

Общие принципы анатомического строения и закономерности регуляции функциональных систем организма. Нервно-гуморальная регуляция функций организма. Общие характерные черты строения и функциональных свойств возбудимых тканей. Принципы организации и функционирования нервной системы человека.

д.м.н., проф. Марочков А.В.

Анатомия и физиология как науки

Анатомия человека (от греч. anatome — рассечение, расчленение), – *это наука, изучающая форму и строение человеческого организма (и составляющих его органов и систем) и исследующая закономерности развития этого строения в связи с функцией и влиянием окружающей среды.*

Анатомия изучает внешние формы и пропорции тела человека и его частей, отдельные органы, их конструкцию, микроскопическое строение.

В задачи анатомии входит исследование основных этапов развития человека в процессе эволюции, особенностей строения тела и отдельных органов в различные возрастные периоды, а также в условиях внешней среды.

Анатомия и физиология как науки

Физиология человека – это наука, изучающая механизмы функционирования организма (и составляющих его органов, клеток и тканей) в его взаимосвязи с окружающей средой.

Физиология изучает деятельность живого организма в целом, зависимость ее от влияний внешней среды, а также работу отдельных органов и систем.

Методы изучения организма человека

Методы исследования строения человеческого тела

Исследование трупного материала:

- вскрытие (рассечение, расчленение)
- распиливание
- вымачивание
- макроскопия
- микроскопия
- инъекционный метод
- метод коррозии (разъедания)
- гистология
- цитология

Исследование живого организма:

- осмотр тела и его частей
- пальпация
- перкуссия
- аускультация
- рентгенография
- рентгеноскопия и т.п.
- эндоскопия, эхолокация (УЗИ)
- компьютерная томография
- магнитно-резонансная томография
- антропометрия

Методы изучения организма человека

Методы исследования физиологических процессов

```
graph TD; A[Методы исследования физиологических процессов] --> B[Экспериментальные методы]; A --> C[Инструментальные методы]; A --> D[Биохимические методы];
```

Экспериментальные

методы:

- наблюдение
- экстирпация
- наложение фистулы
- катетеризация
- денервация и пр.
- моделирование

процессов

Инструментальные

методы:

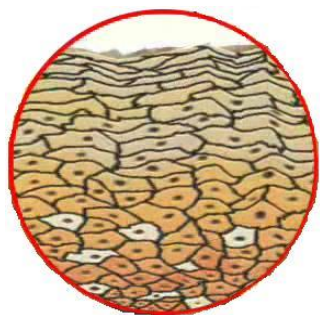
- ЭКГ
- ЭЭГ
- миография

Биохимические методы

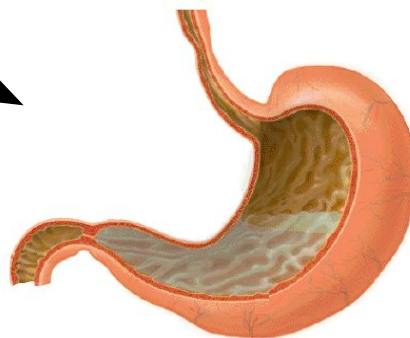
Структура организма



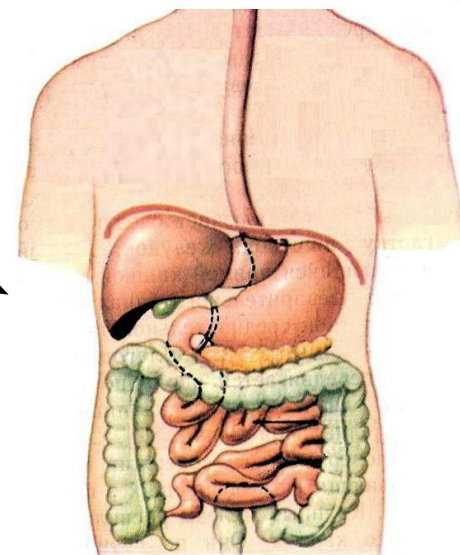
Клетки



Ткани



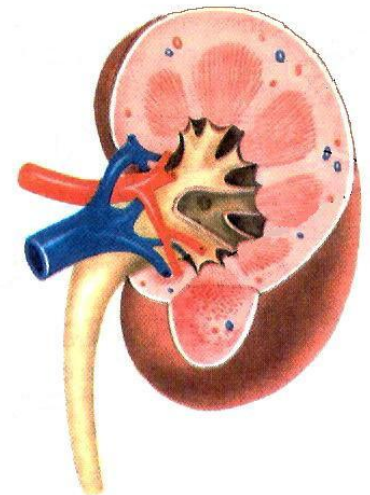
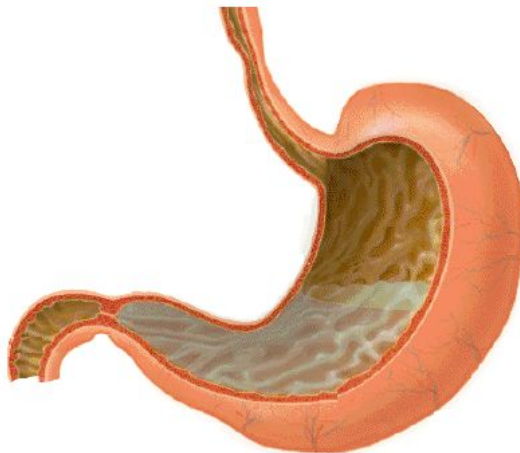
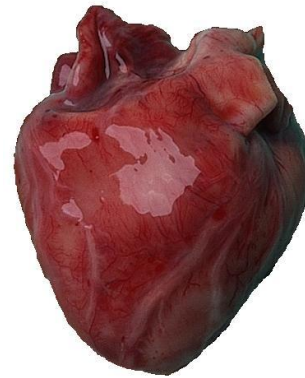
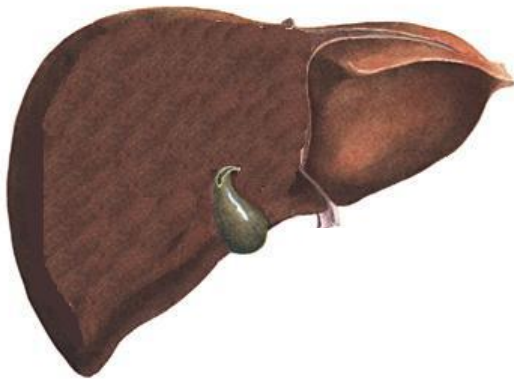
Органы



Системы

Органы

Орган – часть организма, выполняющая определенную функцию и состоящая из нескольких тканей.



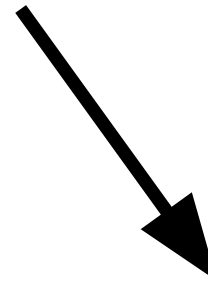
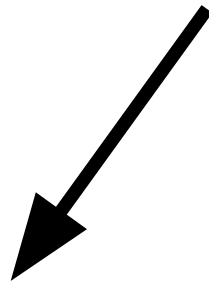
Анатомические системы

- **Нервная**
- **Эндокринная**
- **Опорно-двигательная**
- **Дыхательная**
- **Кровеносная**
- **Лимфатическая**
- **Пищеварительная**
- **Мочевыделительная**
- **Половая**

Функциональные системы

- **ФС, поддерживающая температуру тела**
- **ФС, поддерживающая оптимальный состав крови**
- **ФС, поддерживающая оптимальное артериальное давление**
- **ФС дыхания**
- **ФС питания**
- **ФС выделения**
и др.

