

Курс:

Биология, Анатомия, Физиология человека

Лекция №4: Физиология возбудимых тканей (продолжение)

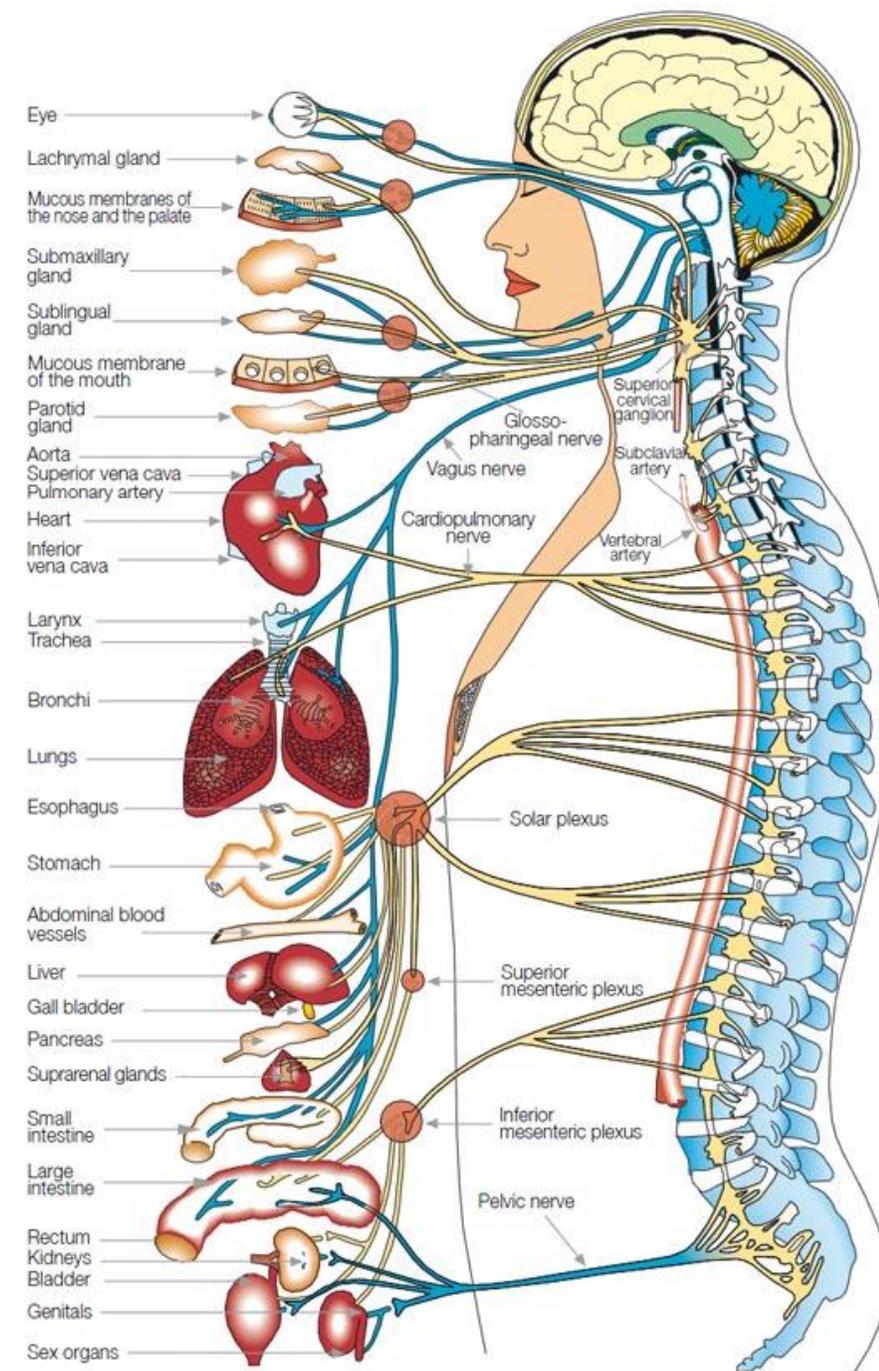
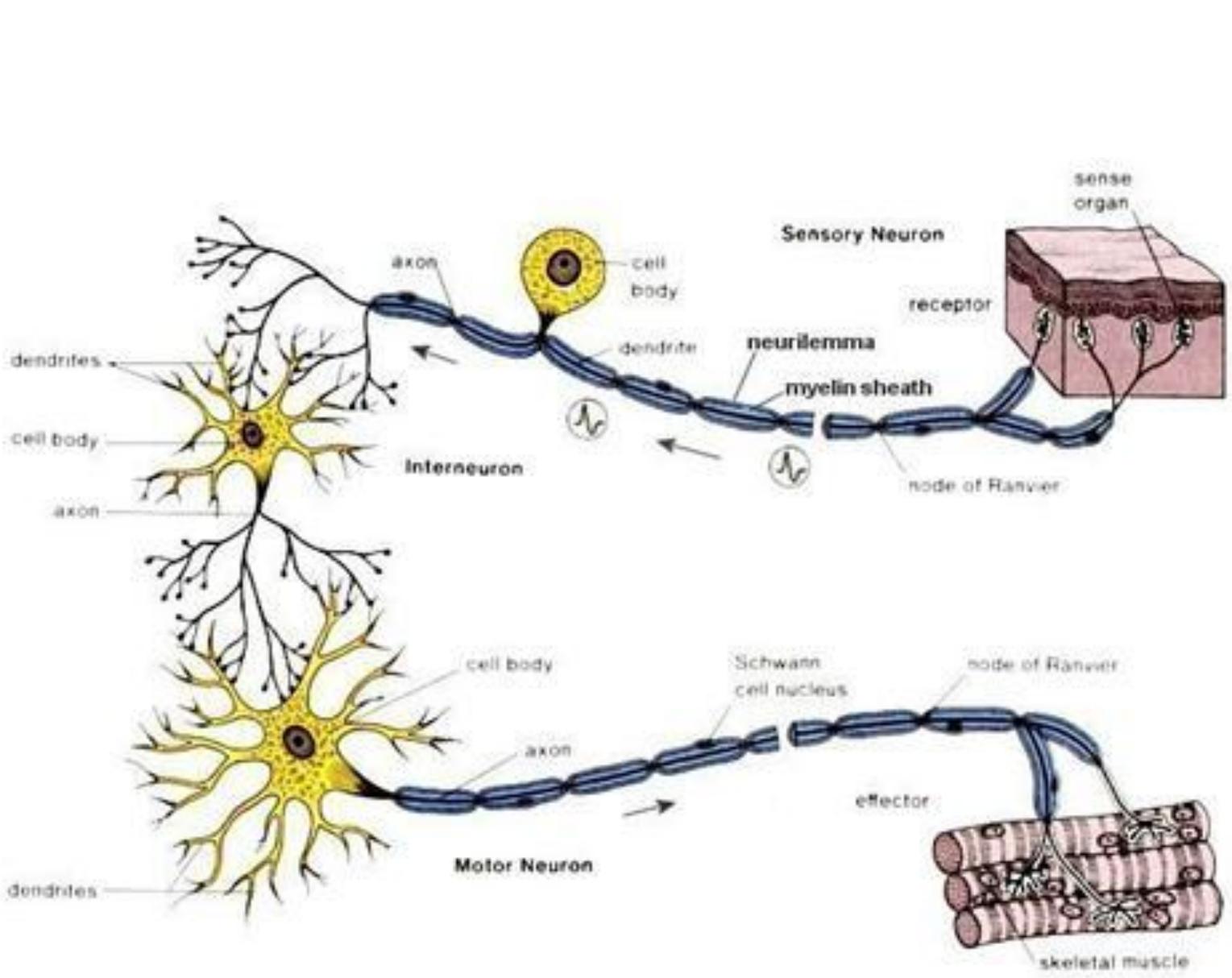
- Физиология нервов и нервных волокон
- Физиология синапсов

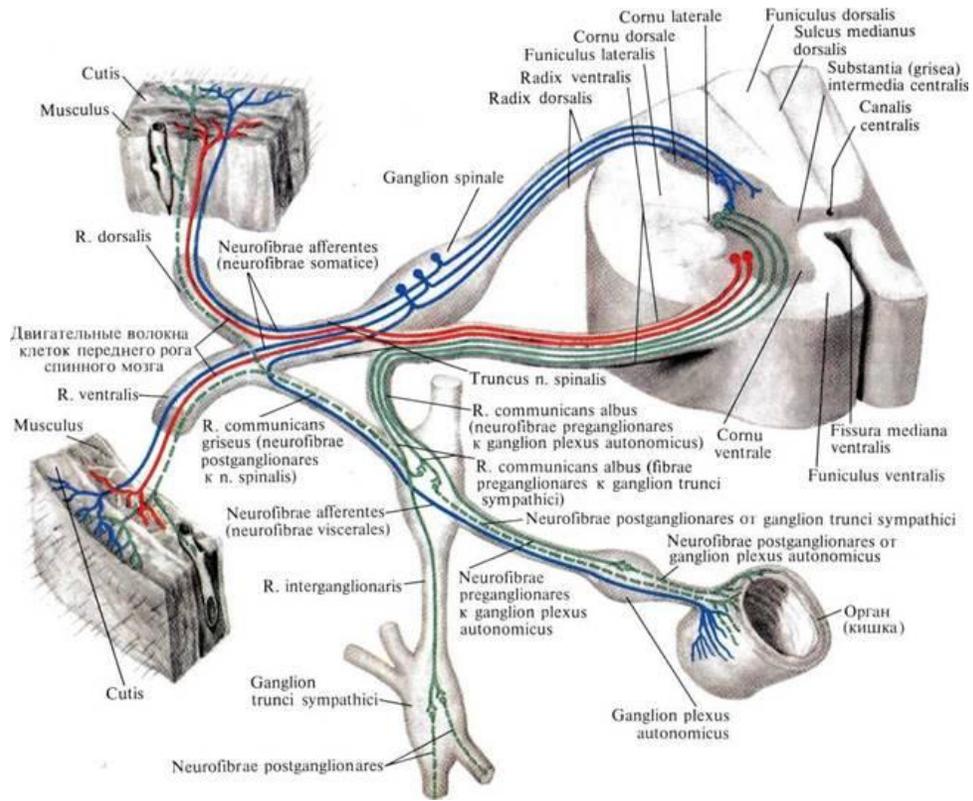
проф Курашвили Юлия Борисовна

+7 985 922 10 98

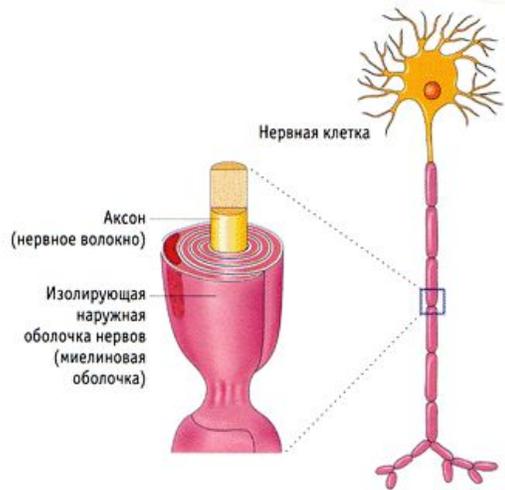
leri@me.com

I. ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВОВ И НЕРВНЫХ ВОЛОКОН





Функцию проведения нервных импульсов от рецепторов в ЦНС и от ЦНС к эффекторным органам выполняют **нервные волокна**



- **Нерв состоит** из большого числа нервных волокон, заключённых в общую оболочку.
- **По морфологическому признаку волокна делятся на:**
 - Миелиновые (покрытые миелиновой оболочкой)
 - Безмиелиновые

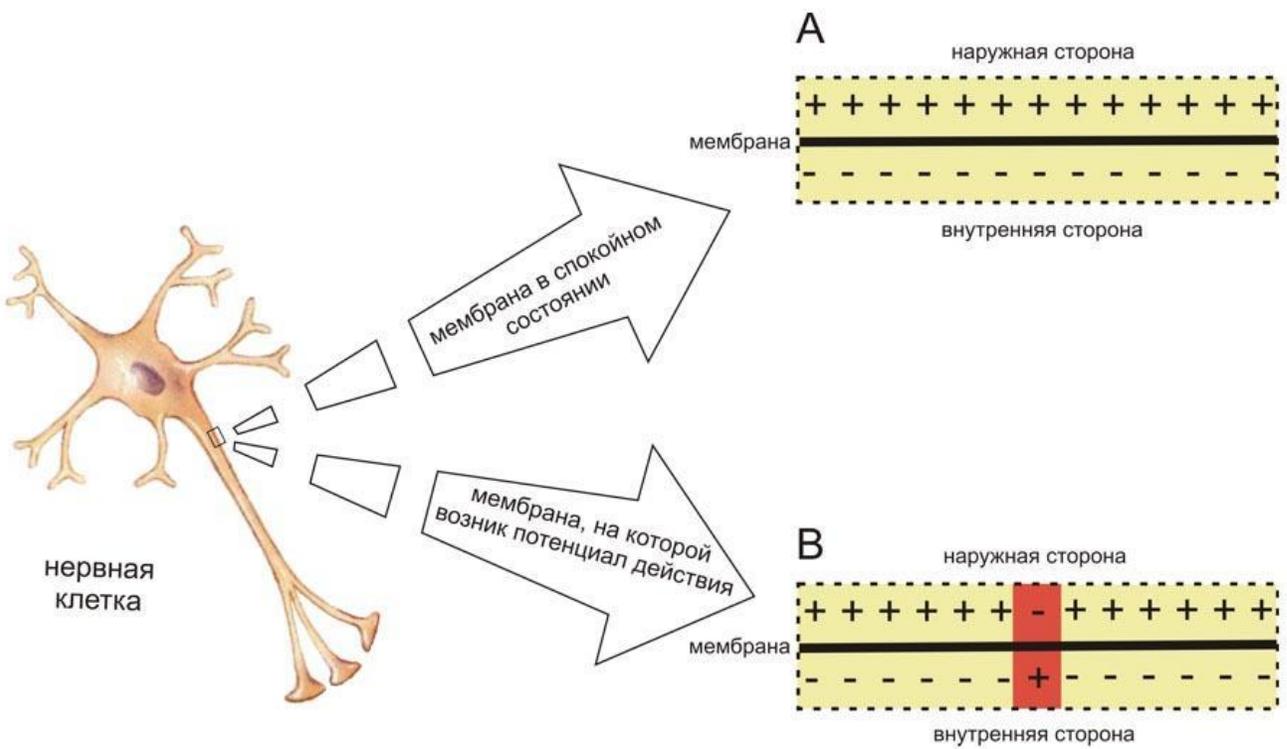
- В состав одного нерва входят как миелиновые, так безмиелиновые волокна.

□ Нервное волокно обладает следующими свойствами:

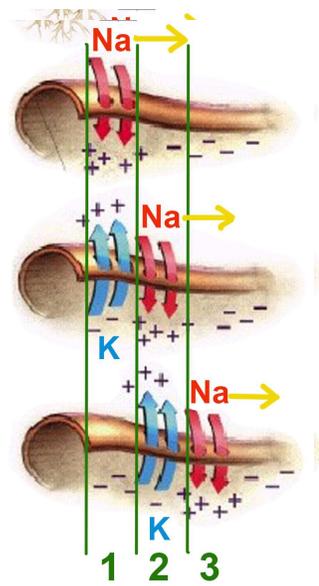
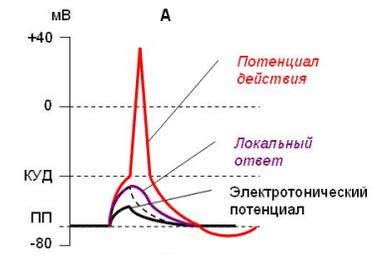
1. Возбудимостью
2. Проводимостью
3. Лабильностью

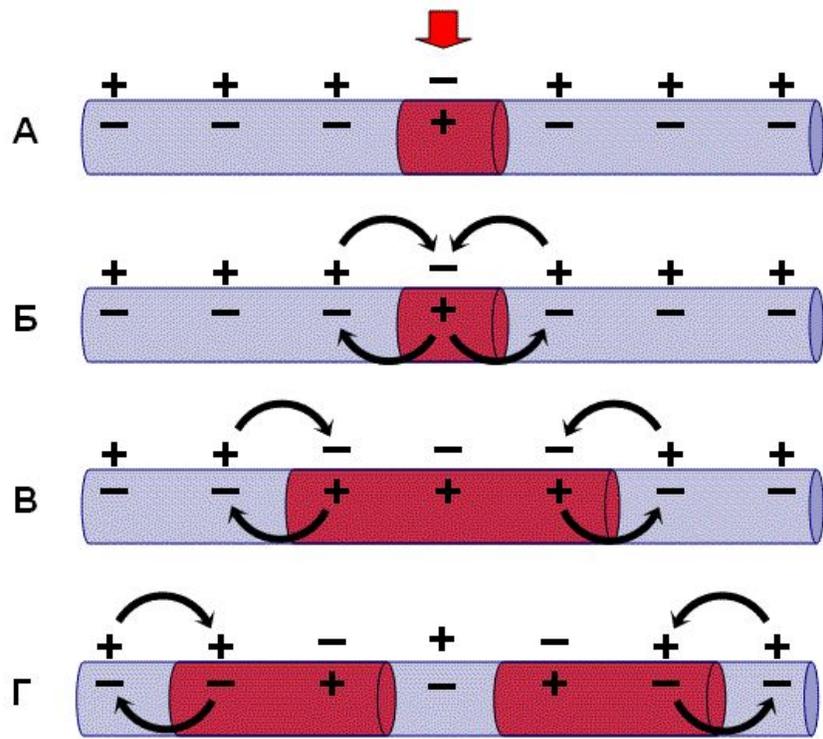
Возбудимость и Проводимость

нервных волокон

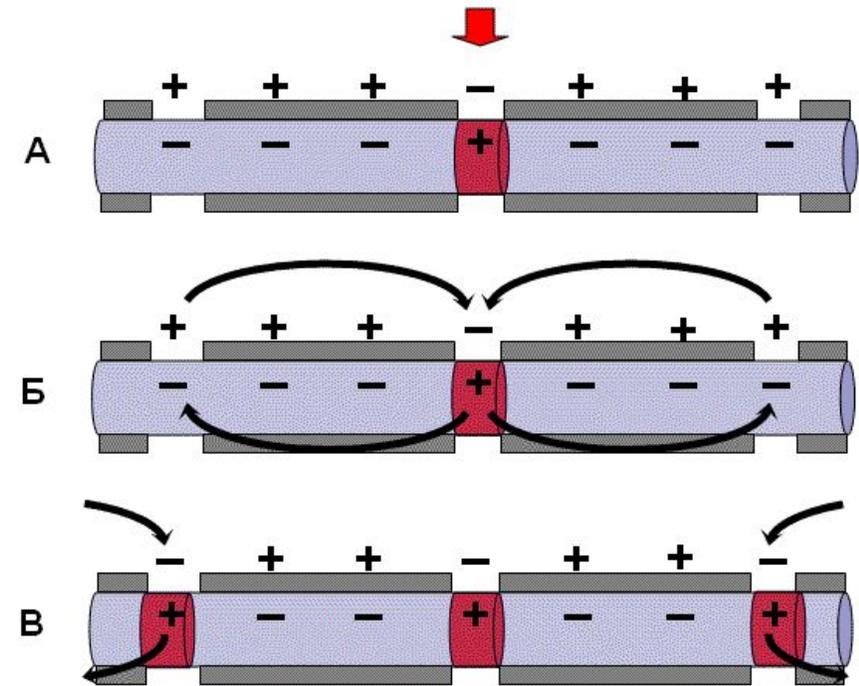


- Распространение возбуждения по нервным волокнам осуществляется на основе **ионных механизмов генерации ПД.**

