

Анатомия центральной нервной системы

Тема 4. Нервная ткань.

Основные структурно-функциональные элементы нервной ткани. Понятие рефлекса.



Микроструктура нервной ткани

- **Нервная ткань** - это система взаимосвязанных нервных клеток, нейроглии и глиальных макрофагов, обеспечивающих специфические функции восприятия раздражений, возбуждения, выработки импульса и его передачи.

НЕРВНАЯ ТКАНЬ

**Нервные клетки = нейроны
= нейроциты**

Функции нейронов:

1. Рецепция (восприятие) нервных импульсов
2. Проведение возбуждения по плазмолемме нейрона
3. Образование синапсов с другими клетками
4. Передача нервных импульсов другому нейрону или эффекторному органу через синапс.
5. Обмен информацией с другими клетками

**Глиальные клетки =
нейроглия =
глиоциты**

Функции глиоцитов:

1. Опорная
2. Трофическая
3. Защитная
(механическая и фагоцитарная)
4. Изолирующая
5. Секреторная
6. Регенерирующая

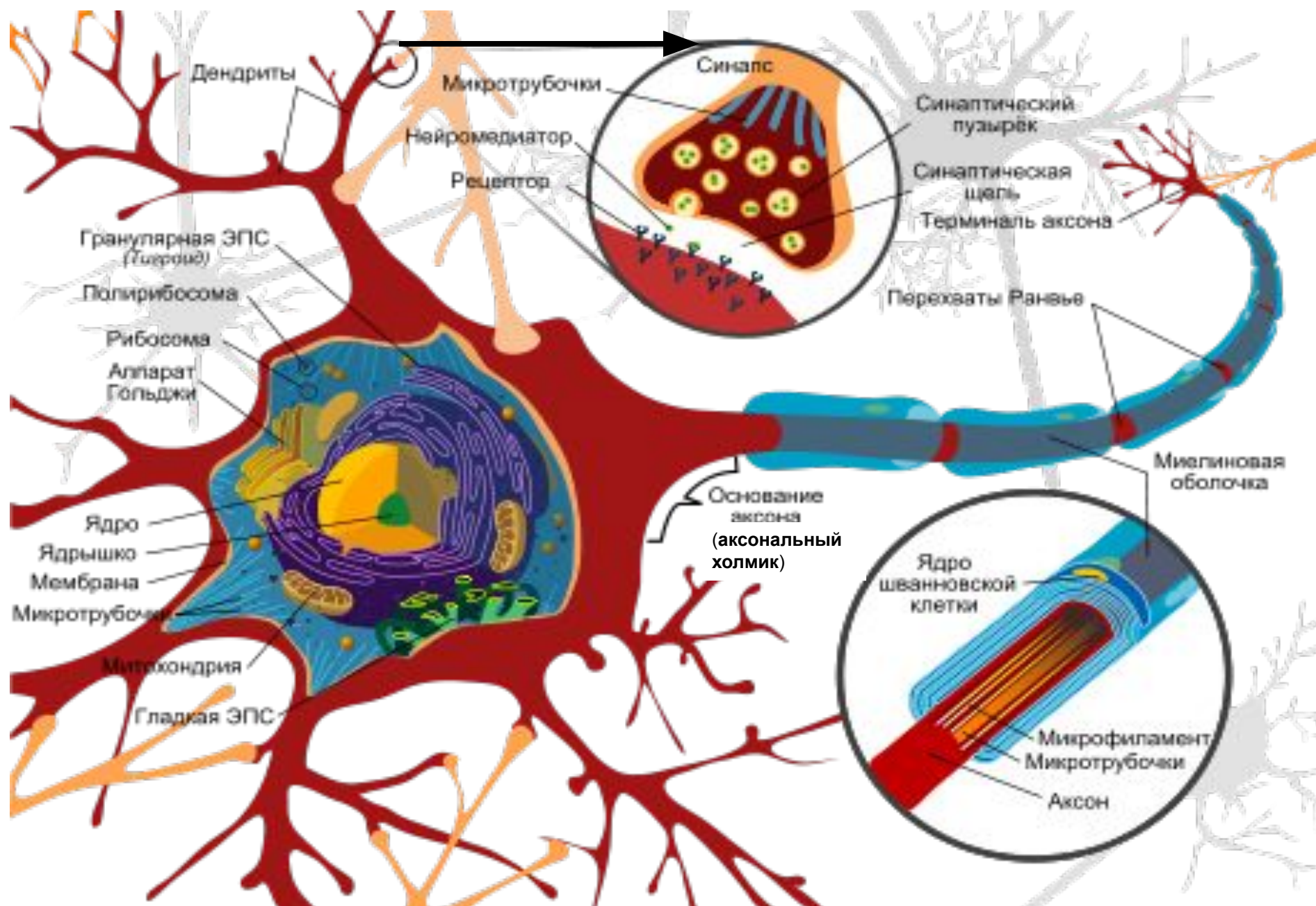
НЕРВНАЯ ТКАНЬ

ОСОБЕННОСТИ:

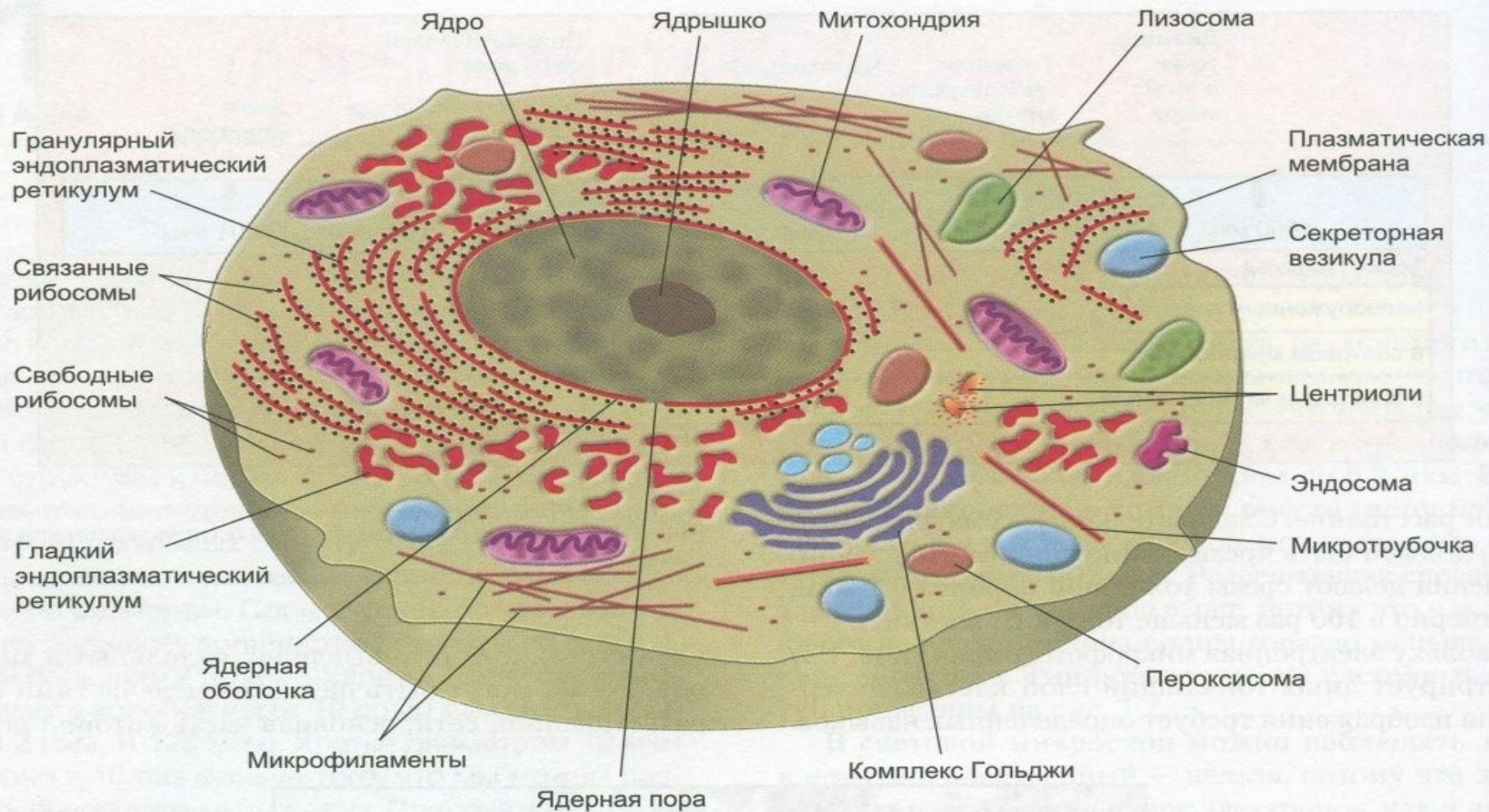
1. **Нервная ткань – основная ткань, формирующая нервную систему (центральную и периферическую)**
2. **Строение - два типа клеток – нейроны (нейроциты) и нейроглия (глиоциты), нет соединительной ткани, нет лимфатических сосудов**
3. **Развитие – из нейроэктодермы**
4. **Межклеточные контакты – синапсы**
5. **Основная функция – получение, обработка и передача информации**