Механизмы регуляции



**Гуморальная
регуляция**

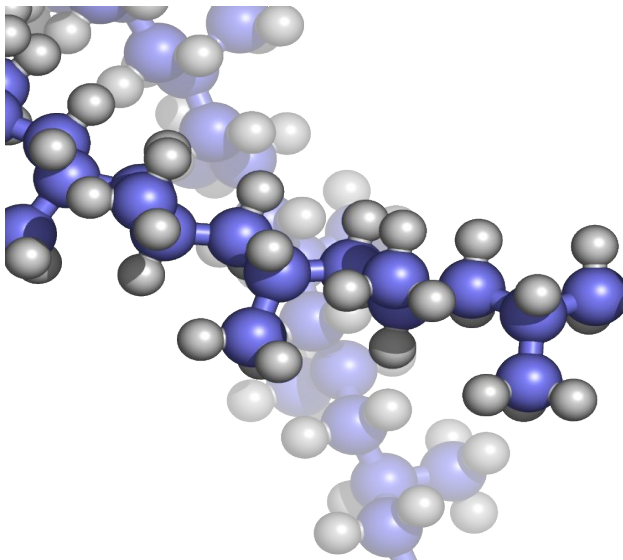
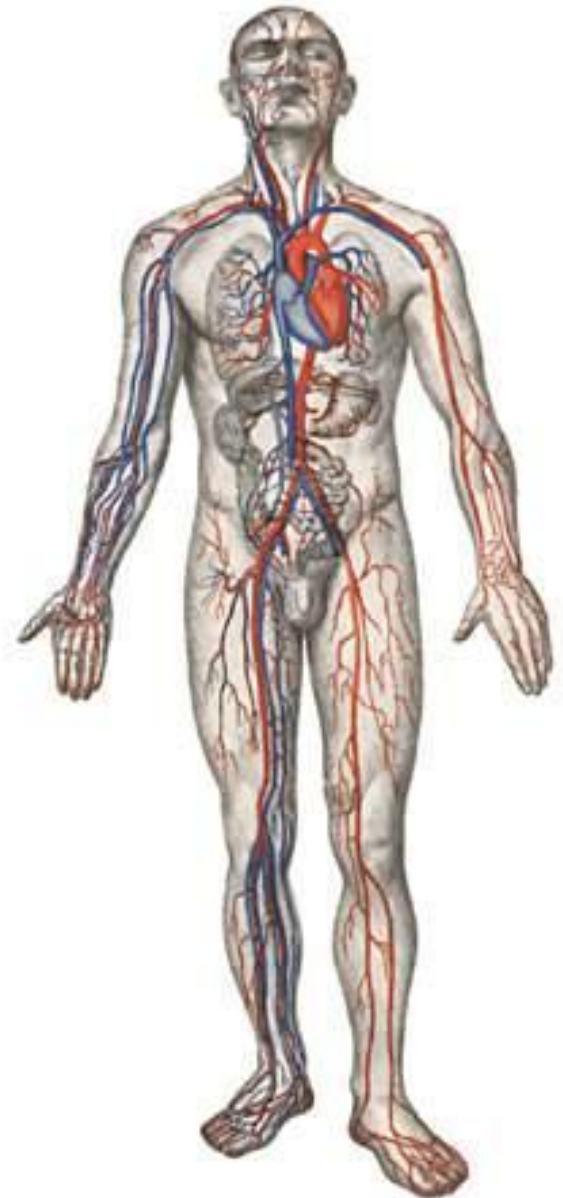
**Нервная
регуляция**



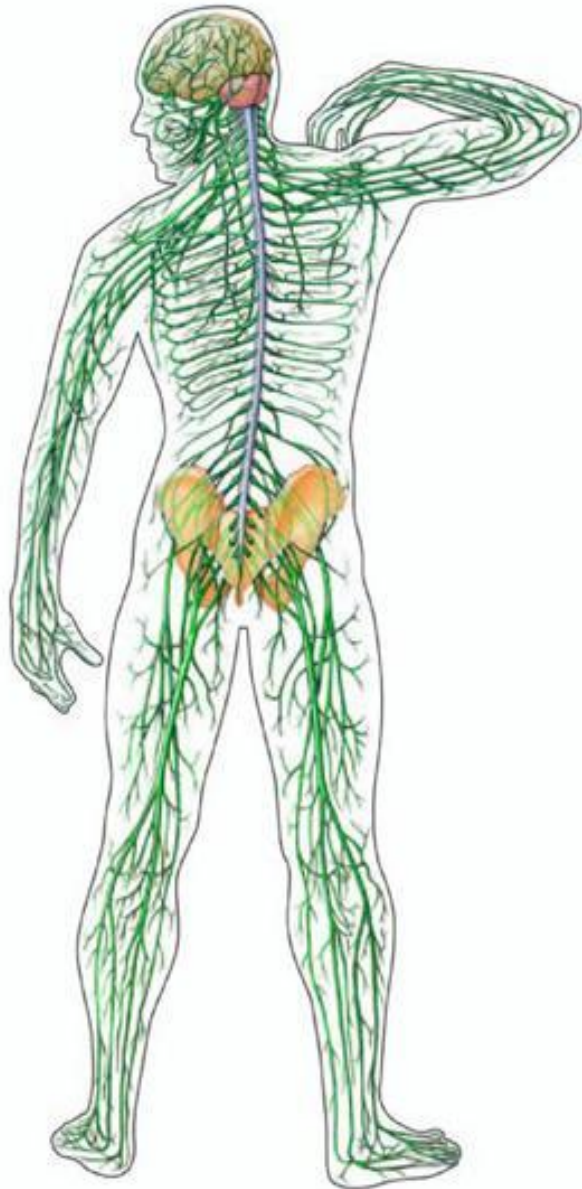
Гуморальная регуляция

Gumor (лат.) – жидкость.

Управление физиологическими процессами с помощью биологически активных веществ (БАВ)



Нервная регуляция

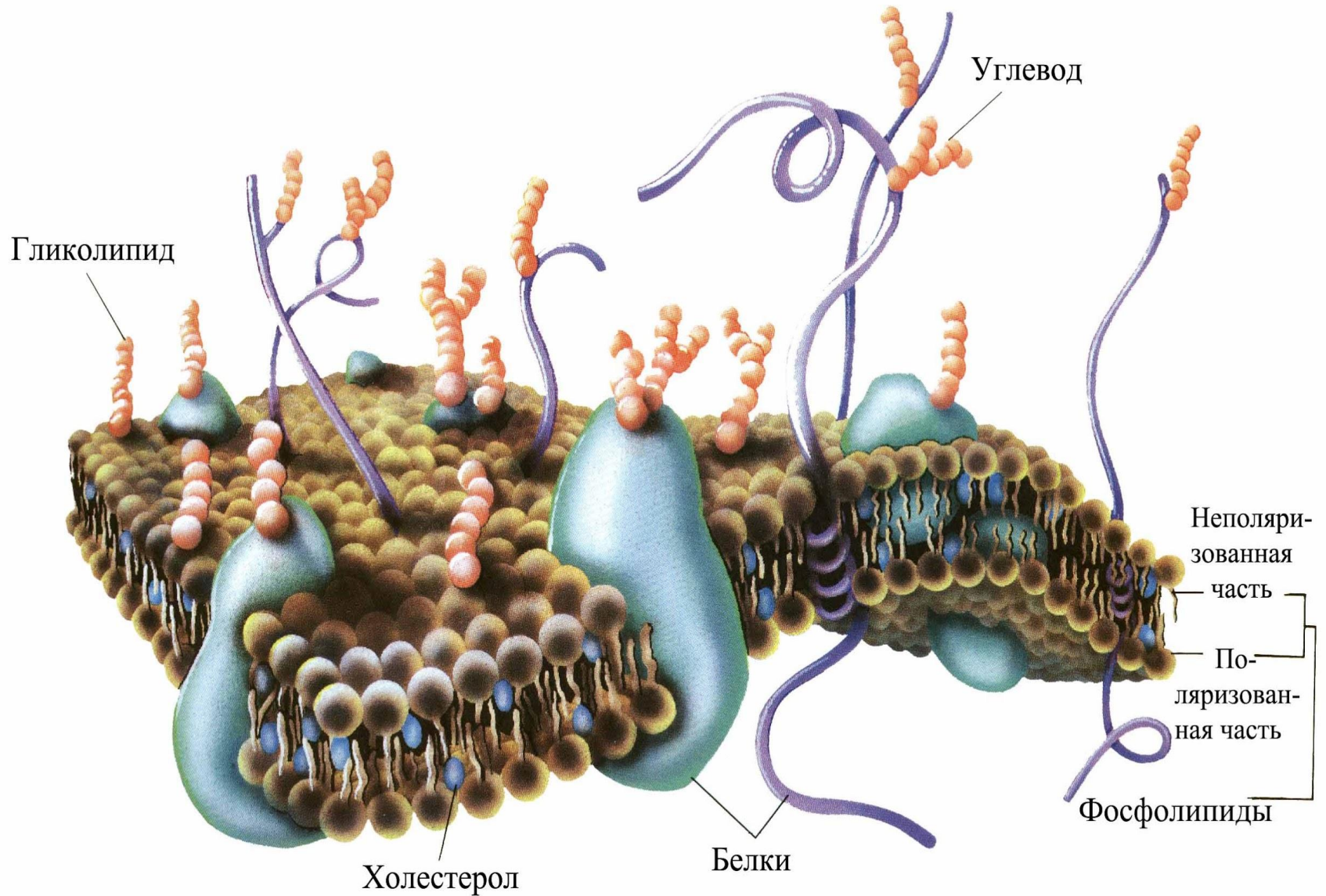


**Управление
физиологическими
процессами
с помощью нервных
импульсов.**



**Строение и
функциональные
свойства возбудимых
тканей.**

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕМБРАНЫ



Биологическая мембрана

Толщина мембран 7-10 нм, состоит из двойного слоя фосфолипидов:

- гидрофильные части (головки) направлены к поверхности мембраны;
- гидрофобные части (хвосты) направлены внутрь мембраны.
- Гидрофобные концы стабилизируют мембрану в виде бислоя

Липиды мембраны

- Фосфолипиды
 - Холестерин
 - Гликолипиды:
- каркас мембраны

- *входят в состав ионных каналов*
- *являются рецепторами*
- *обуславливают иммунологические свойства клеток*
- *участвуют во взаимодействии клеток*

Интегральные мембранные белки

- встроены в липидный бислой - глобулярные.
- Это белки *адгезии*, некоторые *рецепторные белки*

Трансмембранный белок

- молекула белка, проходящая через всю толщу мембраны и выступающая из неё как на наружной, так и на внутренней поверхности.
- Это - *поры, ионные каналы, переносчики, насосы, некоторые рецепторные белки.*

Периферические мембранные белки

- находятся на одной из поверхностей клеточной мембраны (наружной или внутренней) и нековалентно связаны с интегральными мембранными белками - рецепторы.
- фибриллярные и глобулярные

ФУНКЦИИ МЕМБРАН

- СТРУКТУРНАЯ.
- ЗАЩИТНАЯ.
- ФЕРМЕНТАТИВНАЯ
- СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ИЛИ АДГЕЗИВНАЯ
(обуславливает существование многоклеточных организмов).
- РЕЦЕПТОРНАЯ.
- АНТИГЕННАЯ.
- ЭЛЕКТРОГЕННАЯ
- ТРАНСПОРТНАЯ.

СВЯЗЬ МЕЖДУ КЛЕТКАМИ

- КЛЕТКА \longrightarrow сигнальная молекула
(первый посредник) или лиганд \longrightarrow
молекула мембраны (канал или
рецептор) \longrightarrow
КЛЕКТИ-МИШЕНИ \longrightarrow молекулы
клетки или вторые посредники \longrightarrow
каскад ферментативных реакций
изменение функции клетки

ЛИГАНДЫ

- **пептидные гормоны**
- **производные аминокислот**
- **нейромедиаторы**
- **ЦИТОКИНЫ**

РЕЦЕПТОРЫ МЕМБРАН

- Это молекулы (*белки, глико- или липопротеины*), чувствительные к биологически активным веществам – лигандам
- Лиганды – внешние раздражители для клетки
- *Рецепторы – высокоспецифичны или селективны*

Виды клеточных рецепторов

- **мембранные** - *встроенные в плазматическую мембрану*
- **внутриклеточные** — *цитозольные и ядерные*
- **некоторые рецепторы** *встроены в мембраны внутриклеточных органоидов*

МЕХАНИЗМ РАБОТЫ РЕЦЕПТОРОВ

Мембранные рецепторы

регистрируют наличие лиганда:

1. передают сигнал внутриклеточным химическим соединениям — вторым посредникам – МЕССЕНДЖЕРАМ
2. Регулируют состояние ионных каналов

ИОННЫЕ КАНАЛЫ

- **белковые макромолекулы, погруженные в липидный бислой плазматической мембраны (*трансмембранные белки*), образующие заполненные водой поры, через которые проникают неорганические ионы.**

СВОЙСТВА ИОННЫХ КАНАЛОВ

- 1. Селективность** - каждый канал пропускает только определенный («свой») ион.
- 2. Может** находится в разных функциональных состояниях:
 - закрытый, но готовый к открытию (1)
 - открытый – активированный (2)
 - Инактивированный (3)

СВОЙСТВА ИОННЫХ КАНАЛОВ

3. По механизму управления

проницаемостью каналы делятся:

- **Потенциалзависимые** – ворота управляются зарядом мембраны
- **Хемозависимые** – ворота управляются комплексом лиганд-рецептор

Возбудимые ткани:

- нервная
- мышечная
- эндокринная

ВОЗБУДИМОСТЬ

- **Это способность ткани ответить на раздражение возбуждением (генерацией потенциала действия – ПД)**

Возбуждение -

- **Это процесс генерации (возникновения ПД) в ответ на раздражение**

поляризация

Наличие разных зарядов по обе стороны мембраны:

- Снаружи +
- Внутри –

Клетка представляет собой «диполь»

гиперполяризация

- Увеличение разности ПД между сторонами мембраны

ДЕПОЛЯРИЗАЦИЯ

- Уменьшение разности потенциалов между сторонами мембраны

РЕПОЛЯРИЗАЦИЯ

- Увеличение величины МП после деполяризации.

МЕМБРАННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОКОЯ

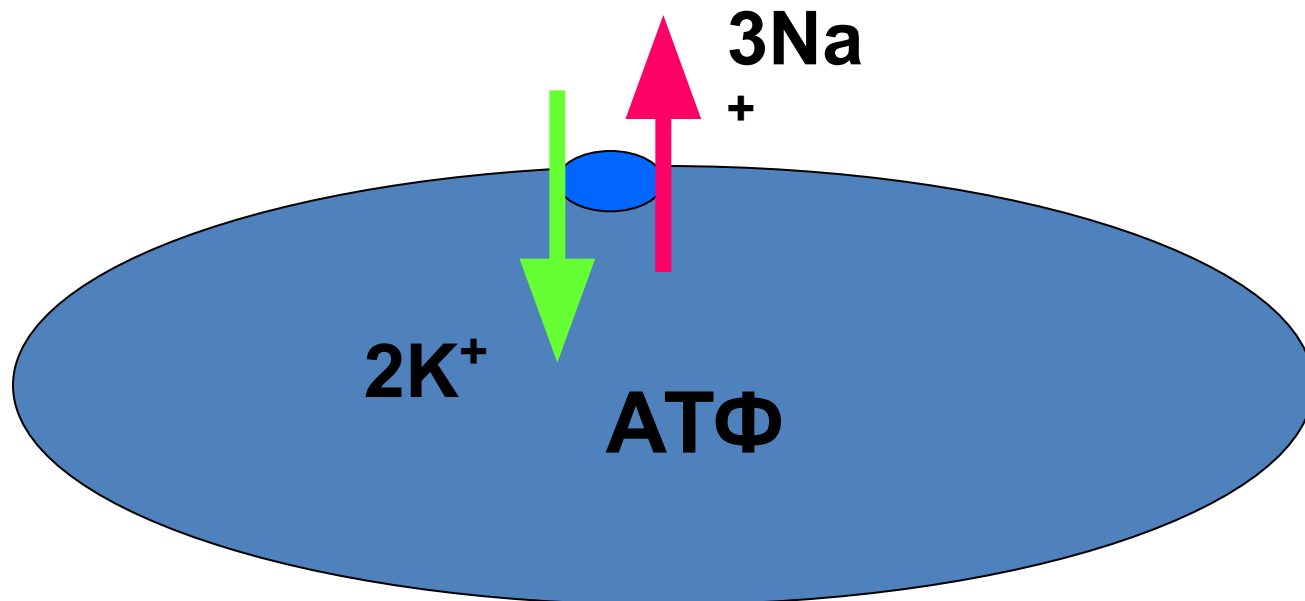
- Это разность потенциалов между наружной и внутренней поверхностью мембраны возбудимой клетки, находящейся в состоянии покоя.
- Потенциал покоя регистрируется внутриклеточным микроэлектродом по отношению к референтному внеклеточному электроду.

Величина МП

- плазмолеммы нервных клеток и кардиомиоцитов варьирует от -60 мВ до -90 мВ
- плазмолеммы скелетного МВ — -90 мВ
- ГМК около -55 мВ

НАТРИЙ – КАЛИЕВЫЙ НАСОС

активный транспорт ионов натрия и калия против концентрационного градиента с затратой энергии АТФ.