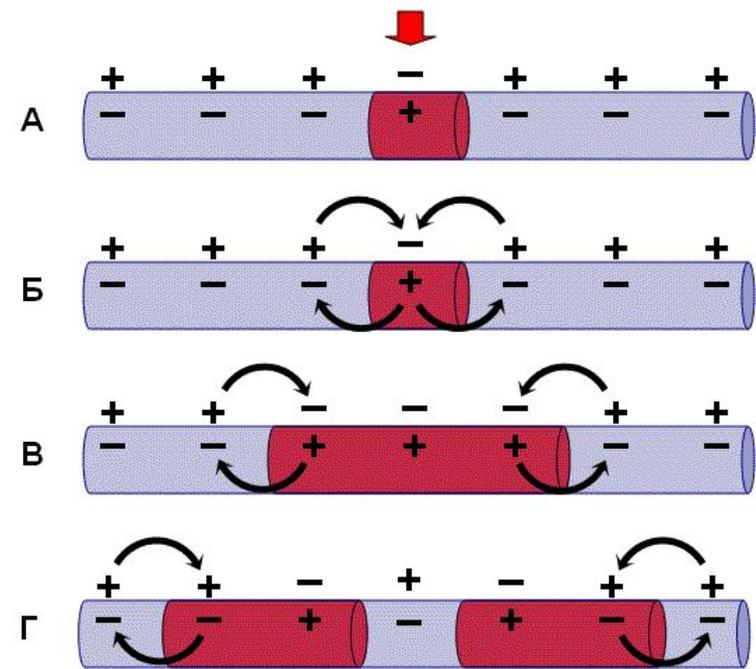




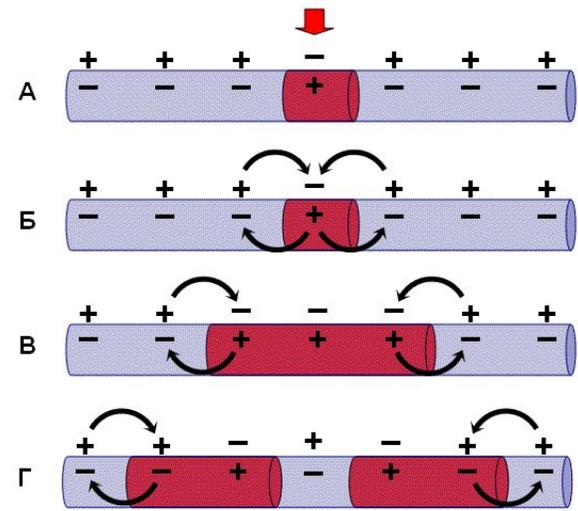
БЕЗМИЕЛИНОВОЕ
нервное волокно
(БМНВ)



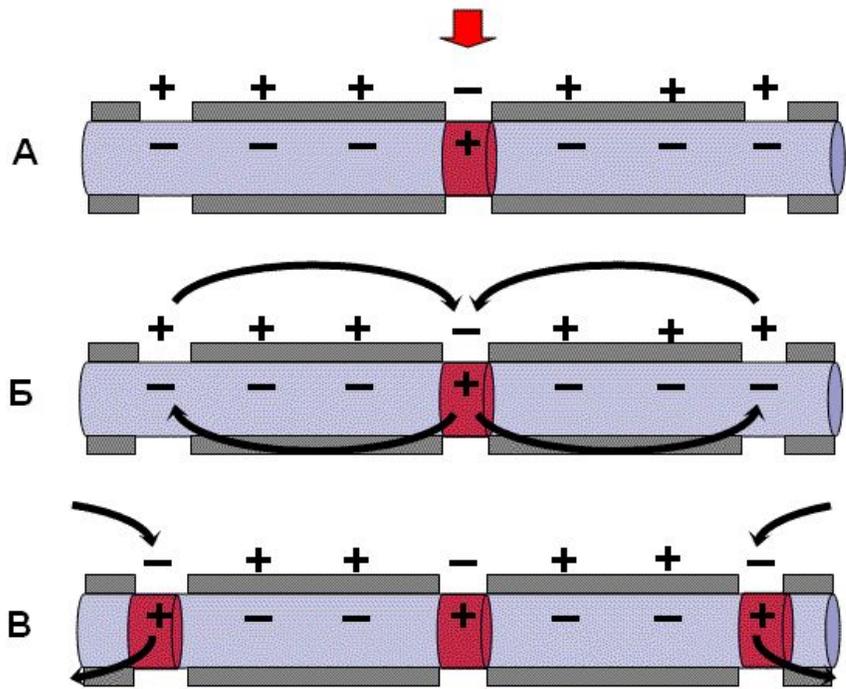
МИЕЛИНОВОЕ
нервное волокно
(МНВ)



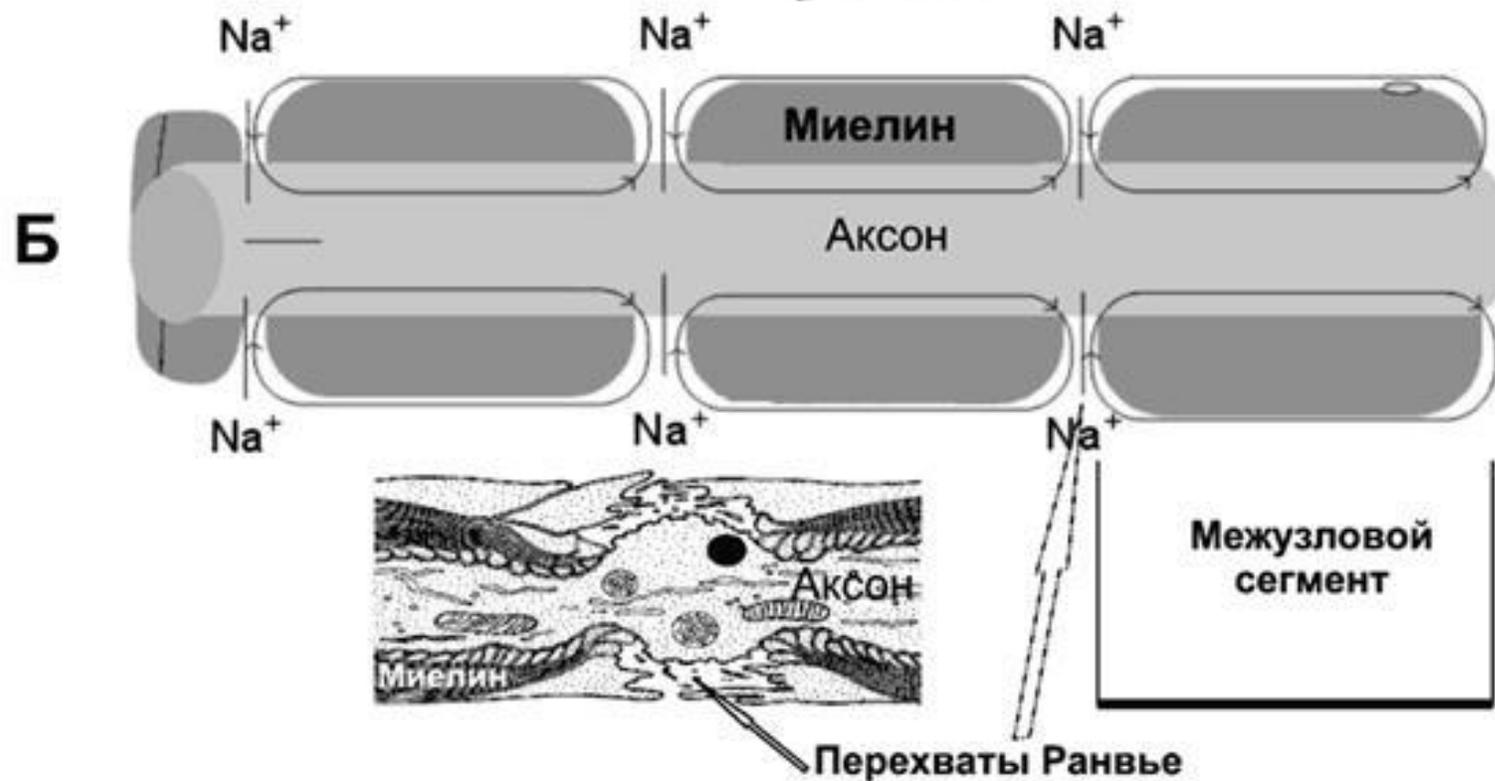
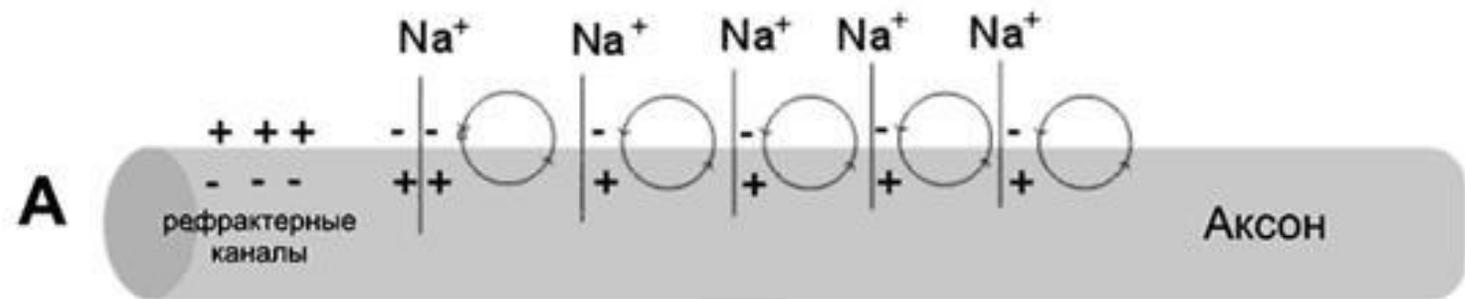
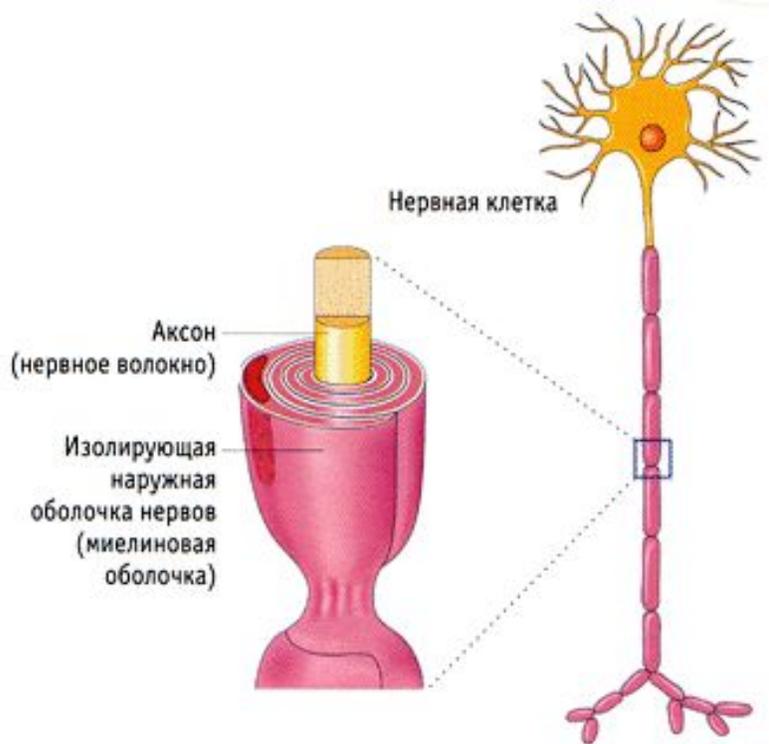
□ Распространение возбуждения по
БЕЗМИЕЛИНОВОМУ нервному волокну

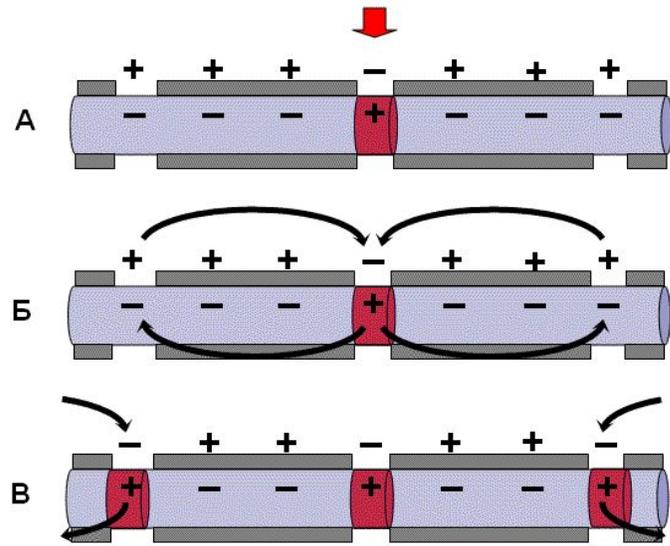


- Местные электрические токи, которые возникают между возбуждённым участком БМНВ, заряженным отрицательно (-), и невозбуждённым, заряженным положительно (+), деполяризуют мембрану до критического уровня (КУД), что приводит к генерации ПД в соседних невозбуждённых участках, которые становятся возбуждёнными и т.д.
- Этот процесс происходит в каждой точке мембраны на всём протяжении БМНВ.
- *Такое проведение возбуждения называется **непрерывным**.*
- Возбуждение по БМНВ **может распространяться в обе стороны** от места его возникновения.
- ✓ *Если на нервное волокно наложить регистрирующие электроды на некотором расстоянии друг от друга, а между ними нанести раздражение, то возбуждение зафиксируют электроды по обе стороны от места раздражения.*

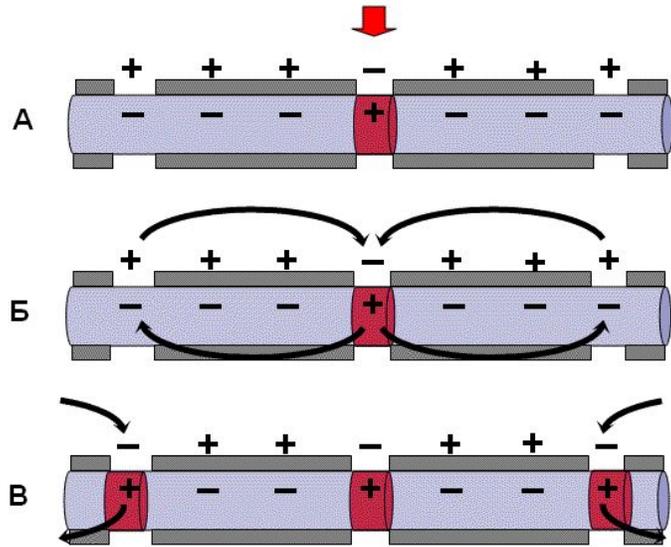


□ Распространение возбуждения по
МИЕЛИНОВОМУ нервному волокну

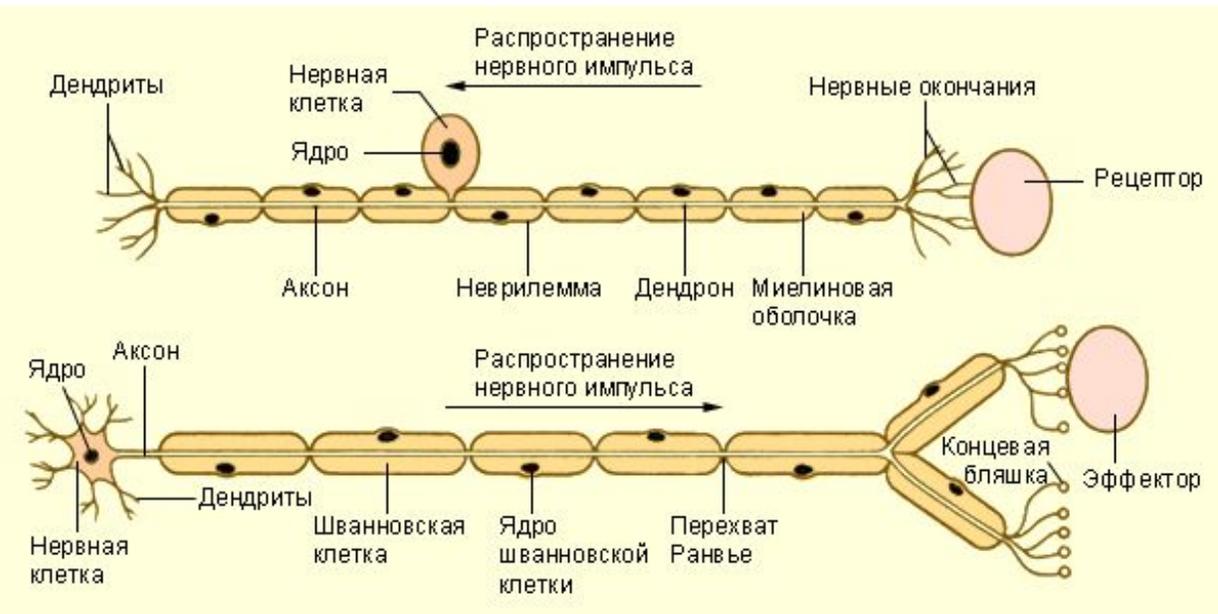




- Наличие у **MNB** оболочки, обладающей высоким электрическим сопротивлением, а также участков нервного волокна, лишённых оболочки (перехватов Ранвье), приводят к тому, что местные электрические токи не могут проходить через миелин, они возникают только между соседними перехватами Ранвье, где деполаризуют мембрану невозбуждённого перехвата, т.е. вызывают в нём генерацию ПД.
- Возбуждение как бы «перепрыгивает» через участки нервного волокна, покрытые миелином.
- Такой механизм распространения возбуждения называется **сальтаторным** или **скачкообразным**.
- Позволяет более быстро передавать информацию по сравнению с непрерывным проведением, поскольку в него вовлекается не вся мембрана, а только её небольшие участки.