-
- **Нейрон** - морфо-функциональная единица нервной системы, нервная клетка, специализирующаяся в восприятии и проведении нервных импульсов.
 - Центральная нервная система человека включает в себя по разным подсчётам от 10 до 30 млрд. нейронов, различающихся по форме и функциям.
 - Размер нейронов колеблется от 4 до 80 мкм, их тела располагаются в сером веществе мозга и в ганглиях (узлах) периферической нервной системы

ВНЕШНЯЯ И ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА НЕЙРОНА

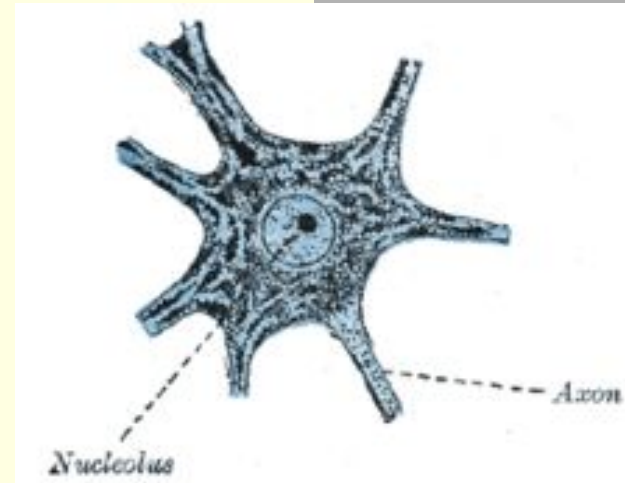


ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА НЕЙРОНА



Хроматофильное вещество

- **Хроматофильное вещество** (тигроид, или тельца Ниссля) при окрашивании нервной ткани анилиновыми красителями в цитоплазме нейронов выявляется в виде базофильных глыбок и зерен различных размеров и формы.
- При истощении нервной системы в результате длительной работы или при возбуждении происходит резкое изменение вещества Ниссля; гранулы РНП уменьшаются в количестве и объеме и могут подвергаться хроматолизу.

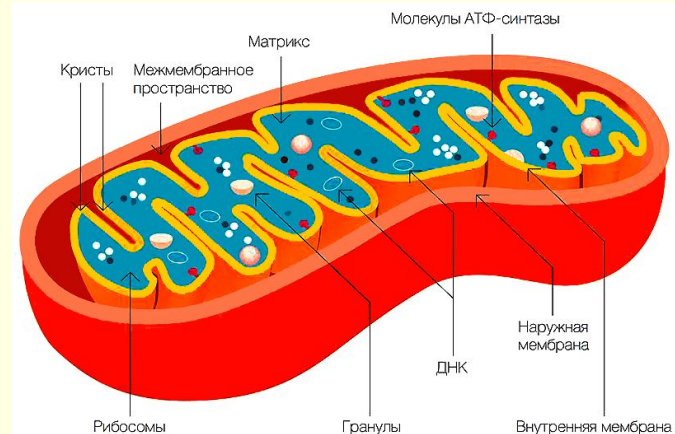


Базофилия обусловлена большим количеством РНК в составе рибосом.

Большое содержание рибонуклеопротеидов и белково-полисахаридных комплексов в базофильных глыбках свидетельствуют о интенсивно происходящих в нейронах процессах синтеза нейросекреторных белков, интегральных белков плазмолеммы и белков лизосом, обеспечивающих поддержание массы перикарионов, отростков и их синаптической функции.