ФУНКЦИИ КАЛИЙ-НАТРИЕВОГО НАСОСА

- **Активный транспорт ионов**
- **АТФ-азная ферментативная активность**
- **Поддержание ионной асимметрии**
- **Усиление поляризации мембраны – электрогенный эффект**

деполяризация

- Возникает при открытии натриевых каналов
- **Натрий входит в клетку:**
 - ❖ уменьшает отрицательный заряд на внутренней поверхности мембраны
 - ❖ уменьшает электрическое поле вокруг мембраны
- ***Степень деполяризации зависит от количества открытых каналов для натрия***

КРИТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ДЕПОЛЯРИЗАЦИИ $E_{кр}$

- Уровень деполяризации, при котором открывается максимально возможное количество натриевых каналов (все каналы для натрия открыты)
- Поток ионов натрия «лавиной» устремляется в клетку
- ***Начинается регенеративная деполяризация***

Закон «все или ничего»

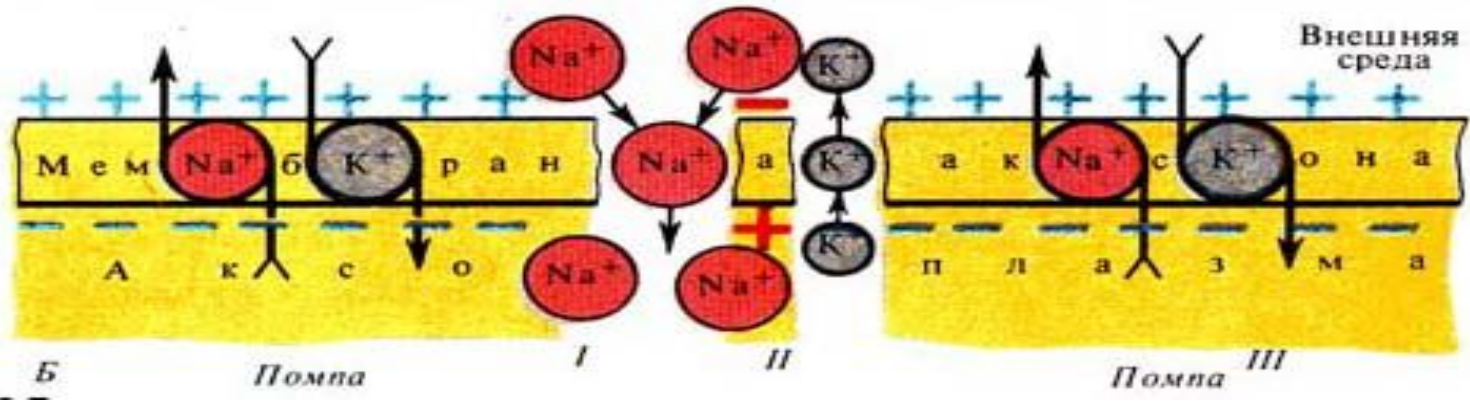
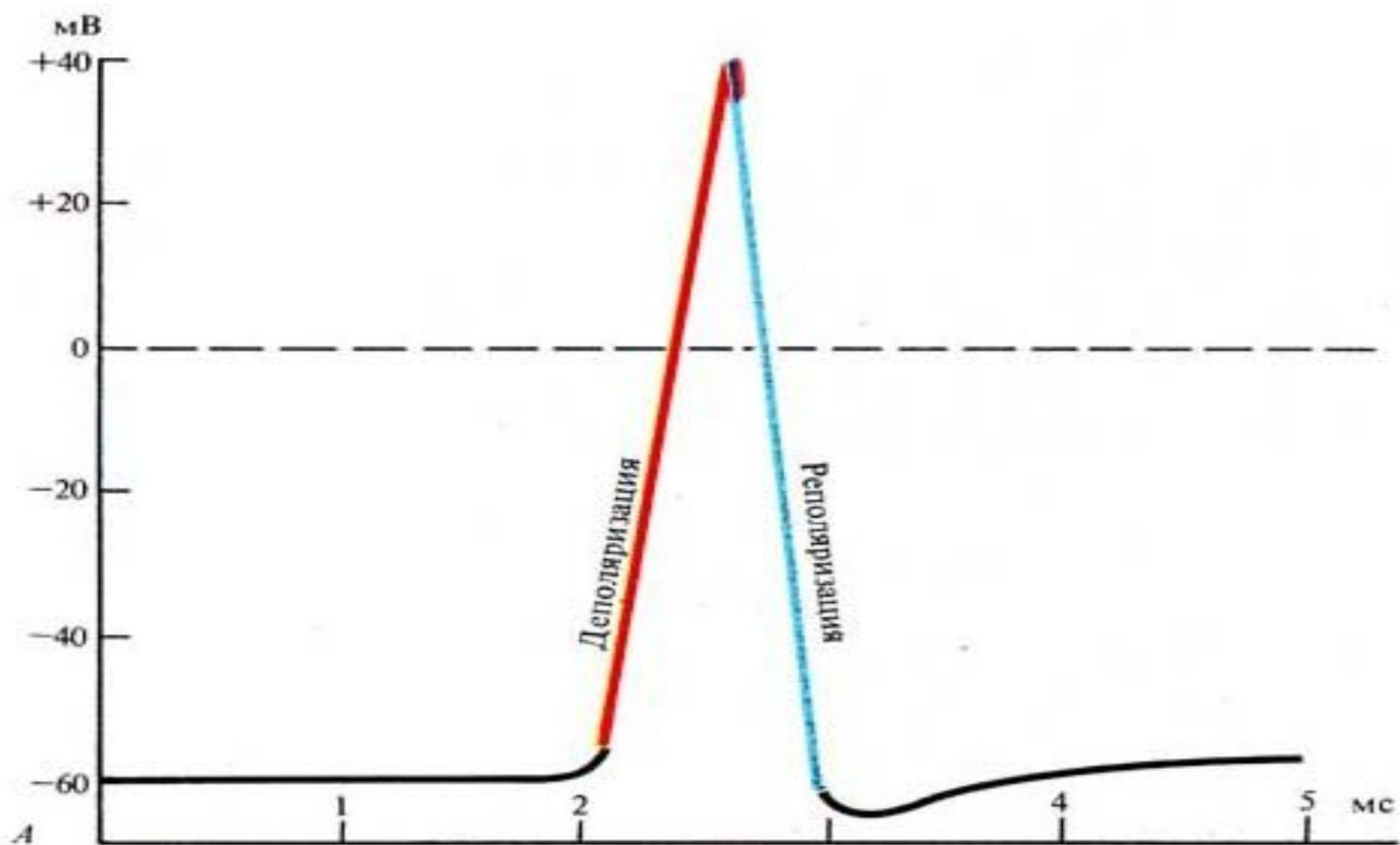
- Подпороговый раздражитель вызывает местную деполяризацию («**ничего**»)
- Пороговый раздражитель вызывает максимально возможный ответ («**Все**»)
- Сверхпороговый раздражитель вызывает такой же ответ, что и пороговый
- *Т.о. ответ клетки не зависит от силы раздражителя.*

Потенциал действия (ПД)

- Это разность потенциалов между возбужденным и невозбужденным участками мембраны, которая возникает в результате быстрой деполяризации мембраны с последующей ее перезарядкой.
- *Амплитуда ПД около 120 – 130 мкВ, длительность (в среднем) - 3 – 5 мс (в разных тканях от 0,01мс до 0,3 с).*

Фазы ПД

1. Медленная деполяризация
2. Быстрая деполяризация
3. Инверсия
4. Реверсия
5. Быстрая реполяризация
6. Медленная реполяризация
7. Гиперполяризация



Условия возникновения ПД

- Деполяризация должна достигнуть критического уровня деполяризации
- Ток натрия в клетку должен превышать ток калия из клетки в 20 раз (*каналы для натрия быстропроводящие, а для калия – медленные*)
- Должна развиться регенеративная деполяризация

Раздражение

- Это процесс воздействия на клетку
- Эффект воздействия зависит как от качественных и количественных характеристик раздражителя, так и свойств самой клетки

Виды раздражения

- Механическое
- Температурное
- Химическое
- Биологическое
- Электрическое

Преимущества электрического раздражителя

- 1. Моделирует биологические процессы (биопотенциалы)**
- 2. Легко дозируется:**
 - *По силе*
 - *По времени действия*
 - *По времени нарастания силы (крутизне)*

ЗАКОНЫ РАЗДРАЖЕНИЯ

Это комплекс правил, описывающих требования, которым должен подчиняться раздражитель, чтобы он мог вызвать процесс возбуждения. К ним относятся:

- ***полярный закон***
- ***закон силы***
- ***закон времени (длительности действия)***
- ***закон крутизны (времени нарастания силы)***

Полярный закон

При внеклеточном приложении прямоугольного импульса постоянного тока возбуждение возникает *при замыкании цепи под катодом, а при размыкании цепи - под анодом.*