- Если амплитуда ПД в 5-6 раз превышает пороговую величину, необходимую для возбуждения соседнего перехвата, поэтому ПД может «перепрыгивать» не только через один, но и через несколько перехватов Ранвье.
- Также это явление может наблюдаться при снижении возбудимости соседнего перехвата под действием какого-либо фармакологического вещества, *например, новокаина, кокаина и др.*



- ПРОВЕДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ по нервному волокну возможно лишь в том случае, если сохранена его анатомическая и физиологическая целостность.
- Различные факторы, нарушающие свойства нервных волокон (наркотические вещества, охлаждение, перевязка и тд), приводят к нарушению передачи возбуждения.

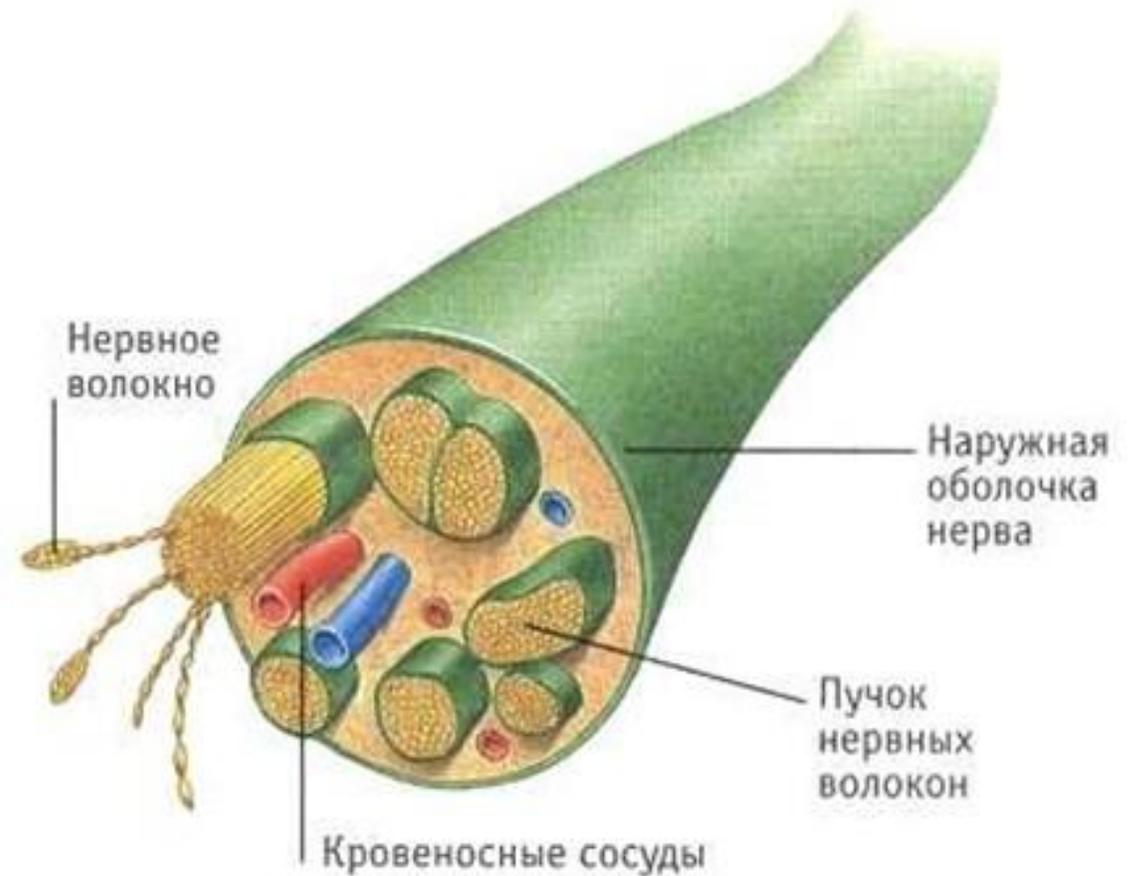
- Нервные волокна по скорости проведения возбуждения делятся на 3-и типа:

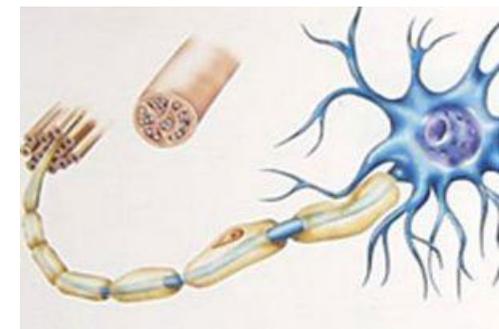
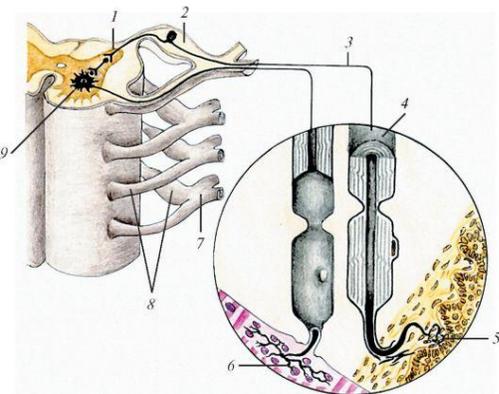
I. A:

- *A-альфа;*
- *A-бета;*
- *A-гамма;*
- *A-дельта*

II. B

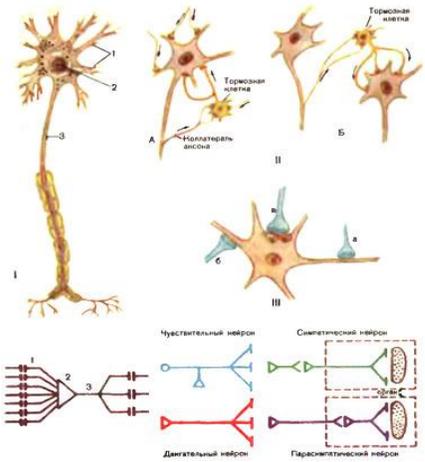
III. C





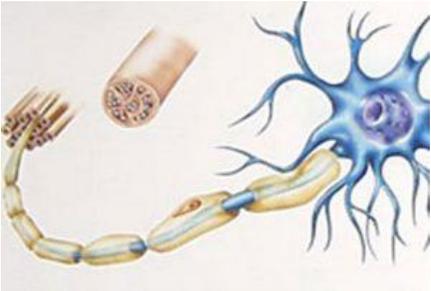
□ **НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА ТИПА А – покрыты миелиновой оболочкой.**

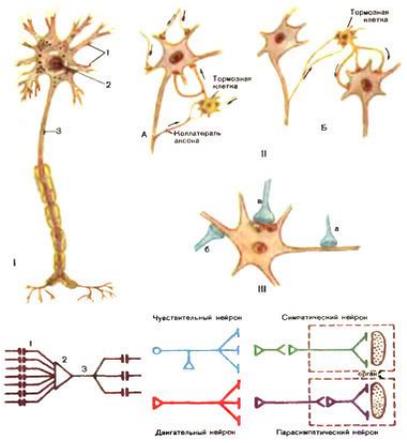
- **Нервные волокна -альфа** (наиболее толстые) имеют диаметр 12-22 мкм и скорость проведения возбуждения 70-120 м/с.
 - Эти волокна **проводят возбуждение от моторных нервных центров спинного мозга к скелетным мышцам** (двигательные нервные волокна) **и от рецепторов мышц к соответствующим нервным центрам.**
- **Нервные волокна -бета, -гамма, -дельта** имеют меньший диаметр 8-1 мкм и меньшую скорость проведения возбуждения – 5-70м/с.
 - Волокна этих групп преимущественно **проводят возбуждение от различных рецепторов** (тактильных, температурных, болевых, рецепторов внутренних органов) **в ЦНС.**
 - ✓ *Исключение – гамма-волокна, значительная часть кт проводит возбуждение от спинного мозга к интрафузальным мышечным волокнам.*



□ НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА ТИПА В – покрыты миелиновой оболочкой

- К ним относятся преганглионарные волокна вегетативной нервной системы.
- Диаметр 1-3.5 мкм.
- Скорость проведения возбуждения 3-18 м/с.





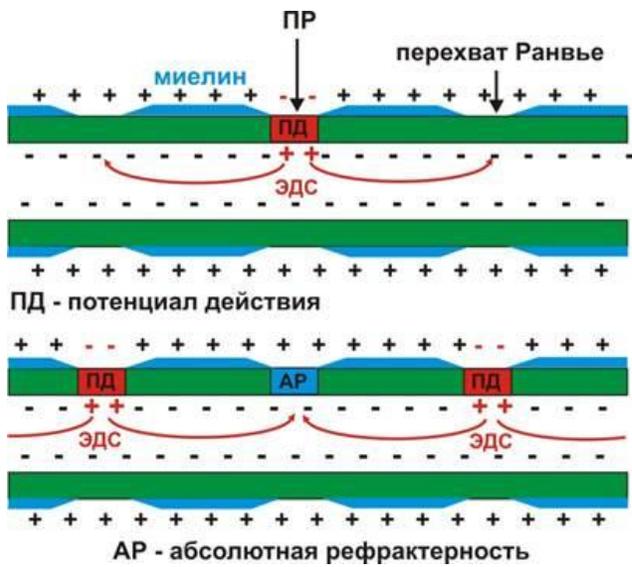
❑ НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА ТИПА С – безмиелиновые

- Нервные волокна малого диаметра 0.5-2 мкм.
- Скорость проведения возбуждения в этих волокнах не более 3 м/с (0.5-3 м/с).
- Большинство волокон типа С – это:
 - постганглионарные волокна симпатического отдела вегетативной нервной системы,
 - а также нервные волокна, кт проводят возбуждение от болевых рецепторов, некоторых терморецепторов и рецепторов давления.

Лабильность

(функциональная подвижность)

нервных волокон

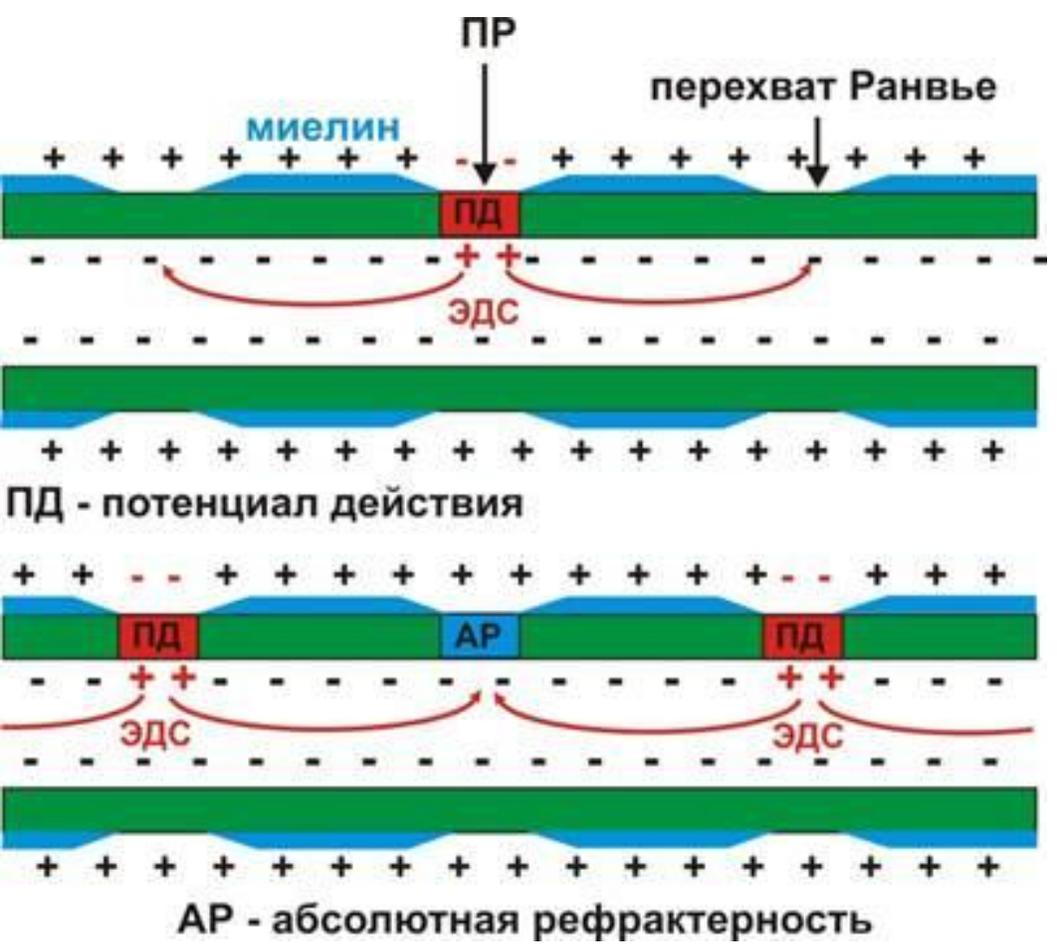


- Нервные волокна обладают **ЛАБИЛЬНОСТЬЮ** (функциональной подвижностью) – способностью воспроизводить определённое количество циклов возбуждения в единицу времени в соответствии с ритмом действующих раздражителей.

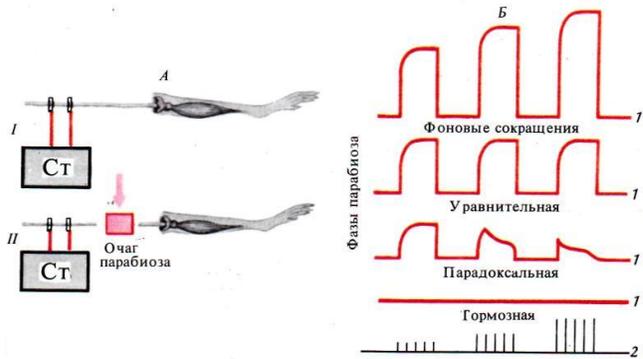
- **МЕРОЙ ЛАБИЛЬНОСТИ** является максимальное количество циклов возбуждения, кт способно воспроизвести нервное волокно в соответствии с ритмом раздражения без искажений.

- **ЛАБИЛЬНОСТЬ** определяется длительностью ПД
(длительностью фазы абсолютной рефрактерности).

