоА —(Ацетат-КоА-синтетаза)→ Ацетил-КоА

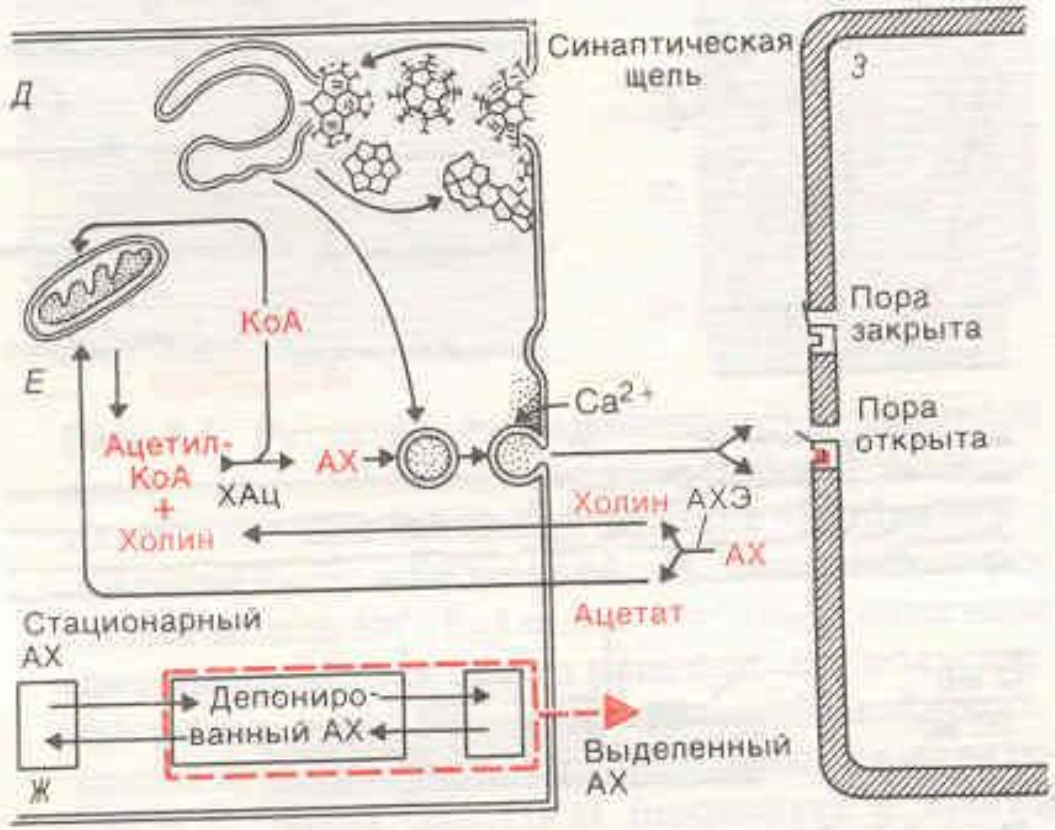
Б Ацетил-КоА + Холин —(Холин-ацетилтрансфераза (ХАц))→ Ацетилхолин + КоА

В Ацетилхолин + H_2O —(Ацетилхолинэстераза (АХЭ))→ Холин + Ацетат

Г



Ацетилхолин (АХ)



Блокада нервно-мышечной передачи

- Местная анестезия – блокирует проведение ПД в пресинаптической части
- Блокада высвобождения медиатора в пресинаптической части (токсин бутулизма)
- Нарушение синтеза медиатора (гемихолиний)
- Блокада рецепторов АХ (бунгаротоксин)
- Вытеснение АХ из рецепторов (кураре)
- Инактивация постсинаптической мембраны (сукцинилхолин, декаметоний)
- Угнетение холинэстеразы (фосфорорганические соединения)

Спасибо за внимание!