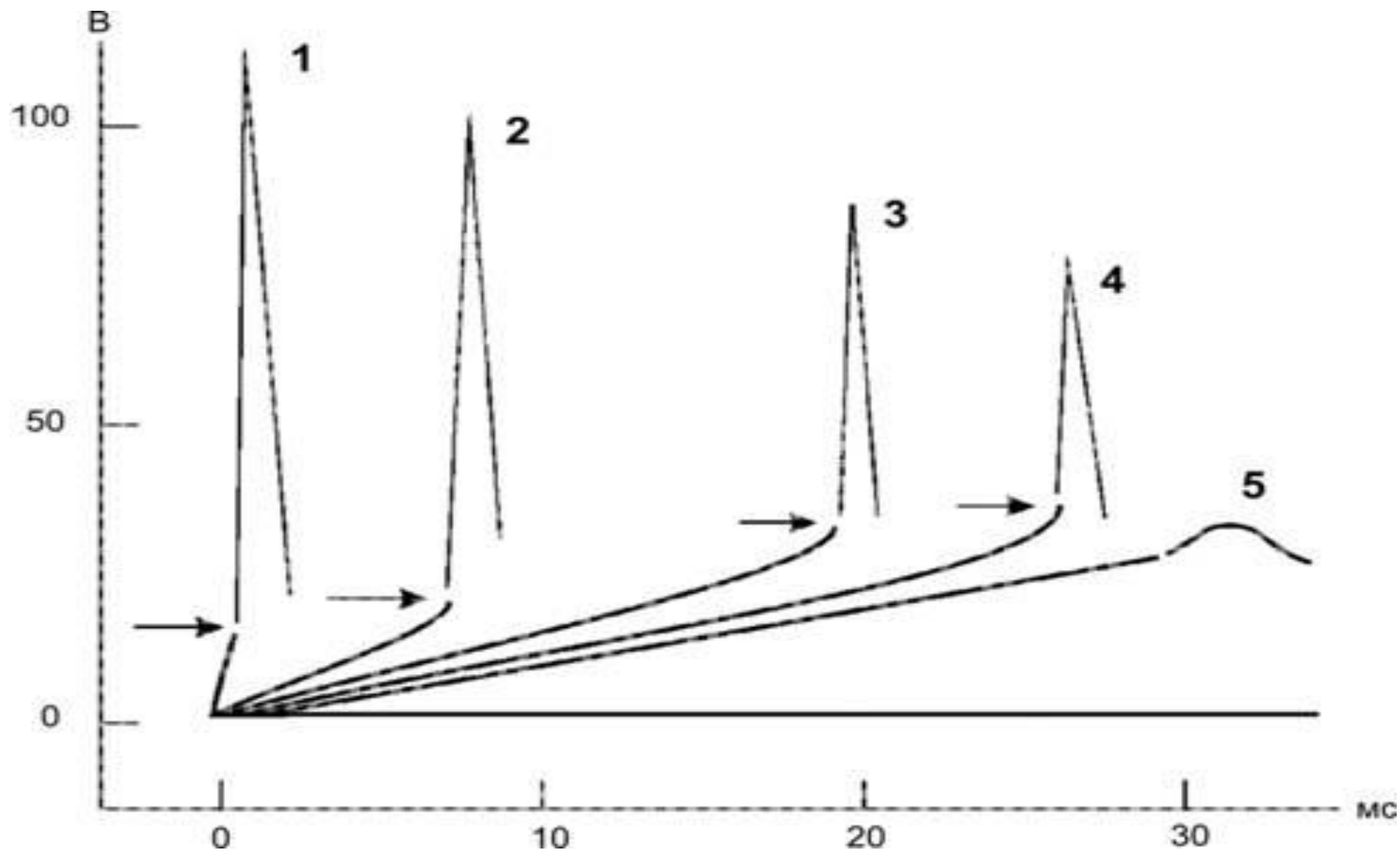
Законы раздражения

- **Закон силы** – чтобы возник ПД, сила стимула должна быть не меньше пороговой величины.
- **Закон времени** – чтобы возник ПД, время действия стимула должно быть не меньше пороговой величины
- **Закон крутизны** – чтобы возник ПД, крутизна стимула должна быть не меньше пороговой величины

Аккомодация

- Это способность ткани приспособливаться к длительно действующему раздражителю. При этом сила его также увеличивается медленно (маленькая крутизна)
- Происходит смещение критического уровня деполяризации в сторону нуля
- Натриевые каналы открываются не одновременно и ток натрия в клетку компенсируется током калия из клетки. ПД не возникает, т.к. нет регенеративной деполяризации

Аккомодация.



Аккомодация проявляется в увеличении пороговой силы стимула при уменьшении крутизны нарастания стимула – чем меньше крутизна, тем больше пороговая сила

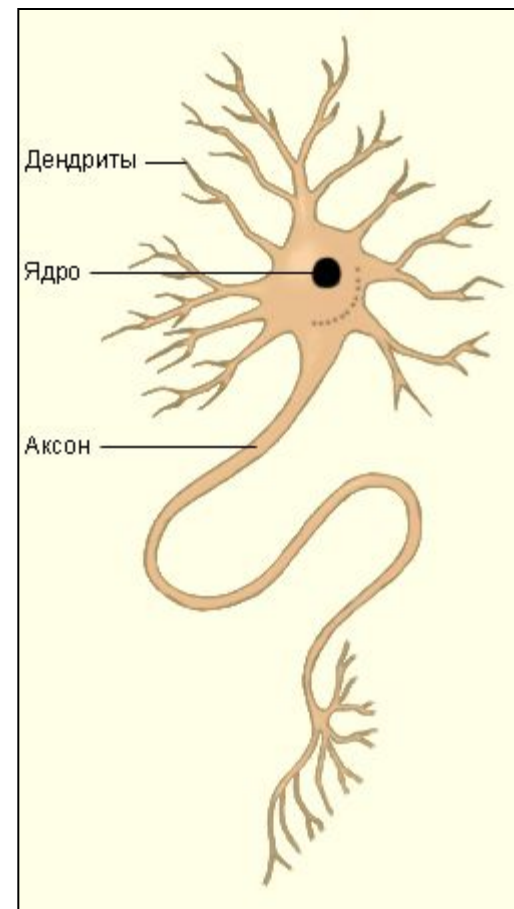
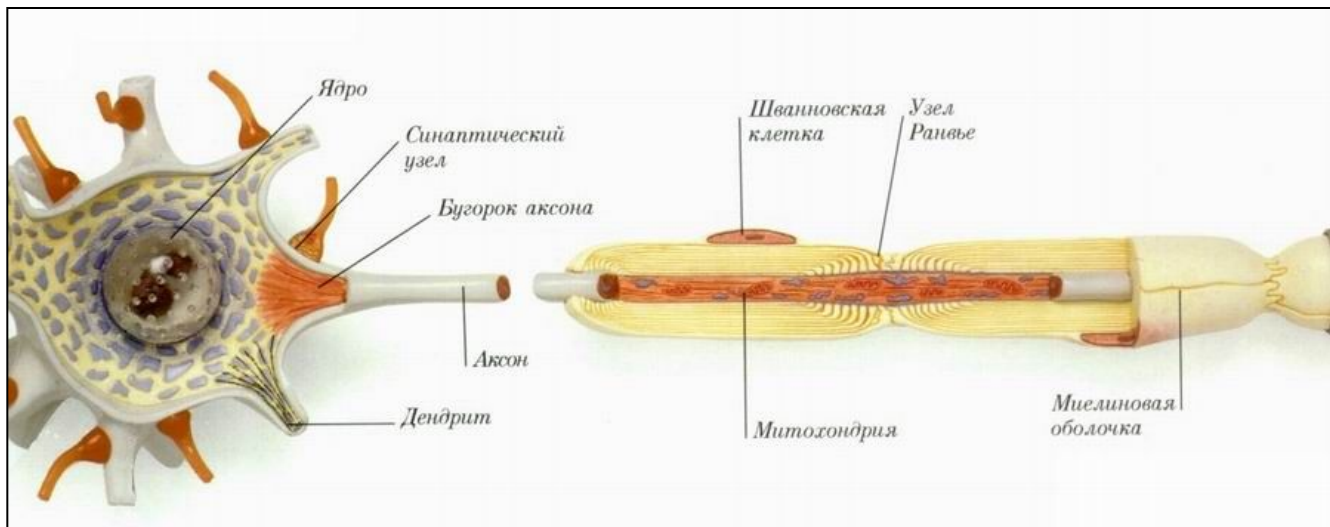
В основе аккомодации ткани лежит процесс инактивации натриевых каналов. Поэтому чем меньше крутизна нарастания стимула – тем больше инактивируется натриевых каналов – происходит смещение уровня критической деполяризации и возрастает пороговая сила стимула.

Организация и функционирование нервной системы

СИСТЕМЫ

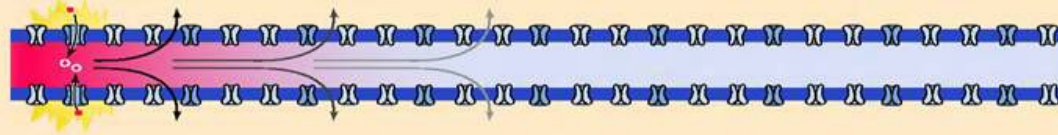
Нервная ткань:

Нейроны состоят из тела и отростков — длинного, по которому возбуждение идет от тела клетки — **аксона** и **дендритов**, по которым возбуждение идет к телу клетки.