✓ у нервных волокон она очень высокая
(до 1000 Гц)



□ ПАРАБИОЗ



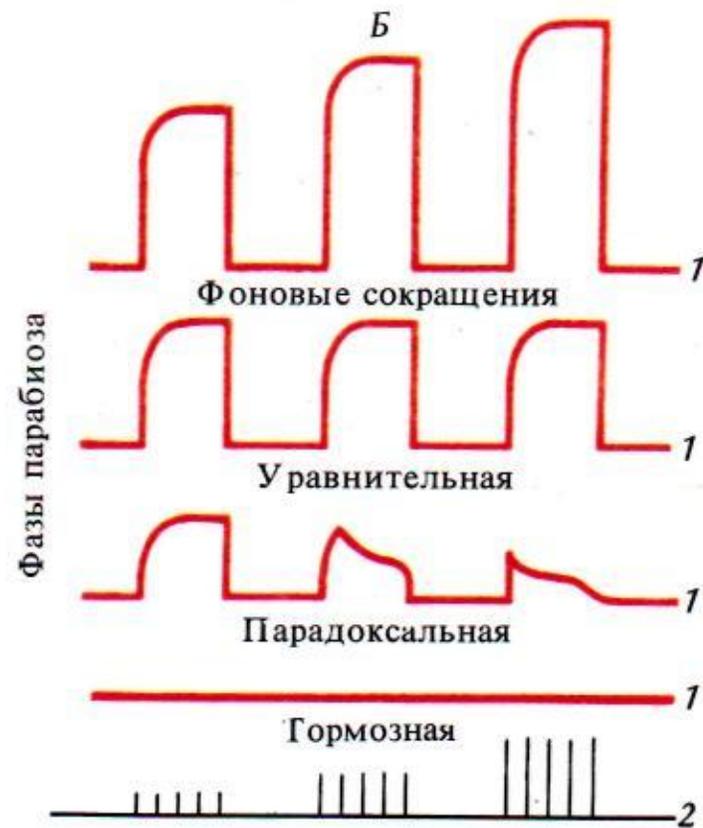
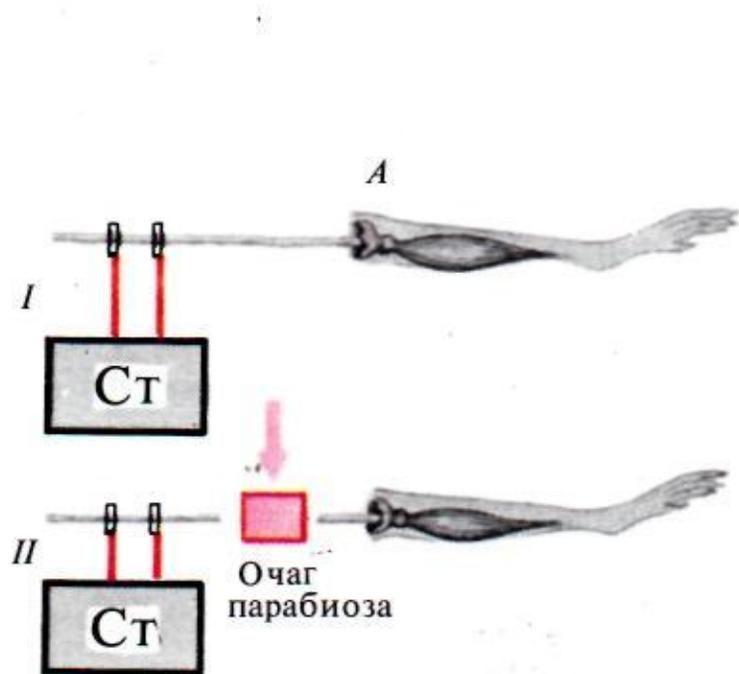
□ Веденский Н.Е. (1891) обнаружил, что **если участок нерва подвергнуть воздействию повреждающего агента** (химическое вещество, нагрев, охлаждение, постоянный ток), то **ЛАБИЛЬНОСТЬ** такого участка **резко снижается**:

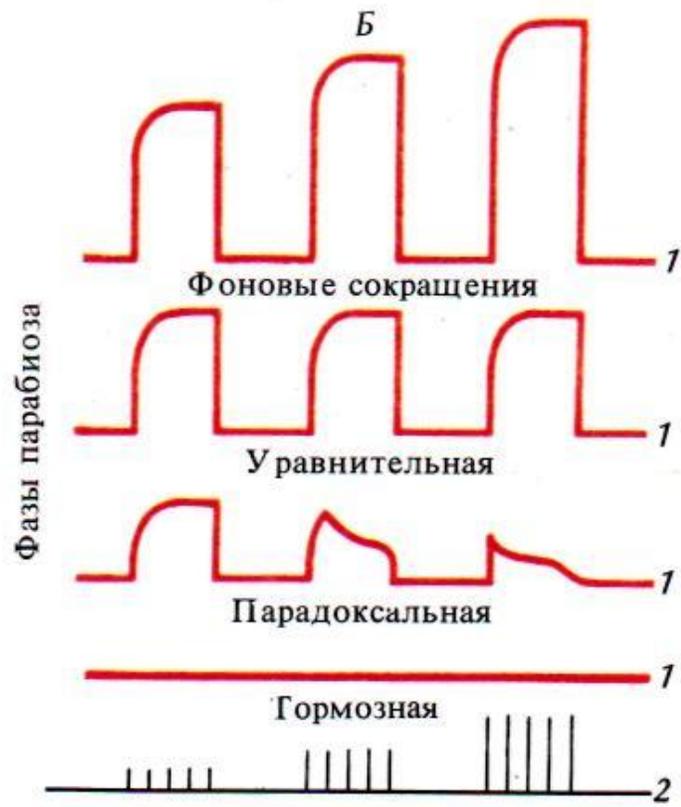
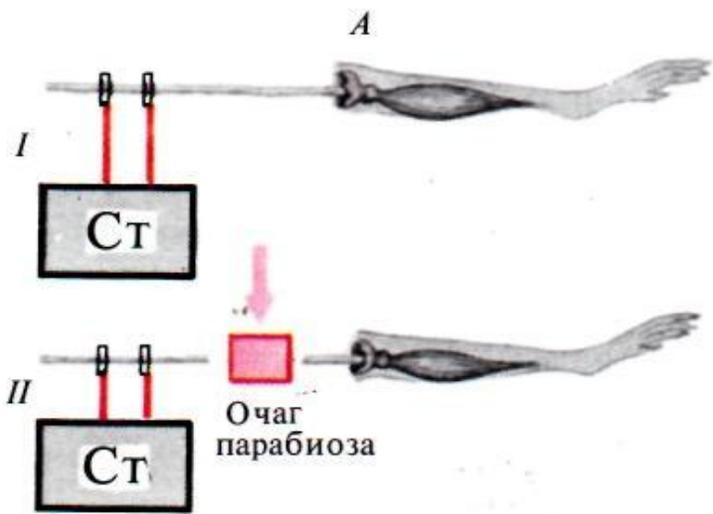
- **Восстановление** исходного состояния нервного волокна **после каждого ПД** в повреждённом участке **происходит медленно**.
- При действии на этот участок частых раздражителей он не может воспроизвести ритм раздражения – **проведение импульсов нарушается**.
- Такое состояние было названо **ПАРАБИОЗОМ**.

- В развитии ПАРАБИОЗА различают три последовательно сменяющие

друг друга фазы:

- Уравнительную
- Парадоксальную
- Тормозную



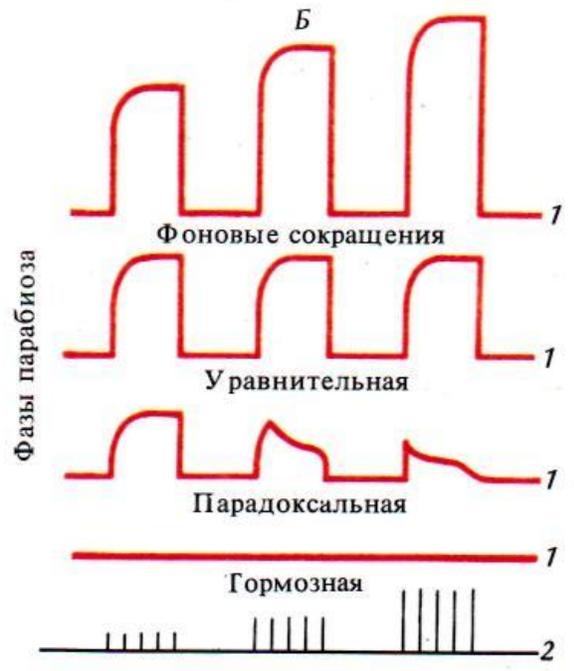
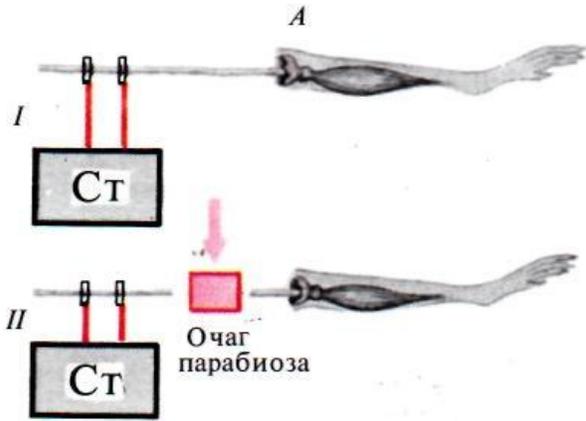


□ **УРАВНИТЕЛЬНАЯ ФАЗА:**

- Ответные реакции на частые и редкие раздражители становятся одинаковыми

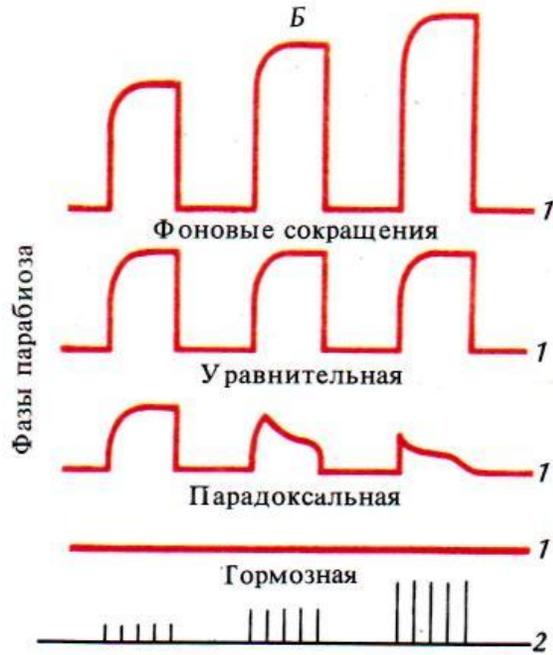
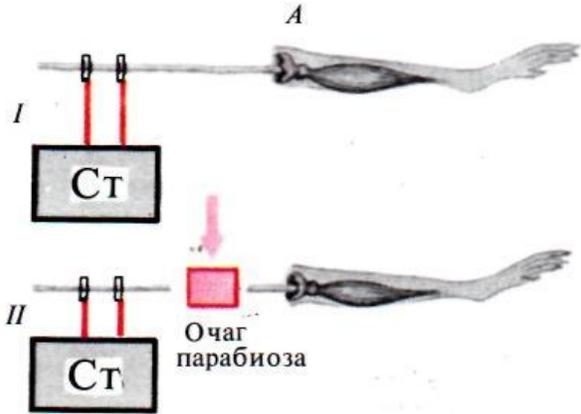
✓ *В нормальных условиях величина ответной реакции иннервируемых нервом мышечных волокон зависит от частоты раздражения:*

- ✓ *на редкие раздражители ответная реакция меньше,*
- ✓ *а на частые раздражители – больше.*



□ ПАРАДОКСАЛЬНАЯ ФАЗА:

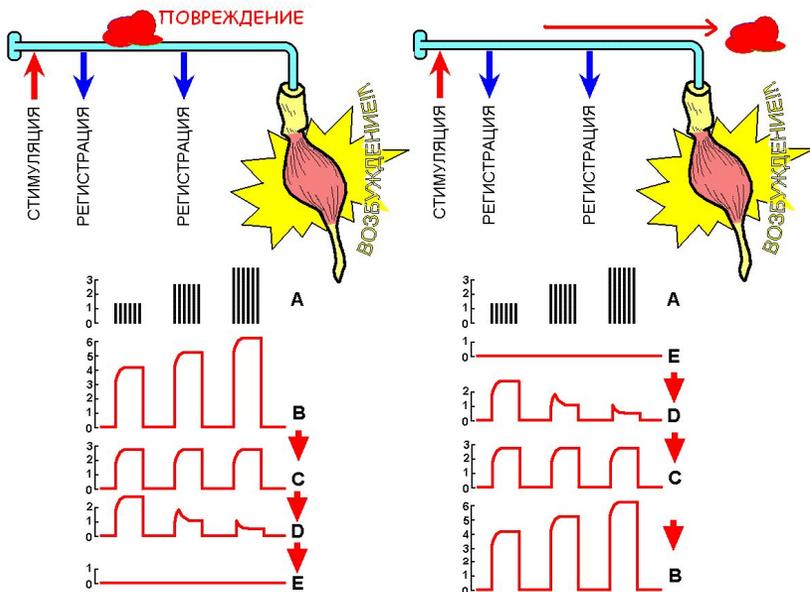
- Происходит дальнейшее **снижение лабильности**.
- Ответная реакция возникает и на редкие, и на частые раздражители.
- Но на частые раздражители ответная реакция меньше, тк они ещё больше снижают лабильность, удлиняя фазу абсолютной рефрактерности.
- В результате ответная реакция на редкие раздражители больше, чем на частые.



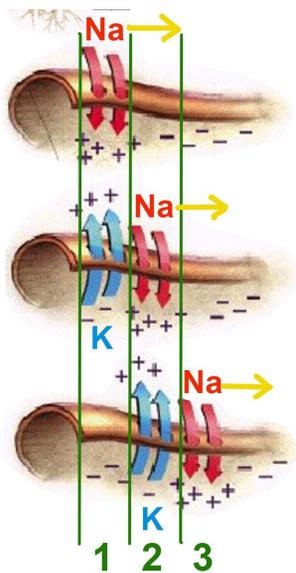
□ **ТОРМОЗНАЯ ФАЗА:**

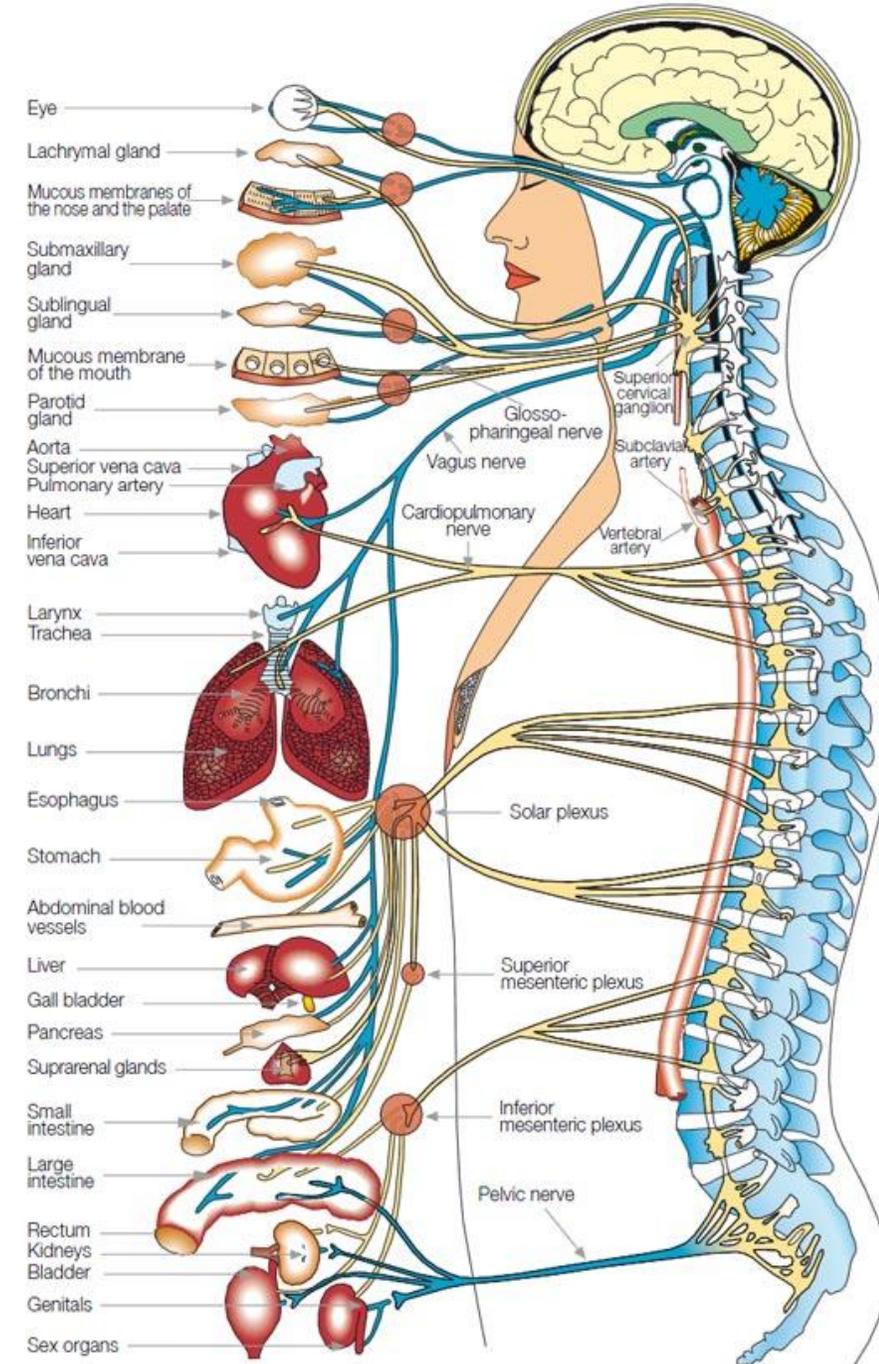
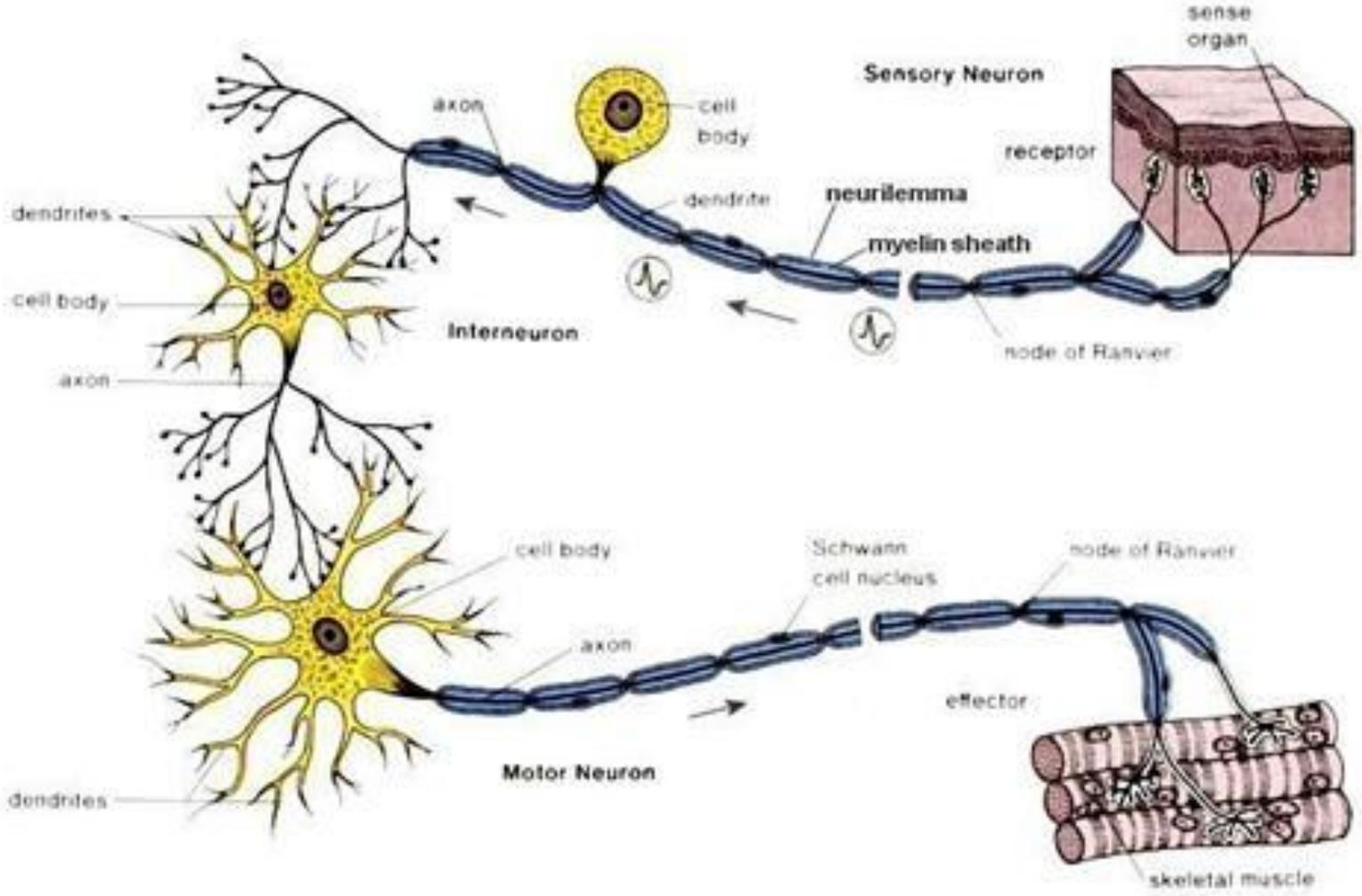
- и редкие, и частые раздражители не вызывают ответной реакции.
- при этом мембрана нервного волокна деполяризована и не способна генерировать ПД, т.е. **нерв утрачивает способность к проведению возбуждения.**

- **ЯВЛЕНИЕ ПАРАБИОЗА** лежит в основе **локального обезболивания**.
- **Влияние анестезирующих веществ** связано с **нарушением механизма проведения возбуждения** по нервным волокнам и **снижением лабильности**.