Митохондрии

- Внутри **митохондрии** в процессе аэробного окисления глюкозы синтезируются молекулы АТФ – универсального переносчика энергии в организме.
- Митохондрии обеспечивают энергией такие процессы, как транспорт ионов и синтез белков.
- Основная функция митохондрий заключается в поддержании энергетического баланса клеток.
- Эти органеллы поддерживают окислительно-восстановительный баланс клетки и регулируют гомеостаз кальция.
- С работой митохондрий напрямую связаны процессы запрограммированной и не запрограммированной клеточной смерти.



Митохондрии

В нервной клетке митохондрии:

- делятся;
- сливаются;
- перемещаются внутри клетки

Нарушение динамики митохондрий изменяет их функциональное состояние и приводит к нарушениям в работе нервной клетки

Митохондрии

- *Болезнь Альцгеймера* - Характерна избыточная фрагментация митохондрий с повреждением внутренней мембраны.
- *Болезнь Паркинсона* - Связана с подавлением митохондриального деления. Нарушение функции митохондрий приводит к накоплению окисленного дофамина. Это вызывает нарушение функции лизосом.
- *Боковой амиотрофический склероз*. Мутации в гене супероксиддисмутазы-1 нарушают функцию регуляторов слияния и деления митохондрий, что приводит к их фрагментации.
- *Болезнь Хантингтона*. Мутации в белке НТТ (*huntingtin*) нарушают динамику, а затем и функцию митохондрий.

Лизосомы

- *Лизосомы* нервных клеток (*плотные тельца*) содержат различные ферменты, необходимы для нормального протекания метаболизма в клетке.
- Лизосомы участвуют в ферментативном расщеплении компонентов клетки, рецепторов и мембран.

Эндоплазматический ретикулум (ЭПР)

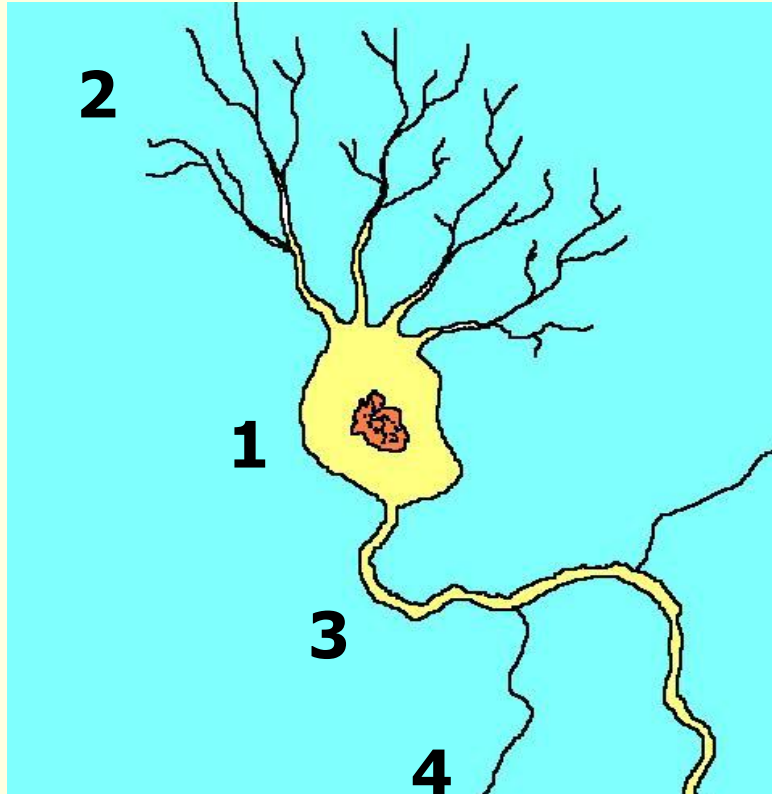
- *Эндоплазматический ретикулум* - система мембранных канальцев, по которым в клетке транспортируются различные вещества.
- На внутренней поверхности мембраны «шероховатого» или гранулярного ЭПР находятся *рибосомы*, на которых синтезируются различные белковые вещества, предназначенные для секреции.
- В гладком ЭПР «аппарат Гольджи», происходит упаковка в мембранные оболочки в виде гранул тех веществ, которые предназначены для секреции.
- Пузырьки комплекса Гольджи транспортируют белки, синтезированные в гранулярной эндоплазматической сети либо к плазмолемме (интегральные белки), либо в терминали (нейропептиды, нейросекрет), либо в лизосомы (лизосомальные гидролазы и мембраны лизосом).