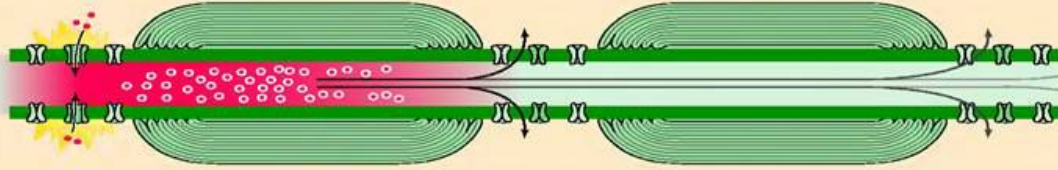


$t = 1$

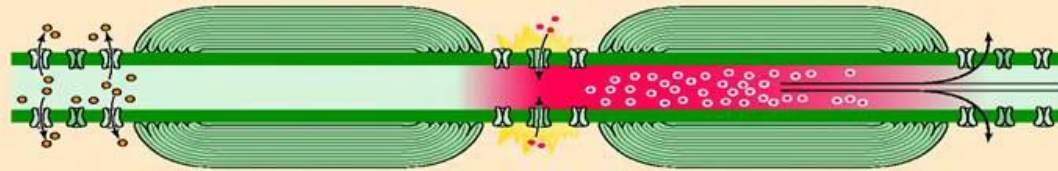
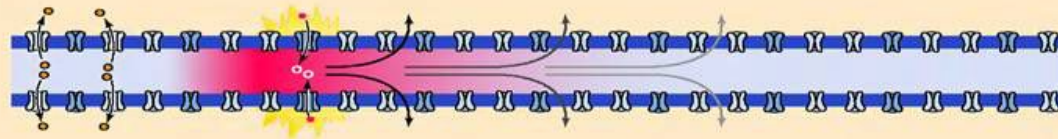
Unmyelinated axon



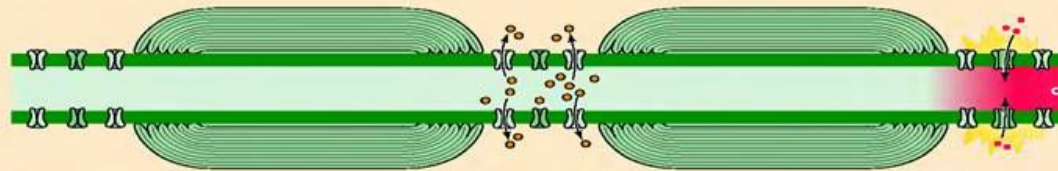
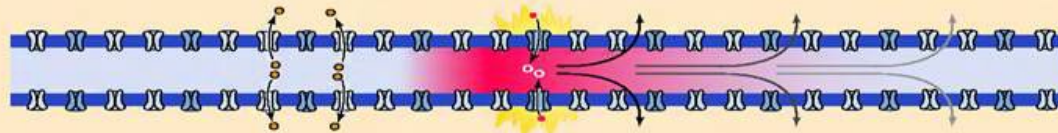
Myelinated axon



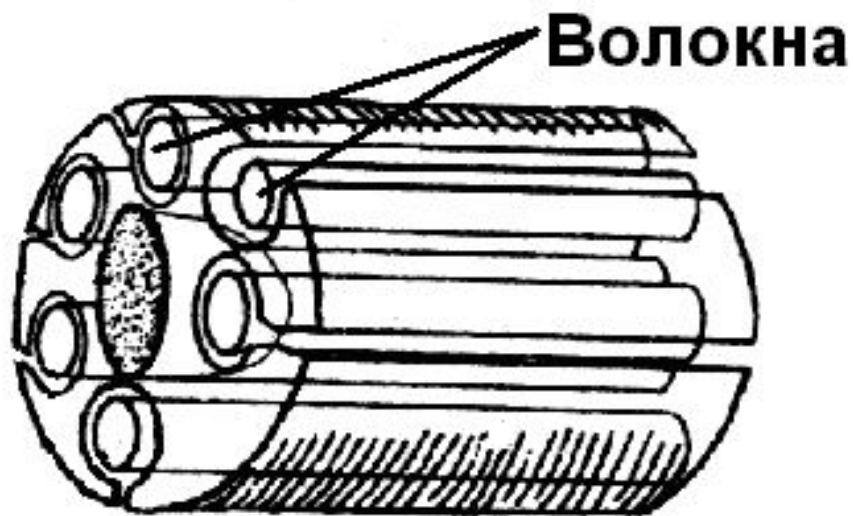
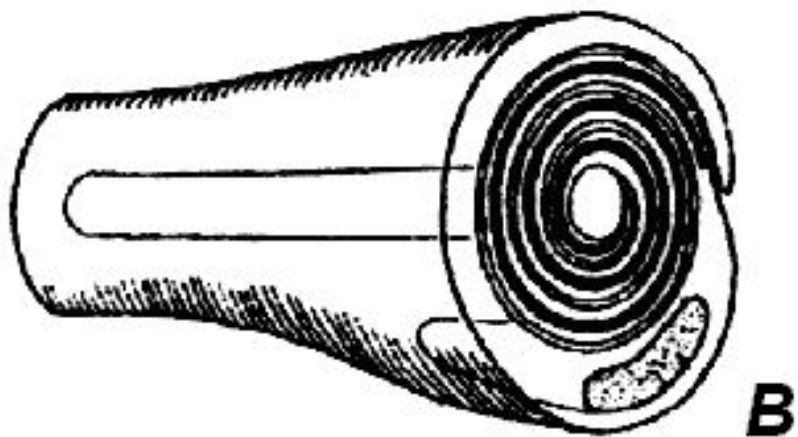
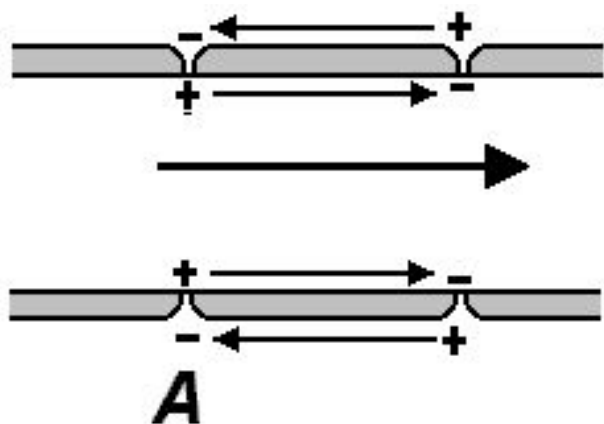
$t = 2$



$t = 3$

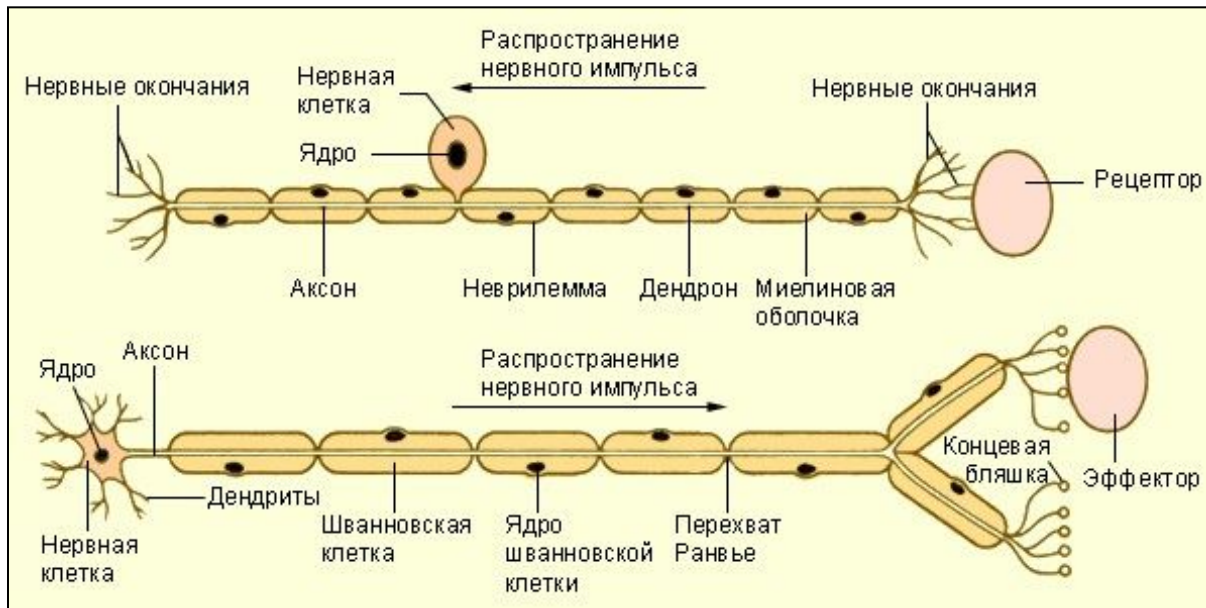
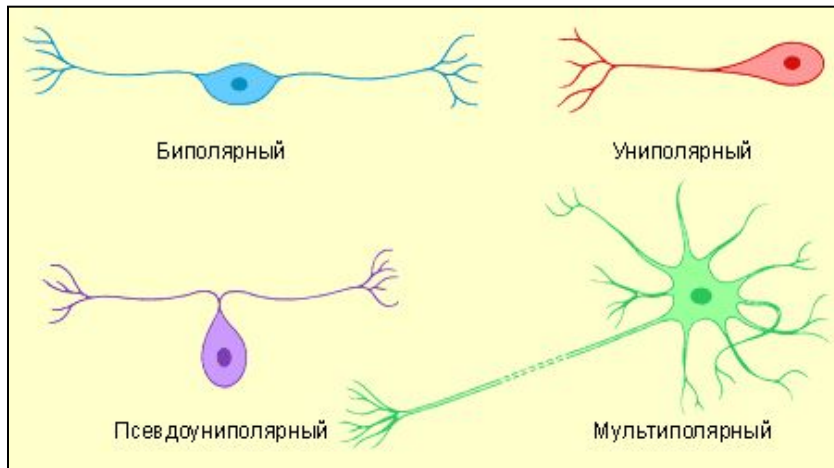