- **ПАРАБИОЗ** – явление обратимое.
- Если парабитическое вещество действует недолго, то после прекращения его действия **нерв выходит из состояния парабитоза через те же фазы, но в обратной последовательности.**
- **Возникновение парабитического состояния связано с тем, что при действии на нервное волокно парабитического фактора нарушается способность мембраны увеличивать Na-проницаемость (инактивация Na-каналов) в ответ на раздражение и проведение следующего импульса.**





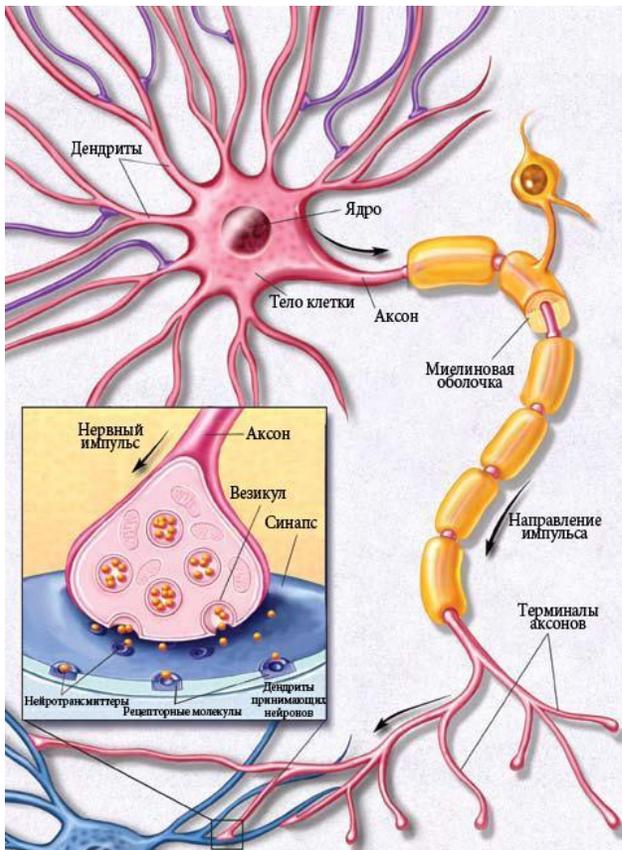
Деятельность нервной системы

обусловлена взаимодействием

нейронов,

основной функцией которых является

получение, хранение и передача информации



Поток информации в нервной системе

представлен в виде

специфических электрических сигналов,

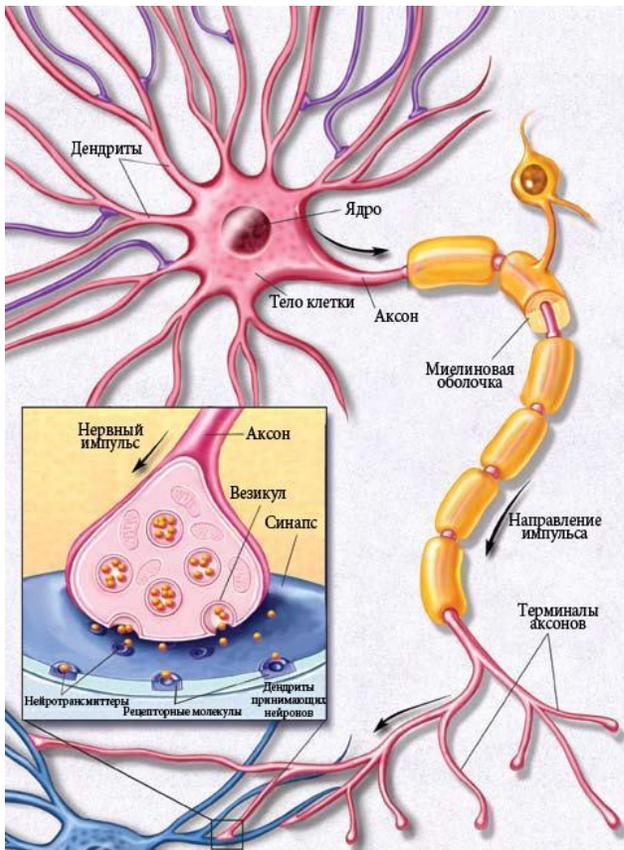
а передача информации

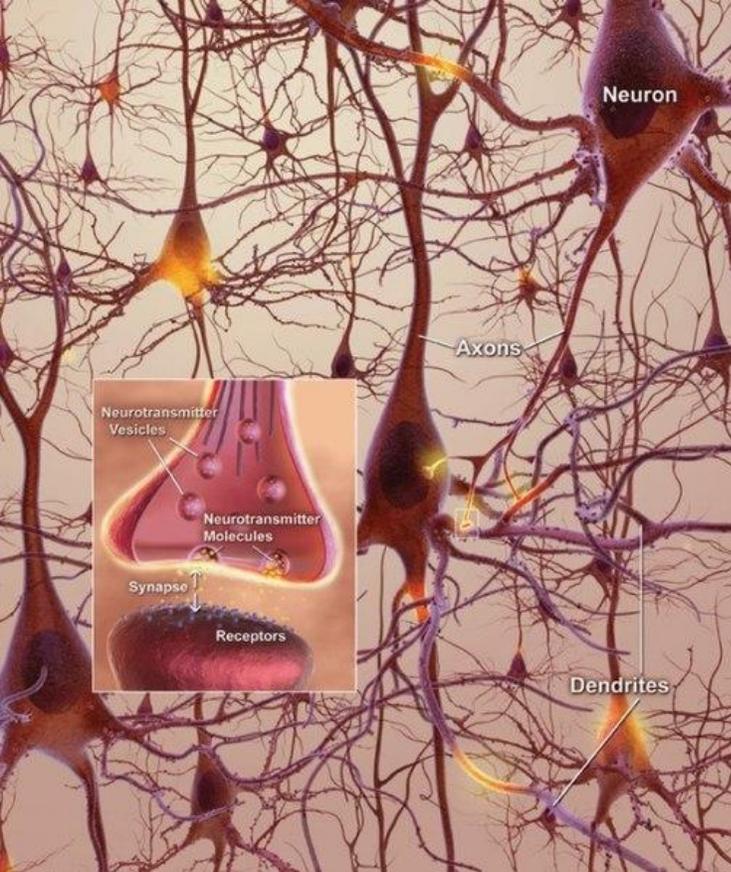
от нейрона к нейрону

происходит в

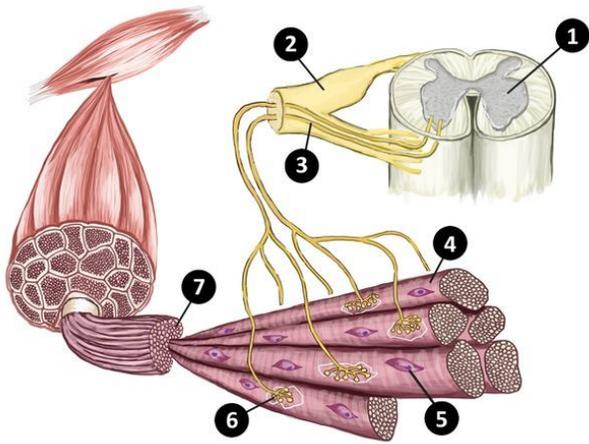
специализированных контактах между ними:

СИНАПСАХ



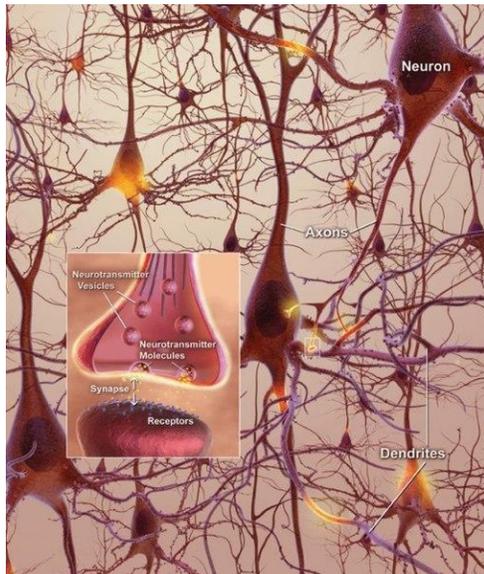


II. ФИЗИОЛОГИЯ СИНАПСОВ



- **СИНАПСОМ** (6) называется функциональное соединение между нервной клеткой и другими клетками (нервными, мышечными, железистыми).
- **Синапсы** – это те участки, где нервные импульсы могут влиять на деятельность постсинаптической клетки, возбуждая или тормозя её.

✓ Термин «синапс» был введён Ч. Шеррингтоном.

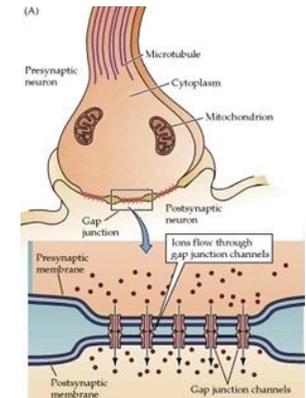
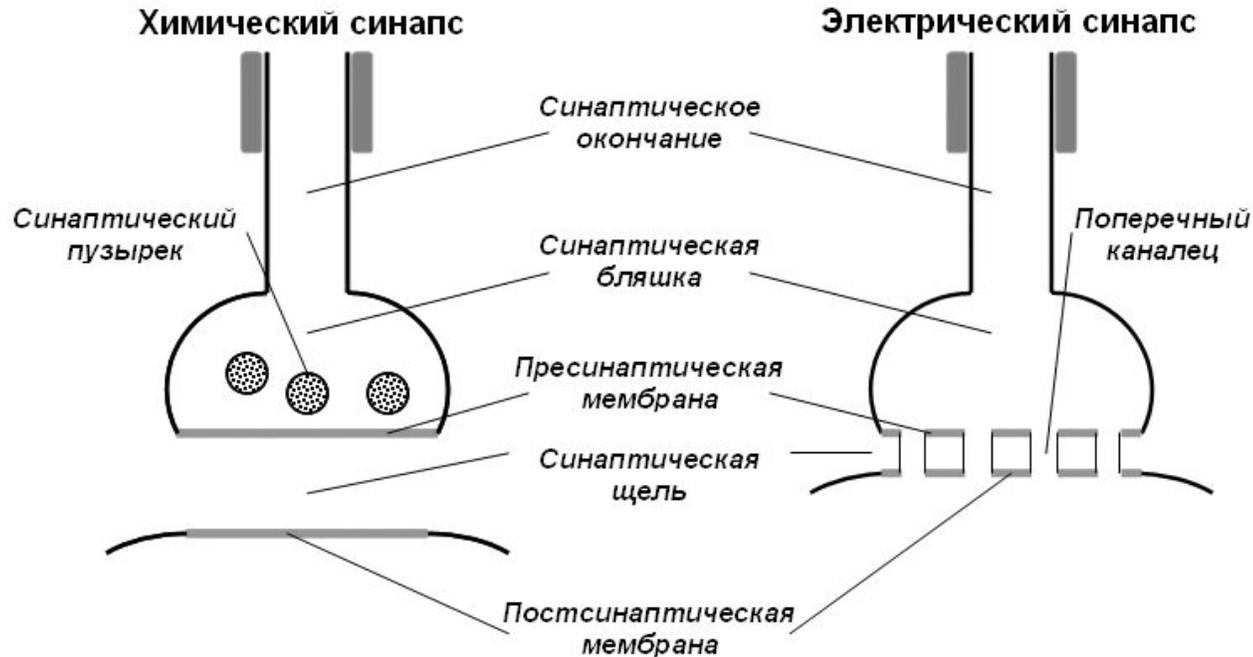
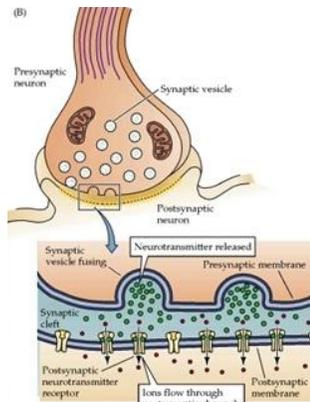


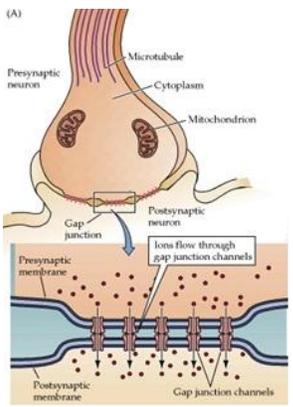
Существуют две разновидности синапсов:

ХИМИЧЕСКИЕ и ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ

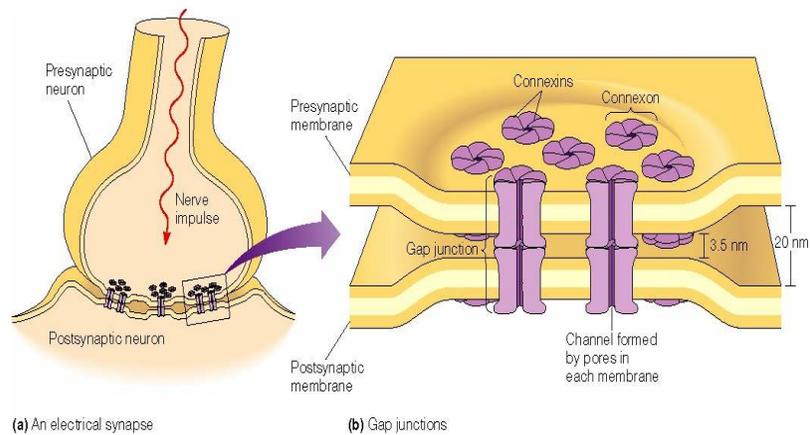
- в **ХИМИЧЕСКОМ СИНАПСЕ** выделяется **медиатор**, генерирующий потенциалы на **постсинаптической мембране**

- в **ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ СИНАПСЕ** от пресинаптического нейрона к постсинаптическому идёт **электрический ток**



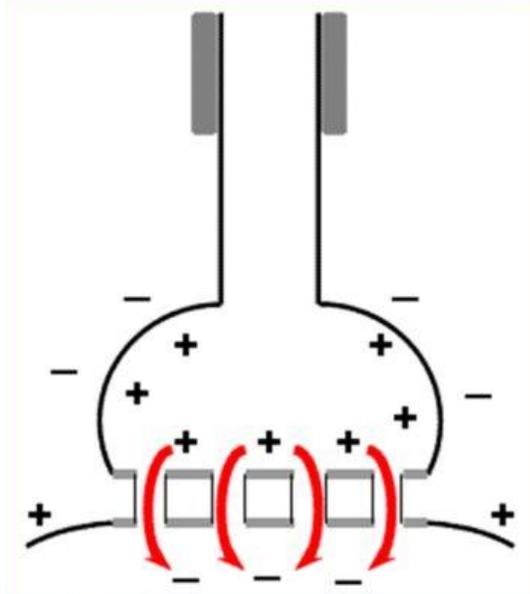
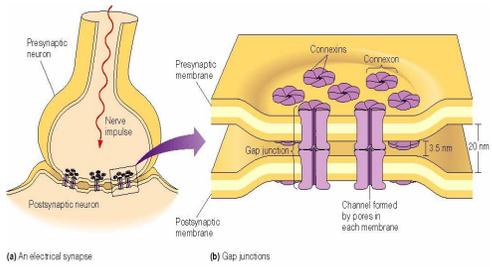


□ Электрические синапсы

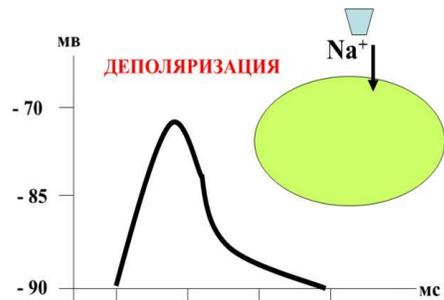


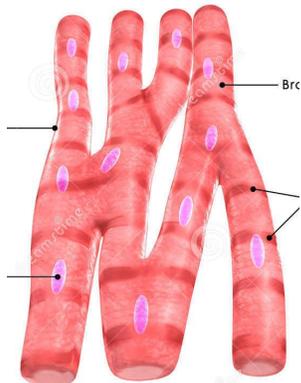
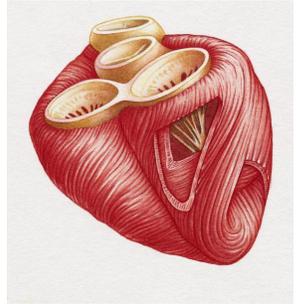
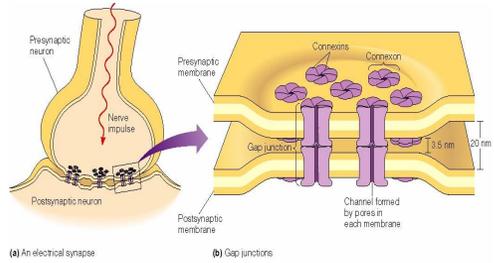
□ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СИНАПСАМ свойственны:

- Очень узкая синаптическая щель и очень низкое удельное сопротивление пре- и постсинаптических мембран, что обеспечивает прохождение локальных электрических токов.
- Низкое сопротивление связано с **наличием каналов**, пересекающих обе мембраны, т.е. идущих из клетки в клетку (**щелевой контакт**).
- **Каналы образуются белковыми молекулами** контактирующих мембран, кт соединяются комплементарно.