Сократительные элементы

- *Микрофиламенты* (нейрофибриллы) и *микротрубочки* (нейротрубочки):
 1. образуют сократимый скелет клетки (*цитоскелет*).
 2. обеспечивают цитоплазматический транспорт веществ, особенно в аксоне.
 3. выполняют механическую функцию, поддерживая форму тела нейрона и отростков.
 4. участвуют в изменении формы тела нейрона и отростков
 5. обеспечивают движения участков цитоплазмы клетки относительно друг друга

НЕЙРОНЫ

Внешняя структура нейрона



4 – коллатераль: отросток аксона.

1 – сома (тело) нейрона:
размер 5-100 мкм
функция – обработка информации.

2 – дендриты нейрона:
их обычно несколько,
относит. короткие (неск. мм), сильно
ветвятся (под острым углом),
сужаются по мере удаления от сомы;
воспринимают и проводят сигналы к соме.

3 – аксон: всегда один, относит.
длинный (до 1,5 м), слабо ветвится
(под прямым углом),
имеет стабильный диаметр;
проводит сигналы от сомы к другим клеткам.

НЕЙРОНЫ

Классификация нейронов

НЕЙРОНЫ

По форме
сомы

звездчатые

шаровидные

пирамидные

грушевидные

веретенообразные

корзинчатые

По количеству
отростков

униполярные

псевдоуниполярные

биполярные

мультиполярные

По выполняемым
функциям

чувствительные

вставочные

двигательные

По наличию
миелиновой
оболочки

мякотные

безмякотные

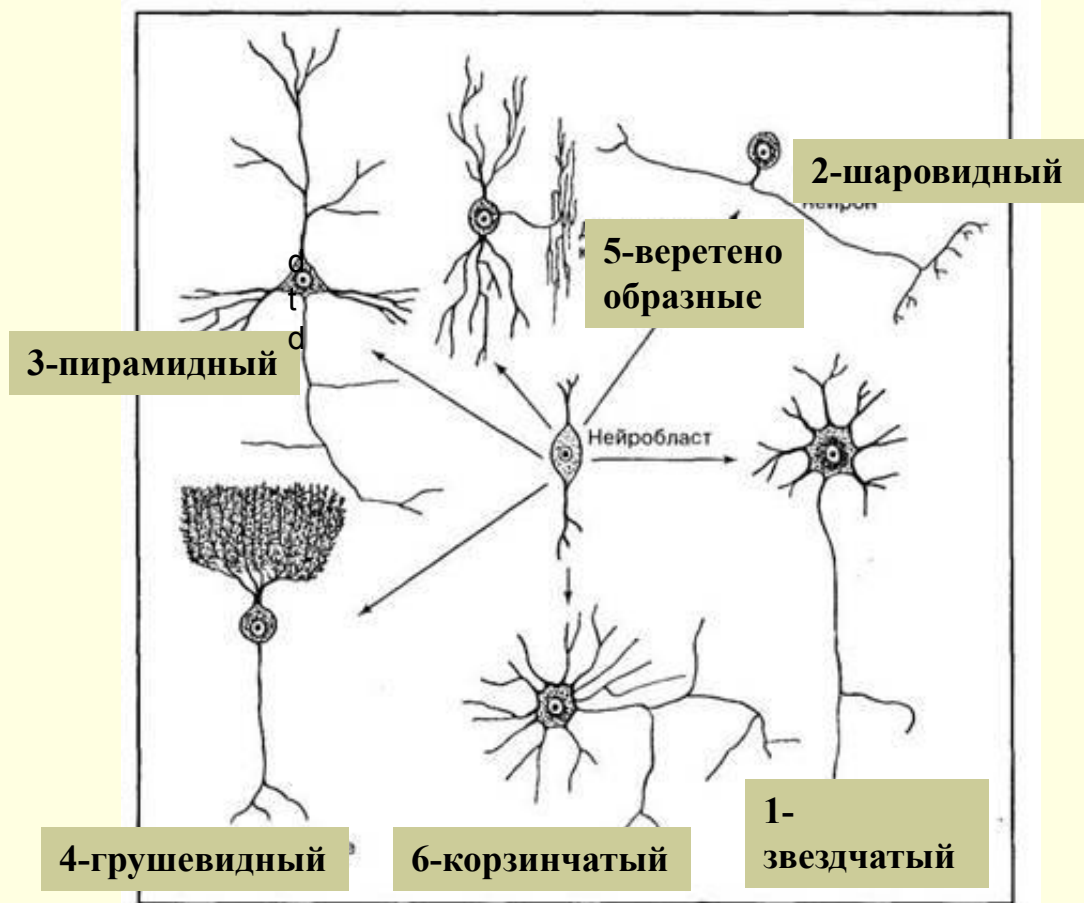
По воздействию
на
другие клетки

возбуждающие

тормозные