Безмиелинизированные волокна погружены в шванновскую клетку и находятся в желобках, возбуждение проводят со скоростью 1-3 м.сек

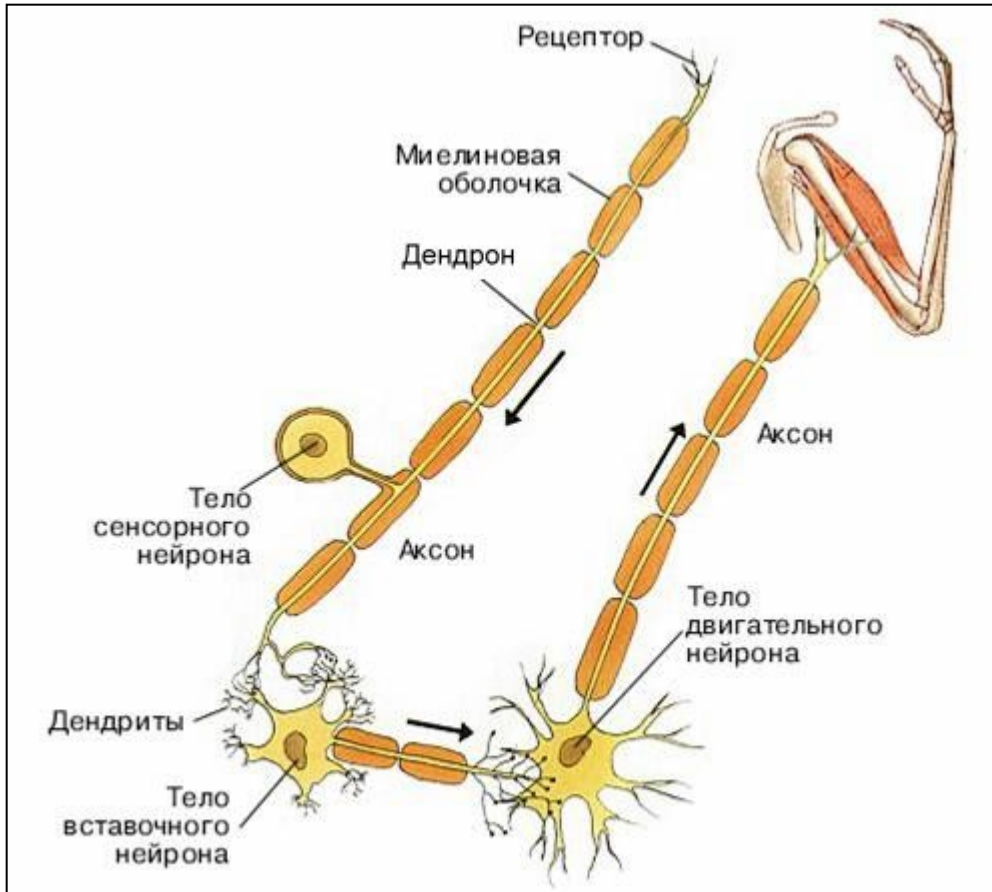


Строение нервной системы

Морфологически нейроны делятся на **униполярные, биполярные, псевдоуниполярные, мультиполярные.**



Строение нервной системы



Функционально нейроны делятся на чувствительные (афферентные), двигательные (эфферентные), между ними могут быть вставочные нейроны (ассоциативные). Работа нервной системы основана на рефлексах.

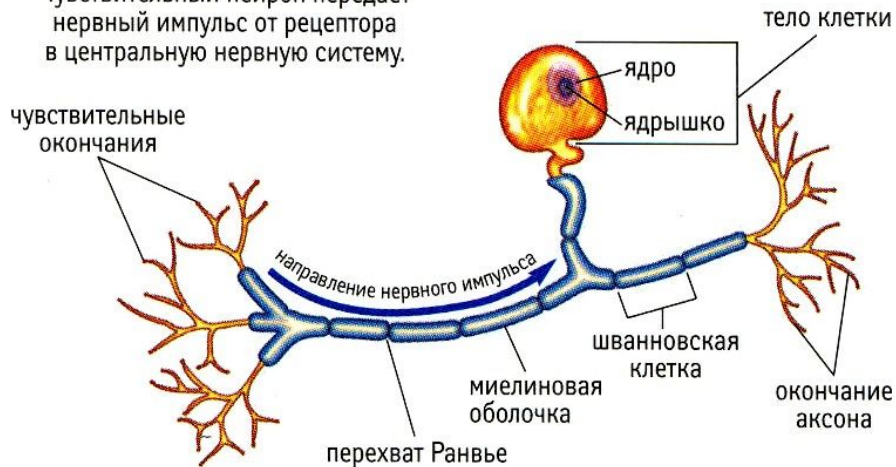
Рефлекс – ответная реакция организма на раздражение, которая осуществляется и контролируется с помощью нервной системы.

Рефлекторная дуга – путь, по которому проходит возбуждение при рефлексе.

Строение нервной системы

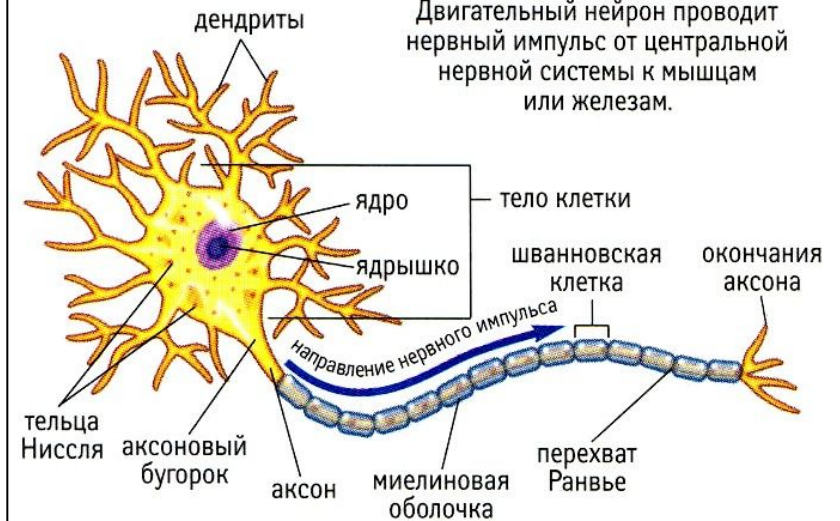
Чувствительный нейрон

Чувствительный нейрон передаёт нервный импульс от рецептора в центральную нервную систему.