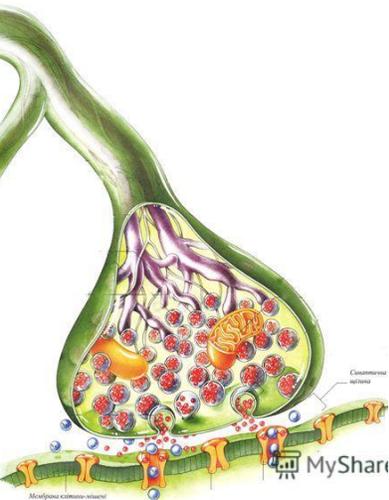
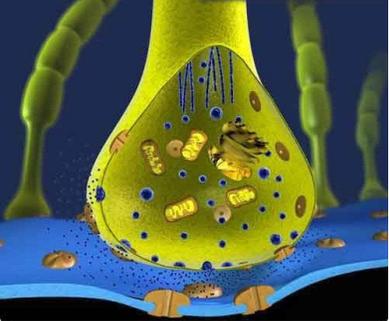


- Ток, вызванный пресинаптическим потенциалом действия, раздражает постсинаптическую мембрану, где возникает возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП), а затем и ПД.

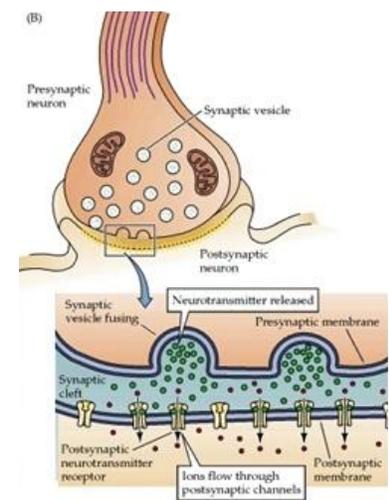


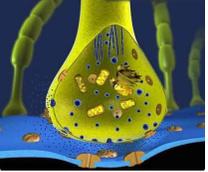


- ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИНАПСЫ формируются, как правило, между клетками одного типа:
 - ✓ *например, между клетками сердечной мышцы*



□ Химические синапсы





□ Химические синапсы можно классифицировать:

▪ По местоположению и принадлежности соответствующим структурам:

• **Периферические** (нервно-мышечные, нейро-секреторные, рецепторно-нейрональные);

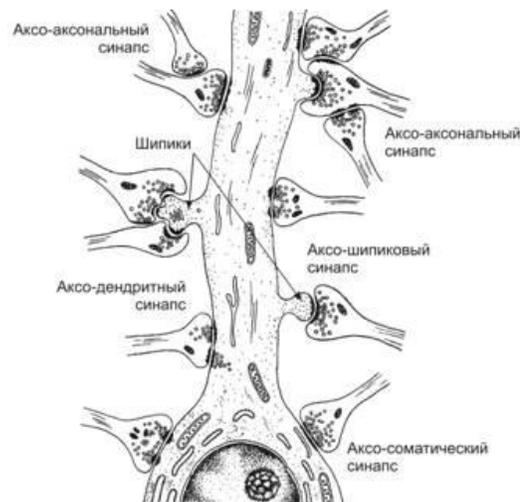
• **Центральные** (аксосоматические, аксодендритные, аксоаксональные, соматодендритные, соматосоматические);

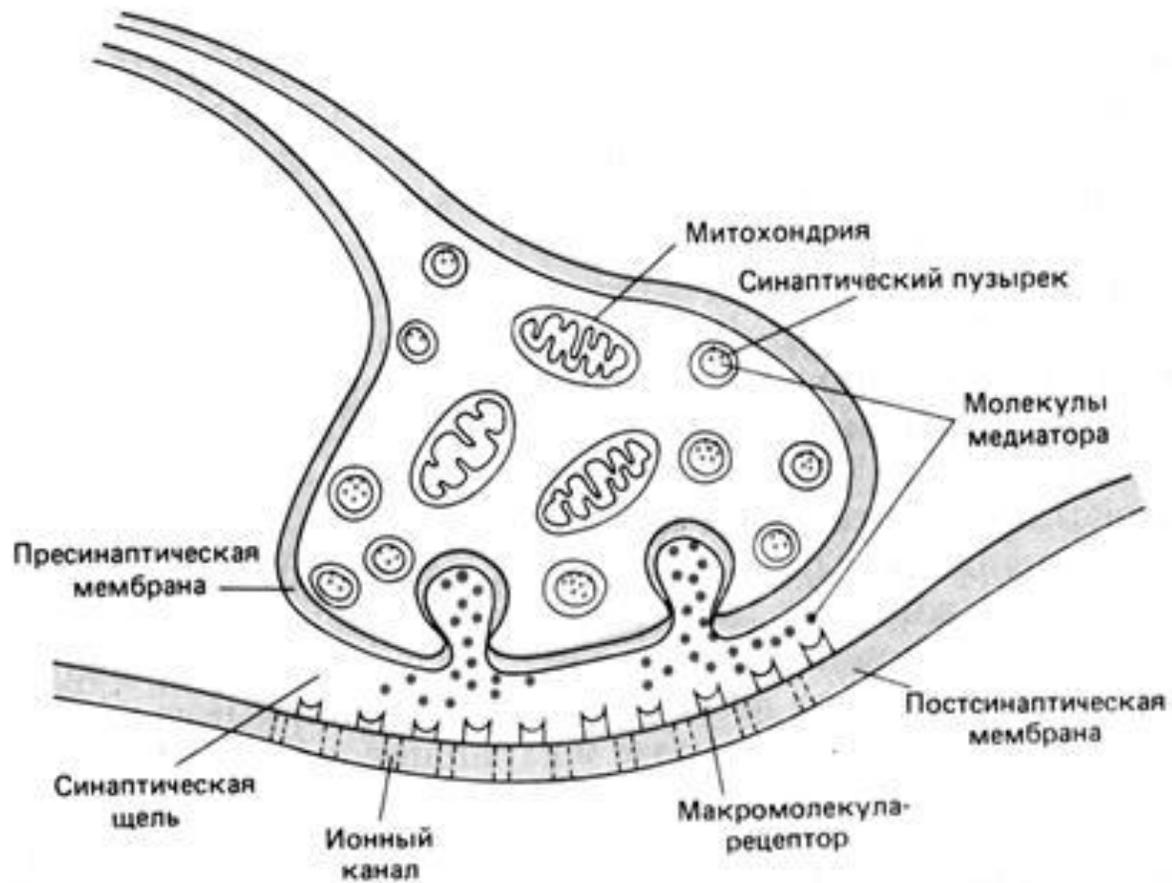
▪ По знаку действия:

- Возбуждающие,
- Тормозящие;

▪ По медиатору, который осуществляет передачу:

- Холинэргические,
- Адренэргические,
- Серотонинэргические,
- Глицинэргические
- и тд;

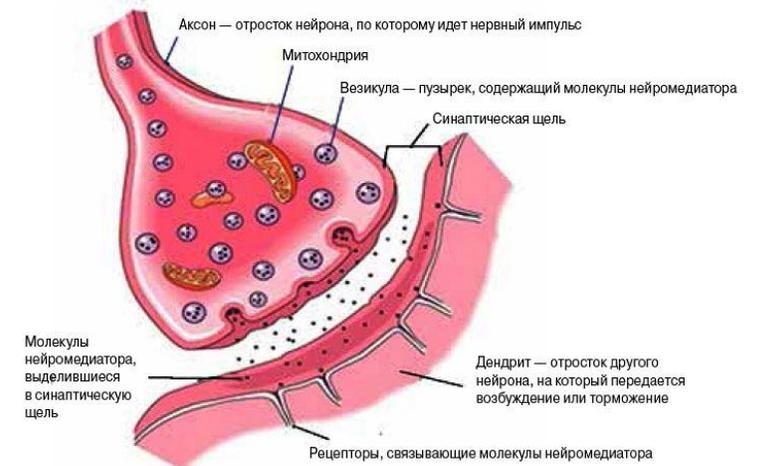


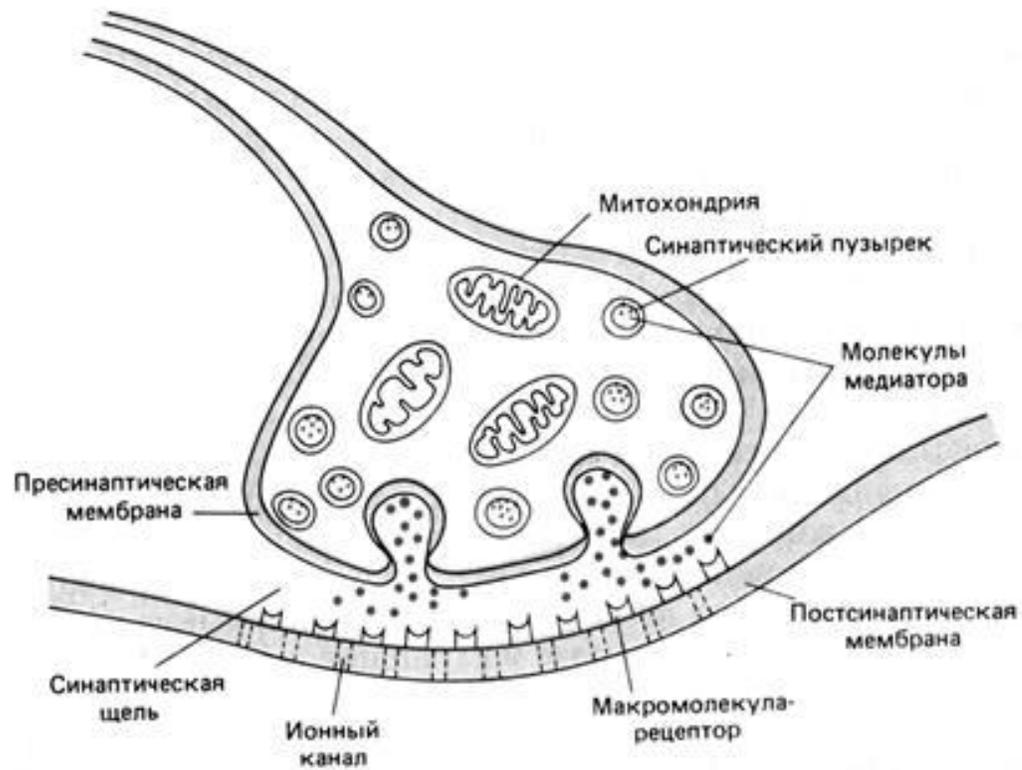


■ **ХИМИЧЕСКИЙ СИНАПС** состоит из

трёх основных элементов:

- I. Пресинаптическая мембрана
- II. Постсинаптическая мембрана
- III. Синаптическая щель

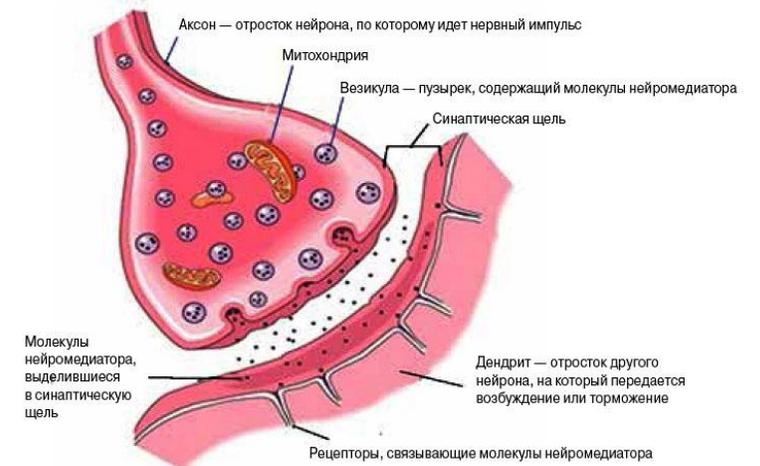


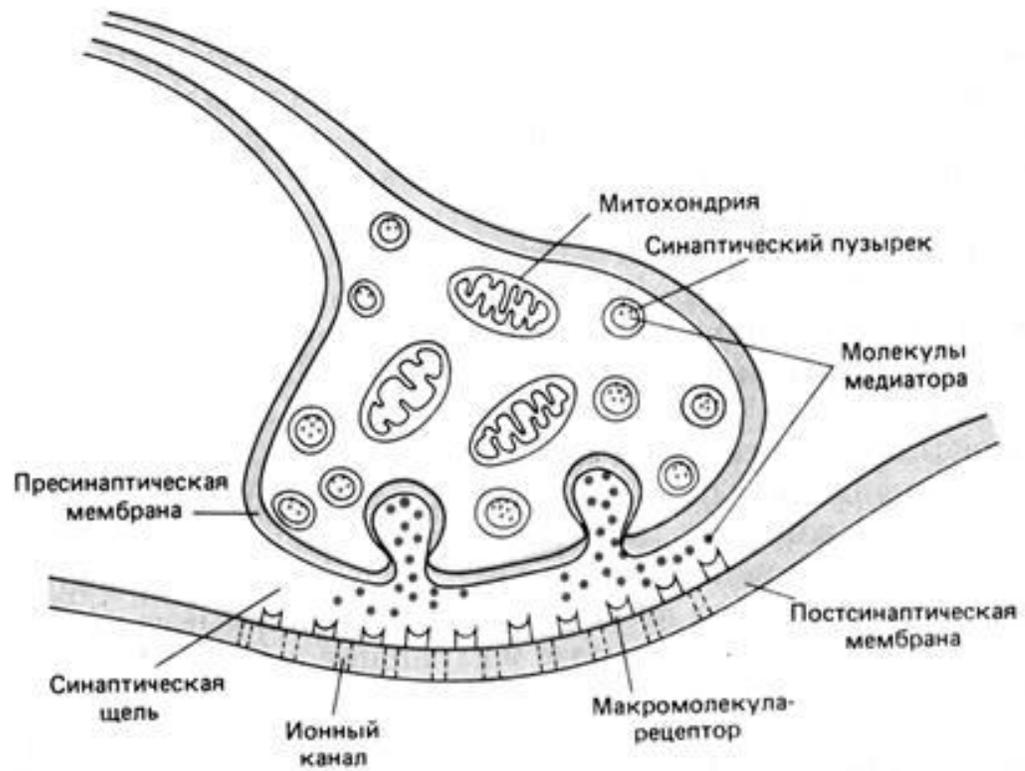


- **Особенностью постсинаптической мембраны**

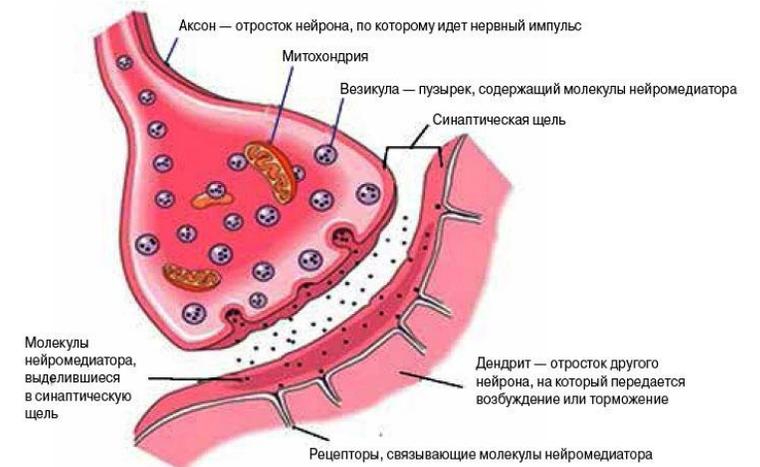
является наличие в ней:

- **специальных рецепторов, чувствительных к определённому медиатору, и**
- **хемозависимых ионных каналов.**

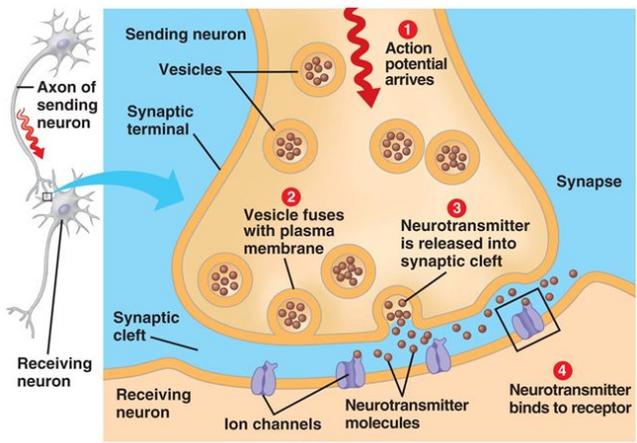




- Возбуждение передаётся с помощью **медиаторов** (посредников).

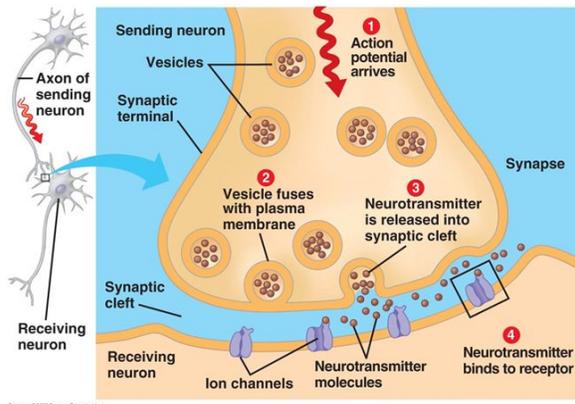


- Медиаторы

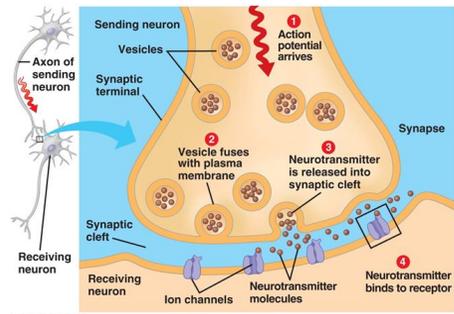


■ **МЕДИАТОРЫ** – это химические вещества, кт в зависимости от их природы делятся на несколько групп:

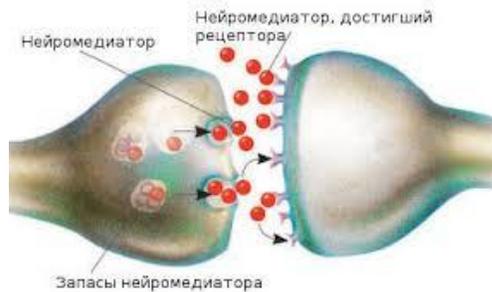
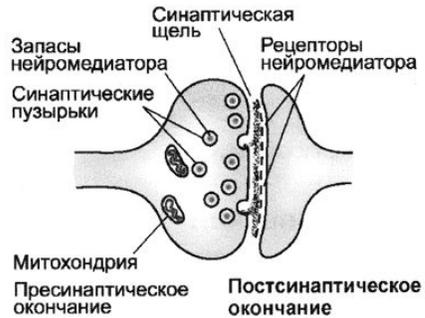
1. **Моноамины** (ацетилхолин, дофамин, норадреналин, серотонин);
2. **Аминокислоты** (гамма-аминомасляная кислота – ГАМК, глутаминовая кислота, глицин и др);
3. **Нейропептиды** (вещество Р, эндорфины, нейротензин, ангиотензин, вазопрессин, соматостанин и др).



- **МЕДИАТОР** находится в пузырьках пресинаптического утолщения, куда он может поступать:
 - I. либо из **центральной области нейрона** с помощью аксонального транспорта;
 - II. либо за счёт **обратного захвата медиатора** из синаптической щели;
 - III. **медиатор может также синтезироваться** в синаптических терминалях из продуктов его расщепления.

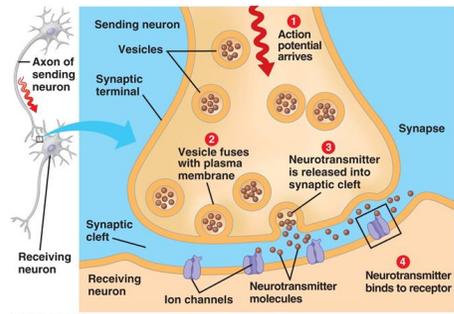


Синапс

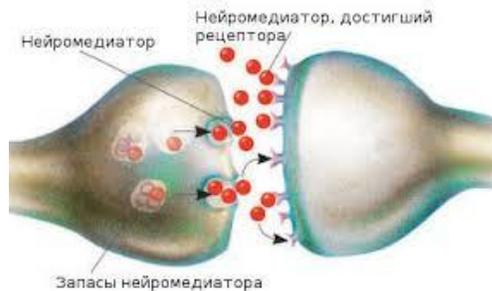


■ Вещества, кт являются предшественниками медиатора,

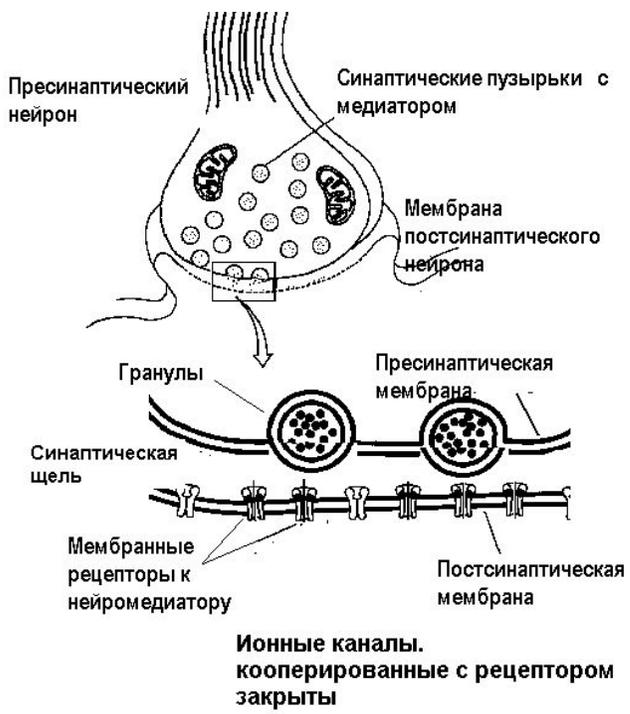
- Попадают в нейрон или его окончания из крови или спинномозговой жидкости, где они под действием специализированных ферментов превращаются в медиаторы.
- Затем они *транспортируются в синаптические везикулы* (пузырьки) при помощи **систем активного транспорта**.



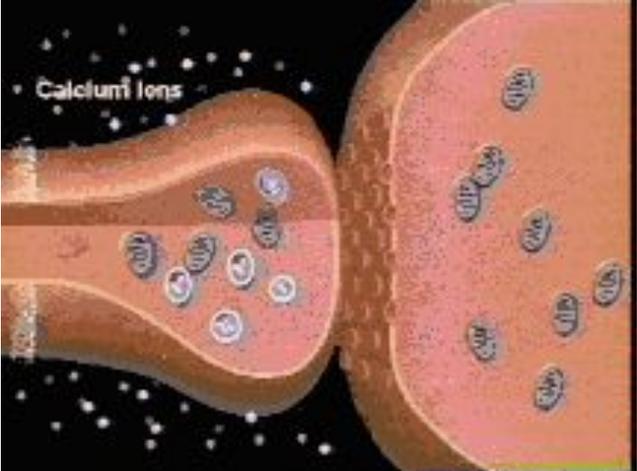
Синапс

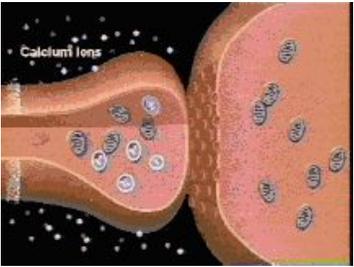
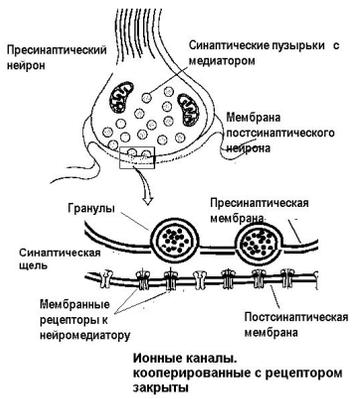


- **СИНАПТИЧЕСКИЕ ВЕЗИКУЛЫ** образуются в теле нейрона из эндоплазматического ретикулума и цистерн аппарата Гольджи, а затем транспортируются по аксону в нервные окончания.
- **Синаптические везикулы** можно разделить на *два пула*:
 - **небольшой пул** немедленно готовый к *экзоцитозу*, и
 - **большой пул**, везикулы кт не участвуют в секреции, но могут транспортироваться в первый пул, что регулируется внутриклеточной концентрацией ионов Ca^{2+} .



- Когда по аксону и его окончанию приходит ПД и пресинаптическая мембрана деполяризуется, ионы Ca^{2+} начинают поступать из внеклеточной жидкости внутрь нервного окончания.
- Ca^{2+} связывается со специфическими белками экзоцитоза и активирует перемещение синаптических пузырьков к пресинаптической мембране, где происходит слияние везикулярной и пресинаптической мембран.





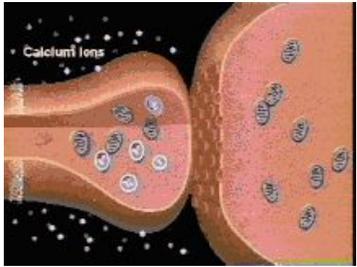
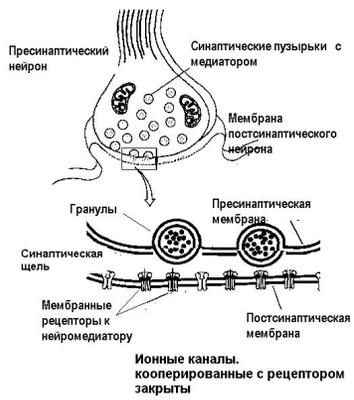
- В пресинаптической мембране имеются Ca^{2+} -каналы, кт образуют скопления в **активных зонах мембраны** (тех участках, с кт сливаются синаптические пузырьки).
- В состоянии покоя эти каналы закрыты, при деполяризации мембраны они открываются.
- Благодаря этому при возбуждении пресинаптического окончания в его цитоплазме увеличивается концентрация ионов Ca^{2+} (за счёт его поступления из внеклеточной жидкости).
- В мембране синаптических пузырьков имеются АТФ-зависимые Ca^{2+} -насосы, кт создают в пузырьках высокую концентрацию ионов Ca^{2+} .
- Для экзоцитоза медиатора необходимо, чтобы концентрация ионов Ca^{2+} была высокой с обеих сторон мембраны пузырька.

□ **Ионы Ca^{2+} влияют на несколько белков**, кт имеются в пресинаптическом окончании.

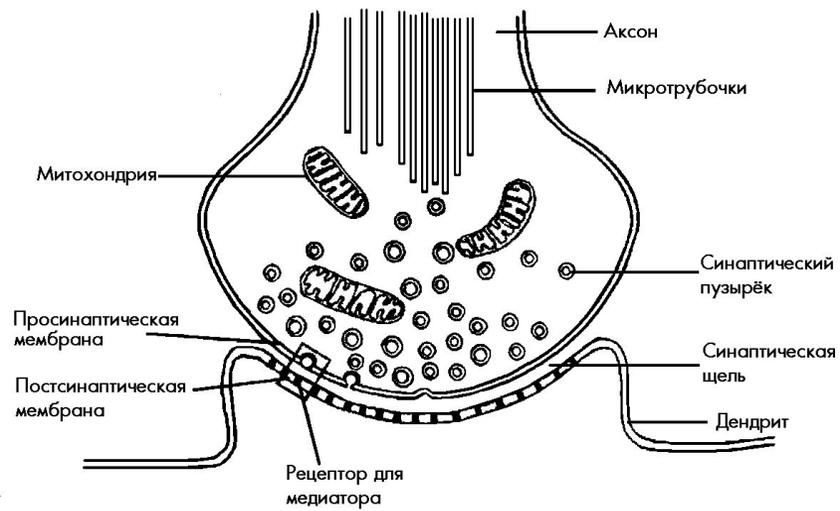
- Белок синапсин связан с внешней мембраной пузырька и соединяет его с актиновыми филаментами цитоскелета, поэтому пузырёк находится в фиксированном положении.
- При возбуждении пресинаптической мембраны в цитоплазму поступают ионы Ca^{2+} , кт стимулируют фермент киназу (Ca^{2+} -кальмодулинзависимую киназу), кт фосфорилирует синапсин, в результате ослабевает связь пузырька с актином и он перемещается вдоль микротрубочек к активной зоне пресинаптической мембраны.

□ **Затем происходит контакт и слияние пузырька с этой мембраной.**

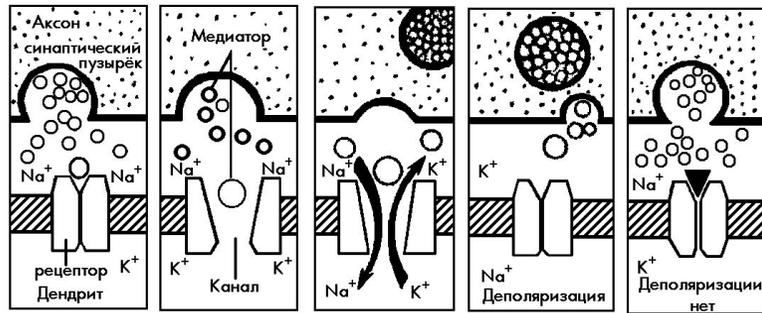
- Это также обеспечивается Ca^{2+} -зависимыми белками мембраны пузырька.
- Один из них белок синаптогамин, взаимодействуя в присутствии ионов Ca^{2+} с группой других белков, активирует белок синаптопорин, кт образует первичную пору, пронизывающую обе мембраны.
- **Через эту пору начинается выход медиатора в синаптическую щель.**



- **Предполагается**, что в мембране пузырька находятся актомиозинподобные белки, вызывающие сокращение стенки пузырька и обеспечивающие выброс медиатора.



- В результате встраивания мембраны пузырьков в постсинаптическую мембрану её поверхность увеличивается.
- Затем начинается обратный процесс – рециклизация: от пресинаптической мембраны отпочковываются участки мембраны, кт вначале сливаются в цистерны, а позднее от них отшнуровываются новые синаптические пузырьки.
- Эти пузырьки заполняются медиатором.



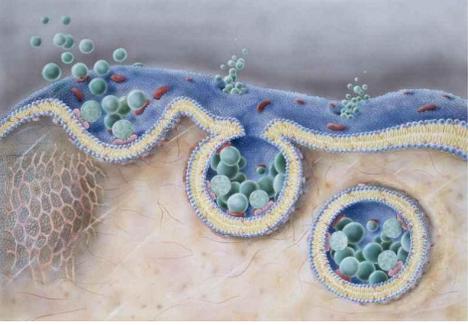
Синаптический пузырьк высвобождает медиатор

Медиатор взаимодействует с рецептором. Канал открывается.

Перемещение ионов

Пресинаптическое окончание поглощает медиатор обратно.

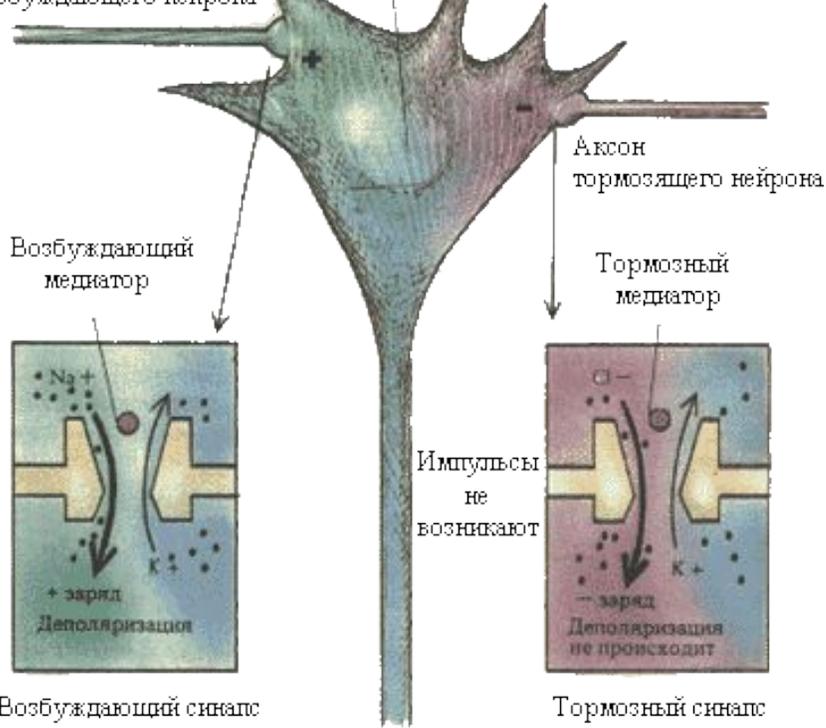
Антагонист блокирует рецептор



- ЭКЗОЦИТОЗ приводит к выходу содержимого пузырьков в синаптическую щель.
- Медиатор диффундирует в щели и взаимодействует со специализированными рецепторами, расположенными на постсинаптической мембране, образуя *комплекс медиатор-рецептор*.
- **Рецепторы по принципу действия делятся на два типа:**
 1. **ионотропные**, когда ионный канал и место связывания медиатора находятся на одной белковой молекуле;
 2. **метаботропные**, когда через белок-рецептор активируется цепочка внутриклеточных биохимических реакций.
- **Результатом образования комплекса медиатор-рецептор является открытие каналов для ионов Na, K, Ca, Cl.**

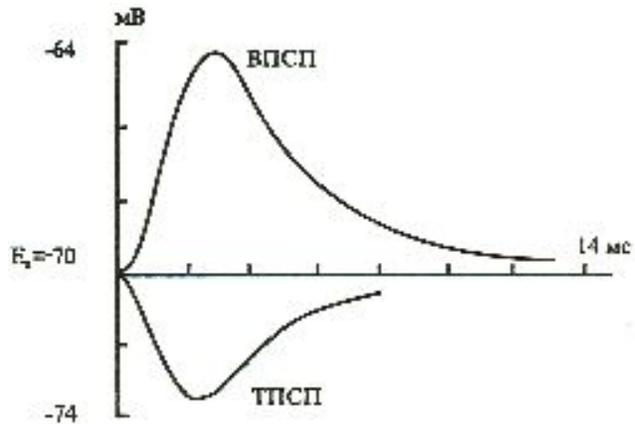
Потенциал действия “нейтрализован”

Аксон
возбуждающего нейрона



□ В ВОЗБУЖДАЮЩИХ СИНАПСАХ

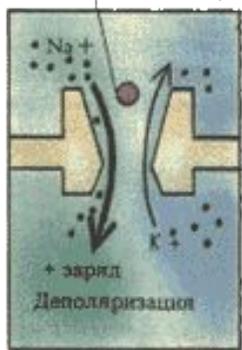
- под действием медиатора увеличивается проницаемость постсинаптической мембраны для ионов Na^+ ,
- происходит её **деполяризация** – возникает **ВОЗБУЖДАЮЩИЙ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ (ВПСП)**.
- Между деполяризованной мембраной и соседними с ней участками возникают местные токи.
- Если они деполяризуют мембрану до критического уровня (КУД), то в ней возникает ПД.