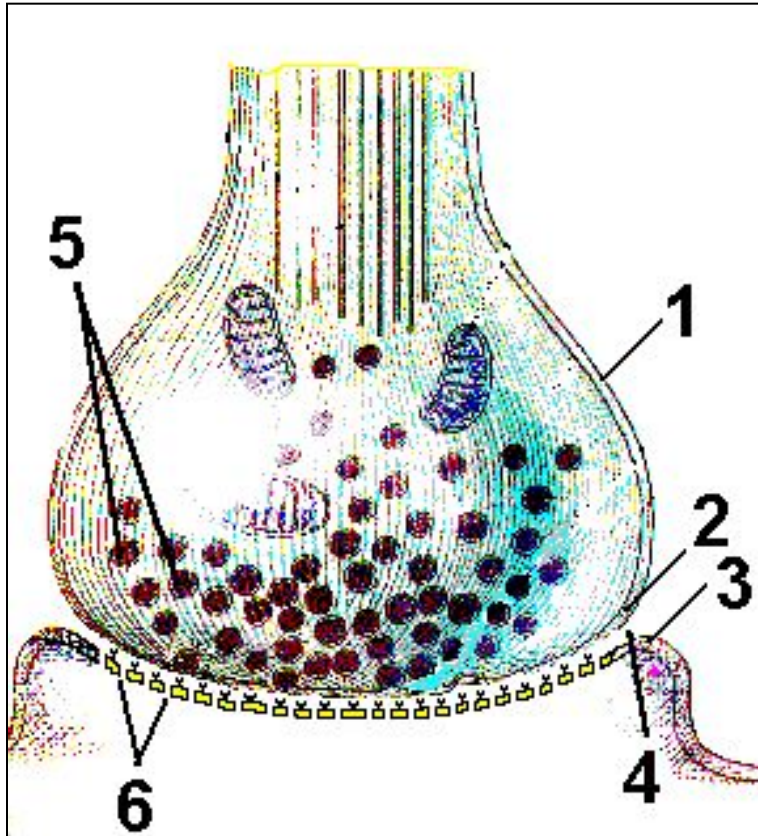


Двигательный нейрон

Двигательный нейрон проводит нервный импульс от центральной нервной системы к мышцам или железам.



Строение нервной системы

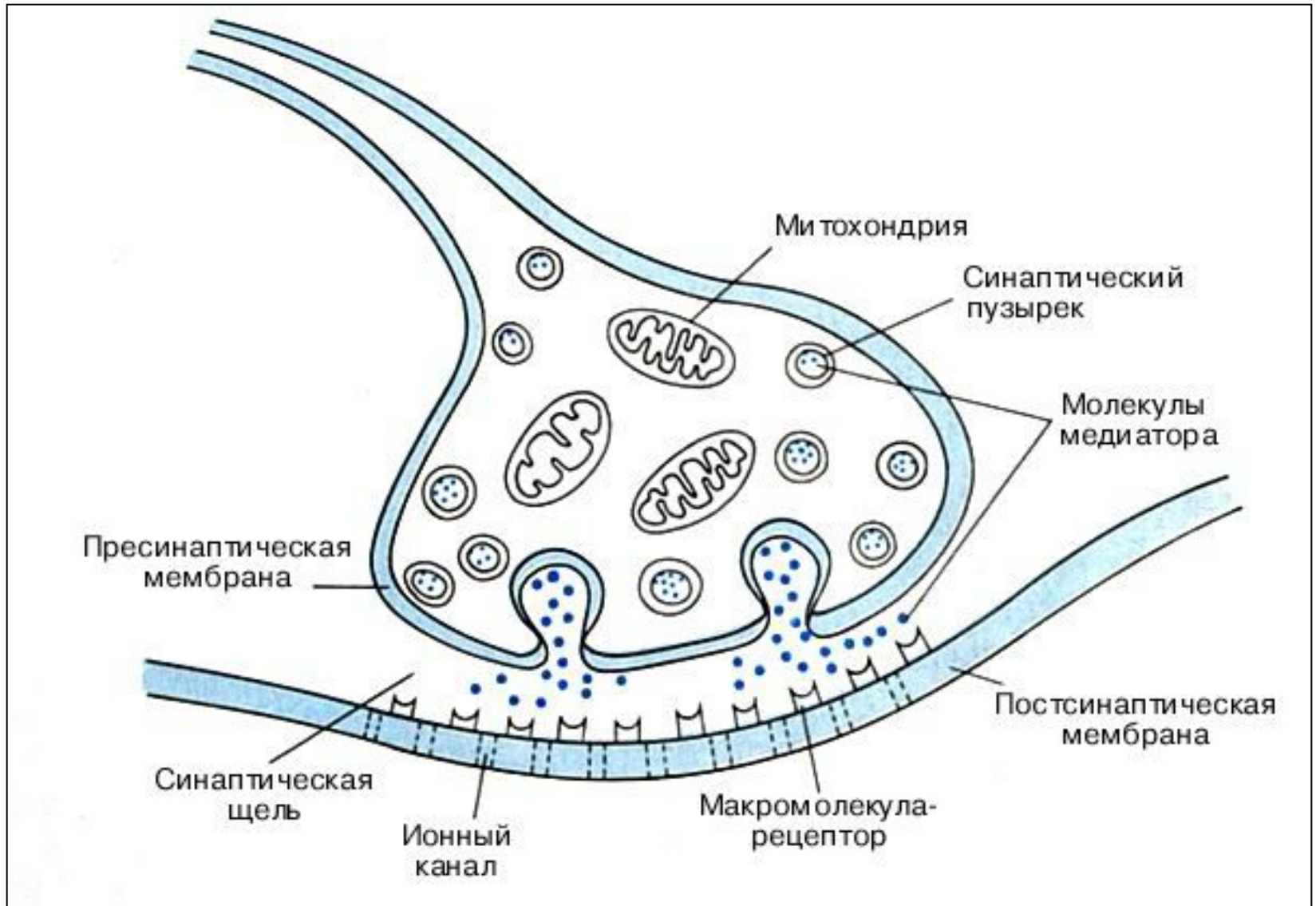


Нервные окончания могут быть *рецепторными* (экстерорецепторы и интерорецепторы) и *эффektorными*, например химические синапсы.

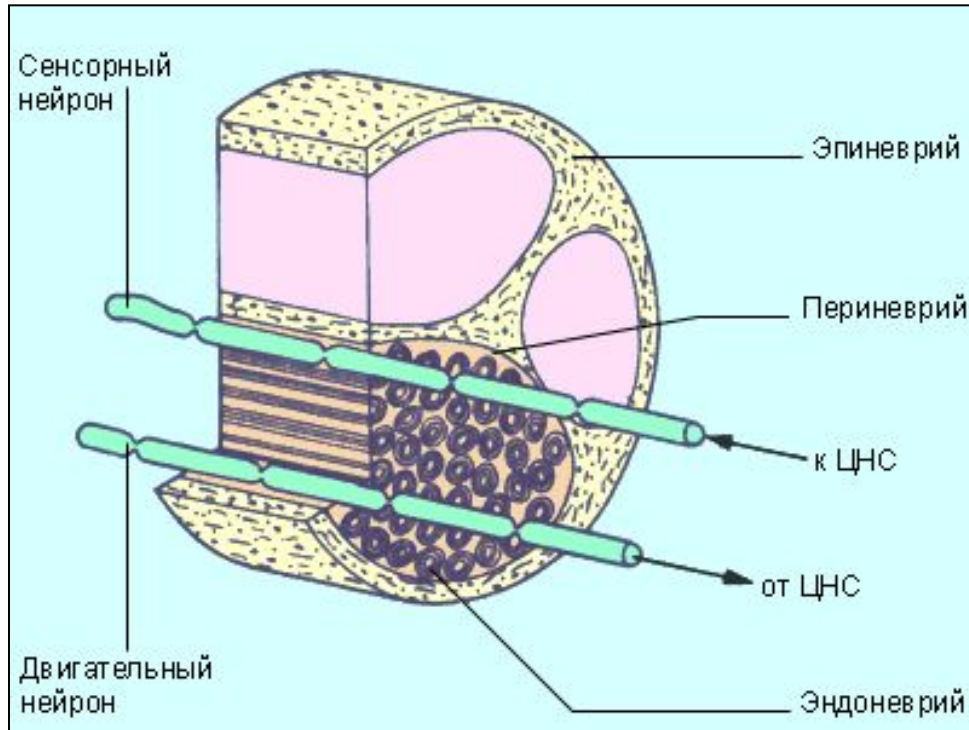
Строение синапса?

Биохимическая классификация основана на химических особенностях нейромедиаторов, которые выделяют синапсы: *холинергические* (ацетилхолин), *адренергические* (норадреналин) и др.

Строение нервной системы



Строение нервной системы



Нервы могут быть *чувствительными* (зрительный, обонятельный, слуховой), если проводят возбуждение к центральной нервной системе;

двигательными (глазодвигательный), если по ним возбуждение идет от центральной нервной системы;

смешанными (блуждающие, спинномозговые), если возбуждение по одним волокнам идет в одну-, а по другим — в другую сторону.

Спасибо за внимание!