Потенциал действия "нейтрализован"

Аксон
возбуждающего нейрона

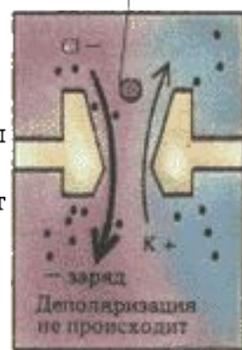
Возбуждающий
медиатор



Возбуждающий синапс

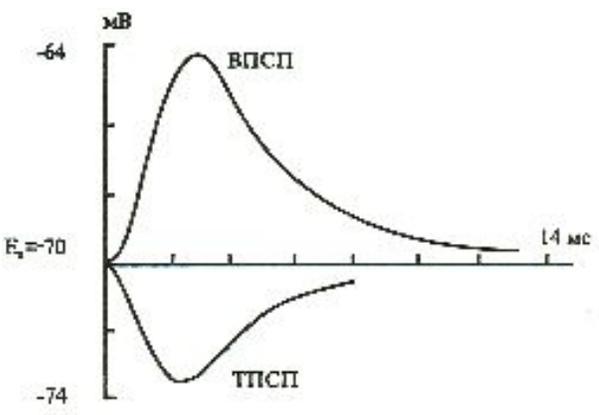
Аксон
тормозящего нейрона

Тормозный
медиатор



Тормозный синапс

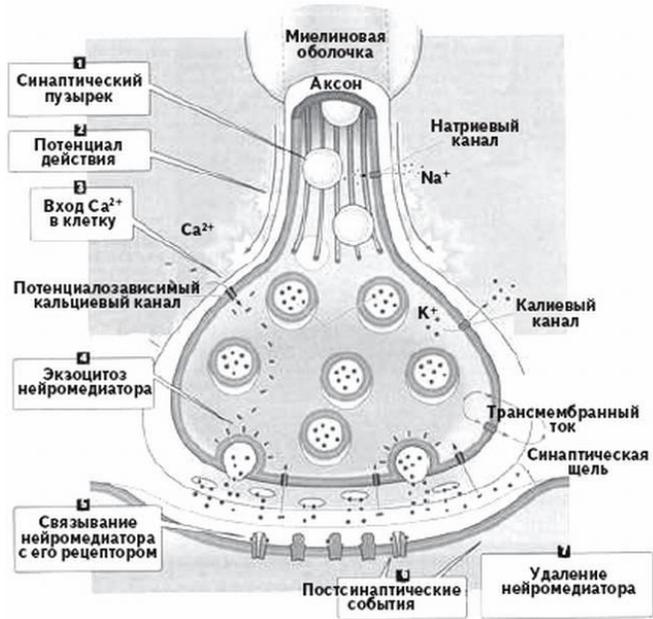
Импульсы
не
возникают



□ В ТОРМОЗНЫХ СИНАПСАХ:

- **медиатор** (например, глицин) аналогичным образом взаимодействует с рецепторами постсинаптической мембраны, но открывает в ней **K⁺**- и/или **Cl⁻**-каналы, что вызывает переход ионов по концентрационному градиенту:
 - K⁺ – из клетки, а
 - Cl⁻ – внутрь клетки.
- Это приводит к **гиперполяризации** постсинаптической мембраны – возникновению **ТОРМОЗНОГО ПОСТСИНАПТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА (ТПСП)**.

- Другим результатом образования **КОМПЛЕКСА МЕДИАТОР-РЕЦЕПТОР** является:
 - изменение метаболических процессов через системы **внутриклеточных посредников** (медиаторов).

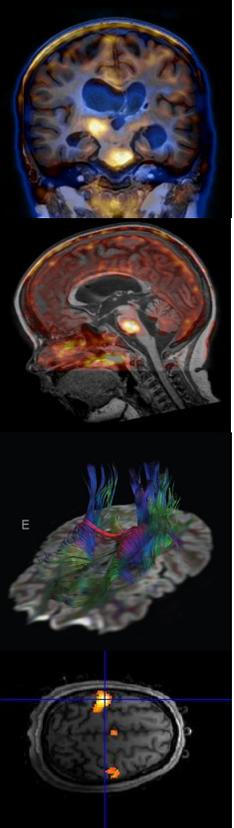


□ На заключительном этапе:

■ Молекулы медиатора:

- разрушаются специализированными ферментами и
- захватываются путём эндоцитоза или активного транспорта в пресинаптические окончания нейрона.

- В пресинаптических окончаниях нейрона происходит ресинтез медиатора, он переносится в пузырёк (везикулу) и может снова участвовать в синаптической передаче.



□ Каждый из этапов передачи возбуждения через синапс

является мишенью для воздействия :

- Фармакологическими и Радиофармпрепаратами с диагностической и исследовательской целью
- Лекарственными препаратами с лечебной целью

□ **Один и тот же медиатор** может связываться не с одним, а с несколькими различными рецепторами.

✓ *Например ацетилхолин:*

✓ **в нервно-мышечных синапсах скелетных мышц** взаимодействует с Н-холинорецепторами, которые открывают каналы для ионов Na, что вызывает **ВПСП**, а

✓ **в вагосердечных синапсах** он действует на М-холинорецепторы, открывающие каналы для ионов K и генерируется **ТПСП**.

▪ Таким образом:

□ **возбуждающий или тормозной характер действия медиатора определяется свойствами постсинаптической мембраны (видом рецептора), а не самого медиатора.**

Таблица: Медиаторы центральной и периферической нервной систем.

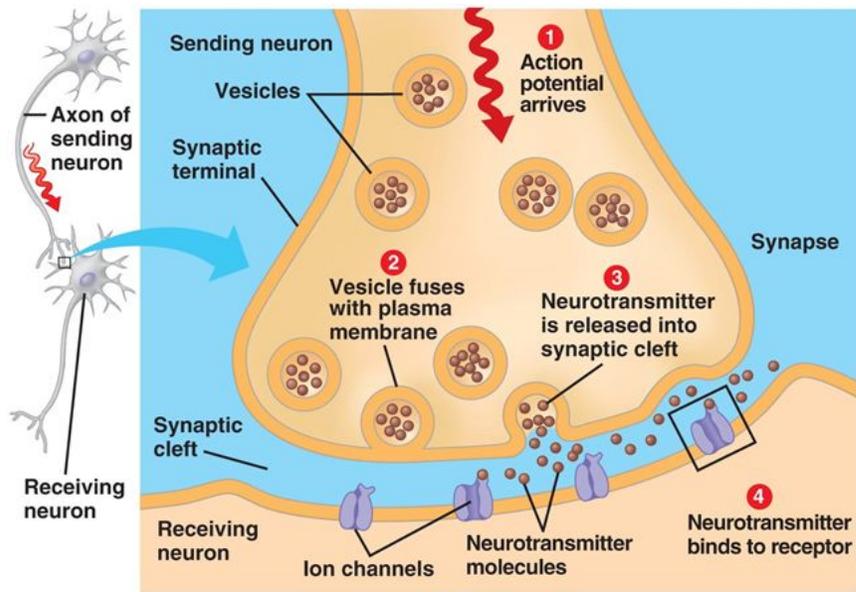
Медиатор	Локализация	Функция	Патология
Ацетилхолин	Нервно-мышечные синапсы, ганглии вегетативной НС, надпочечники, кора мозга, сетчатка	Движение, боль, обучение, память.	Миастения, вегетативные нарушения, старческая деменция.
Дофамин	Гипоталамус и средний мозг. Проекция в базальные ганглии, лимбическую систему, кору мозга. Симпатические ганглии, сетчатка.	Контроль двигательных функций, эмоции.	Болезнь Паркинсона, шизофрения.
Норадреналин	Ствол мозга. Проекция в кору мозга, гипоталамус, мозжечок, спинной мозг. Периферические синаптические окончания.	Цикл сон-бодрствование. Эмоции.	Нарушения сна, депрессия, галлюцинации.
Серотонин	Ядра шва ствола мозга. Проекция в кору, гипоталамус, мозжечок, спинной мозг. Сетчатка.	Сон, эмоции, нейроэндокринная регуляция.	Нарушения сна, депрессия, галлюцинации.

Таблица: Медиаторы центральной и периферической нервной систем
(продолжение).

Медиатор	Локализация	Функция	Патология
Гистамин	Сосцевидные тельца гипоталамуса с проекцией в кору, таламус, базальные ганглии, мозжечок, спинной мозг.	Сон, боль, половое поведение.	Вегетативные нарушения.
Глутамат	Кора мозга, базальные ганглии, мозжечок, таламус, ствол мозга, спинной мозг, сетчатка.	Возбуждающий медиатор ЦНС, двигательные и сенсорные функции	Эпилепсия, двигательные нарушения, нарушения памяти.
Глицин	Спинной мозг, сетчатка.	Торможение.	Судорожный синдром.
ГАМК	Кора мозга, мозжечок, ствол мозга, спинной мозг, сетчатка.	Торможение.	Судорожный синдром, депрессия, хорей.

Таблица: Медиаторы центральной и периферической нервной систем (продолжение).

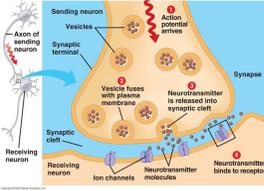
Медиатор	Локализация	Функция	Патология
АТФ	Уздечка головного мозга, спинной мозг, афферентные нейроны, симпатические нейроны.	Ноцицептивная система, регуляция внутренних органов.	Нарушения болевой чувствительности, сосудистые расстройства.
Аденозин	Продукт гидролиза АТФ в пуриnergических синапсах.	Ограничивает чрезмерное возбуждение мозга.	Судорожные состояния.



□ Кроме **НЕЙРОМЕДИАТОРОВ** пресинаптические окончания выделяют вещества, которые не участвуют непосредственно в передаче сигнала и играют роль **НЕЙРОМОДУЛЯТОРОВ** эффектов сигнала.

■ **Модуляция** осуществляется влиянием :

1. либо на **выделение медиатора**,
2. либо на его **связывание с рецепторами** постсинаптического нейрона,
3. а также на **реакцию** этого нейрона на медиаторы.



▪ **Функцию классических нейромедиаторов выполняют:**

- Амины и
- Аминокислоты

синтезируются в основном в терминалях аксона

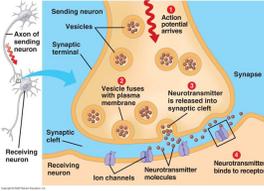
▪ **Функцию нейромодуляторов**

выполняют:

- Нейропептиды

образуются в теле нейрона путём синтеза белков, от которых они отщепляются под

влиянием протеаз

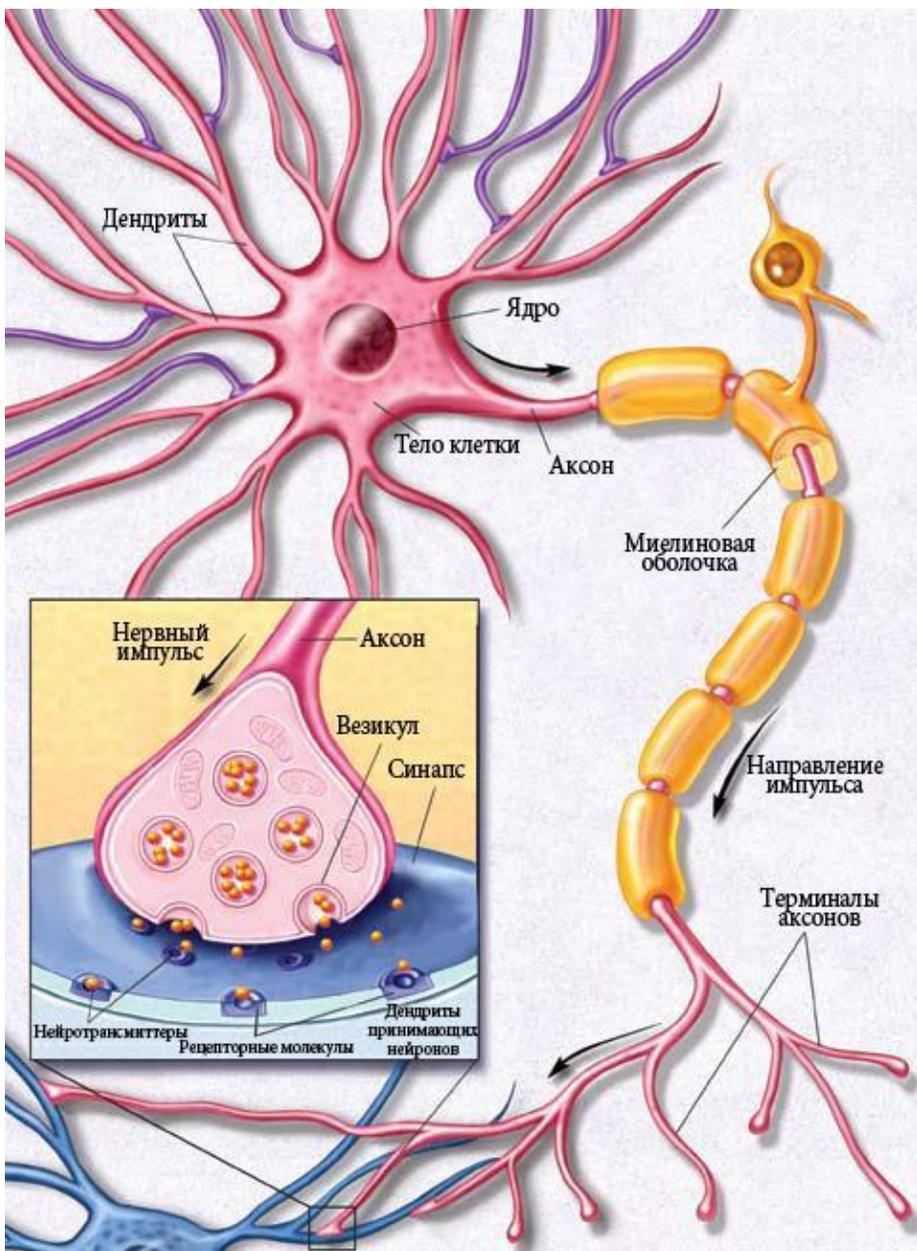


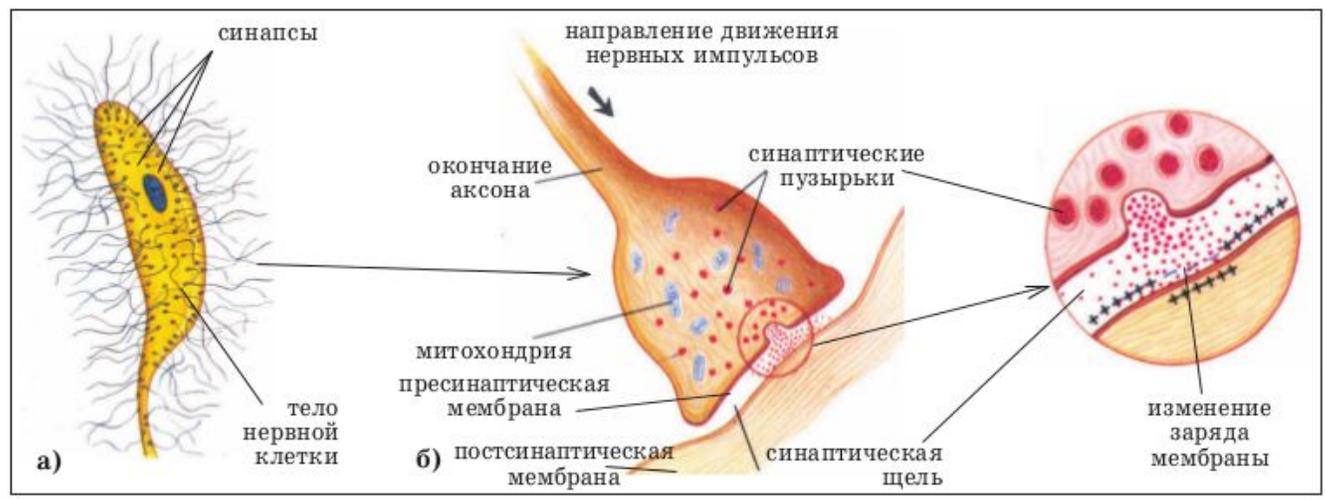
❑ **Синапсы с химической передачей возбуждения обладают рядом общих свойств:**

- **возбуждение через них проводится только в одном направлении** (т.к. медиатор выделяется только из пресинаптической мембраны и взаимодействует с рецепторами постсинаптической мембраны);
- **передача возбуждения через синапсы осуществляется медленнее**, чем по нервному волокну (в связи с **синаптической задержкой**);
- имеют **низкую лабильность**, в них происходит трансформация ритма возбуждения;
- обладают **высокой утомляемостью и чувствительностью к химическим** (в т.ч. и к фармакологическим) веществам.

Деятельность нервной системы обусловлена взаимодействием нейронов, основной функцией которых является хранение и передача информации.

Поток информации в нервной системе представлен в виде специфических электрических сигналов, а передача информации от нейрона к нейрону происходит в специализированных контактах между ними – СИНАПСАХ.





ПЕРЕДАЧА ВОЗБУЖДЕНИЯ В ГОЛОВНОЙ МОЗГ