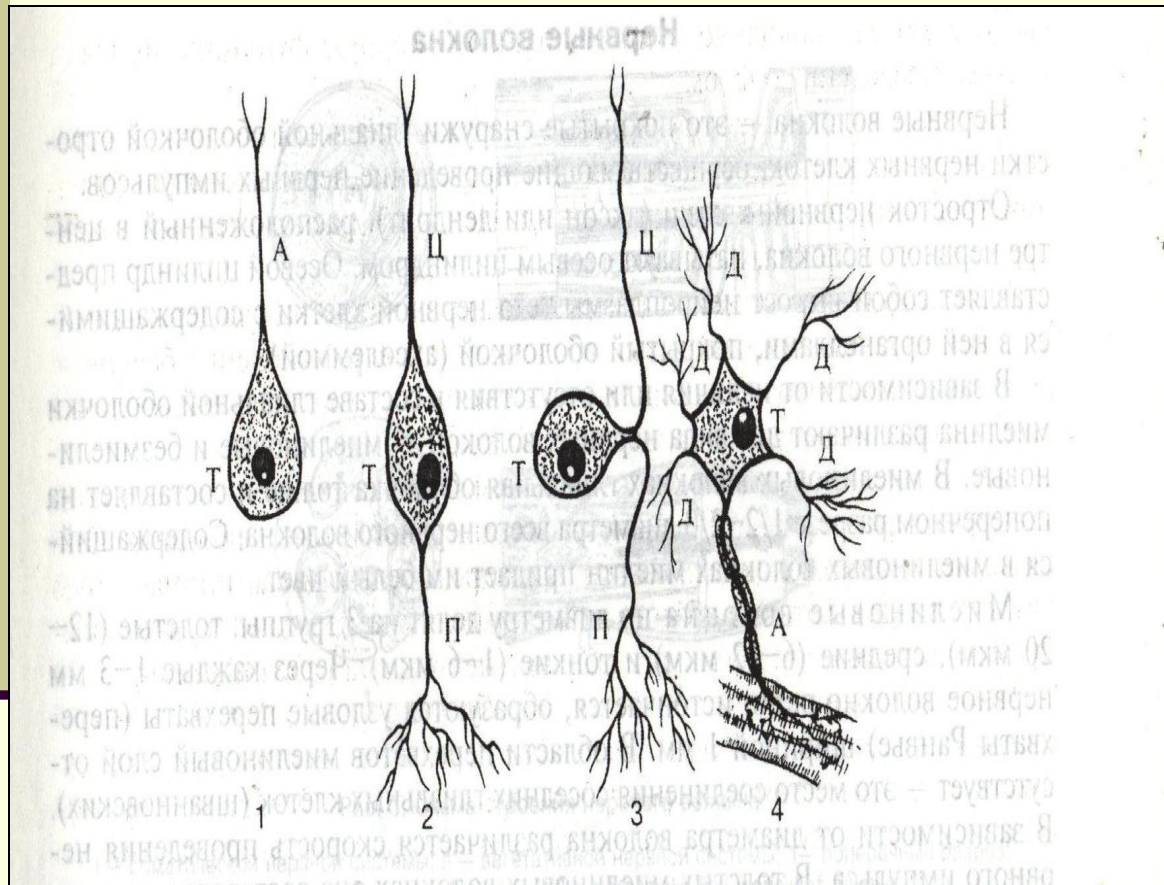
НЕЙРОНЫ

Классификация нейронов по форме сомы



НЕЙРОНЫ

Классификация нейронов по количеству отростков



- 1 – униполярные
- 2- биполярные
- 3- псевдоуниполярные
- 4- мультиполярные

А – аксон

Т – тело нейрона

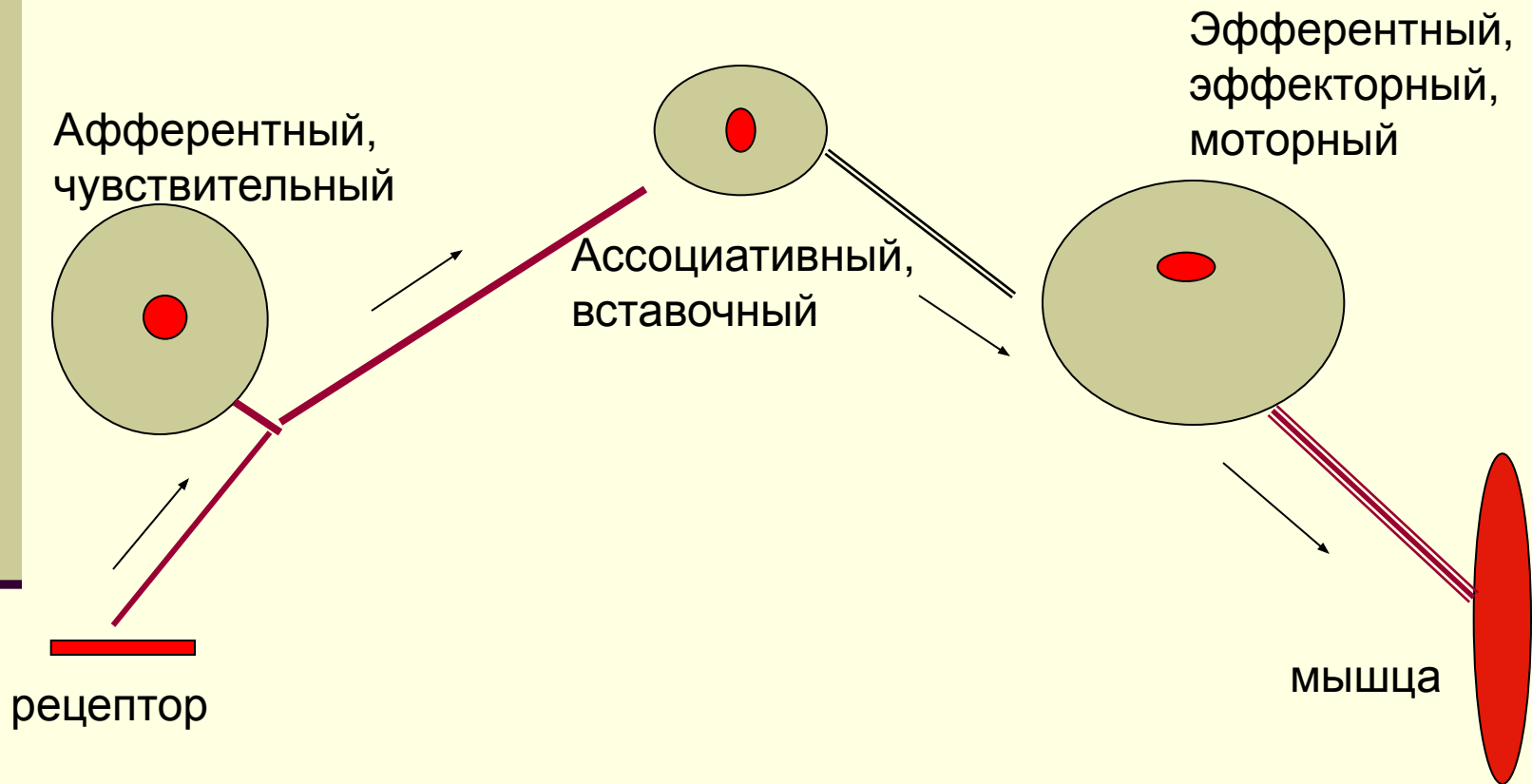
Д- дендрит

Ц – центральный отросток нейрона

П- периферический отросток нейрона

Классификация нейронов по функциям

НЕЙРОНЫ



РЕФЛЕКС

Рефлекс – это ответная реакция организма на раздражитель, поступающий из внешней или внутренней среды, реализуемая и контролируемая ЦНС.

Рефлекторная дуга – путь, по которому возбуждение проходит от рецептора до эффектора (исполнительного органа).

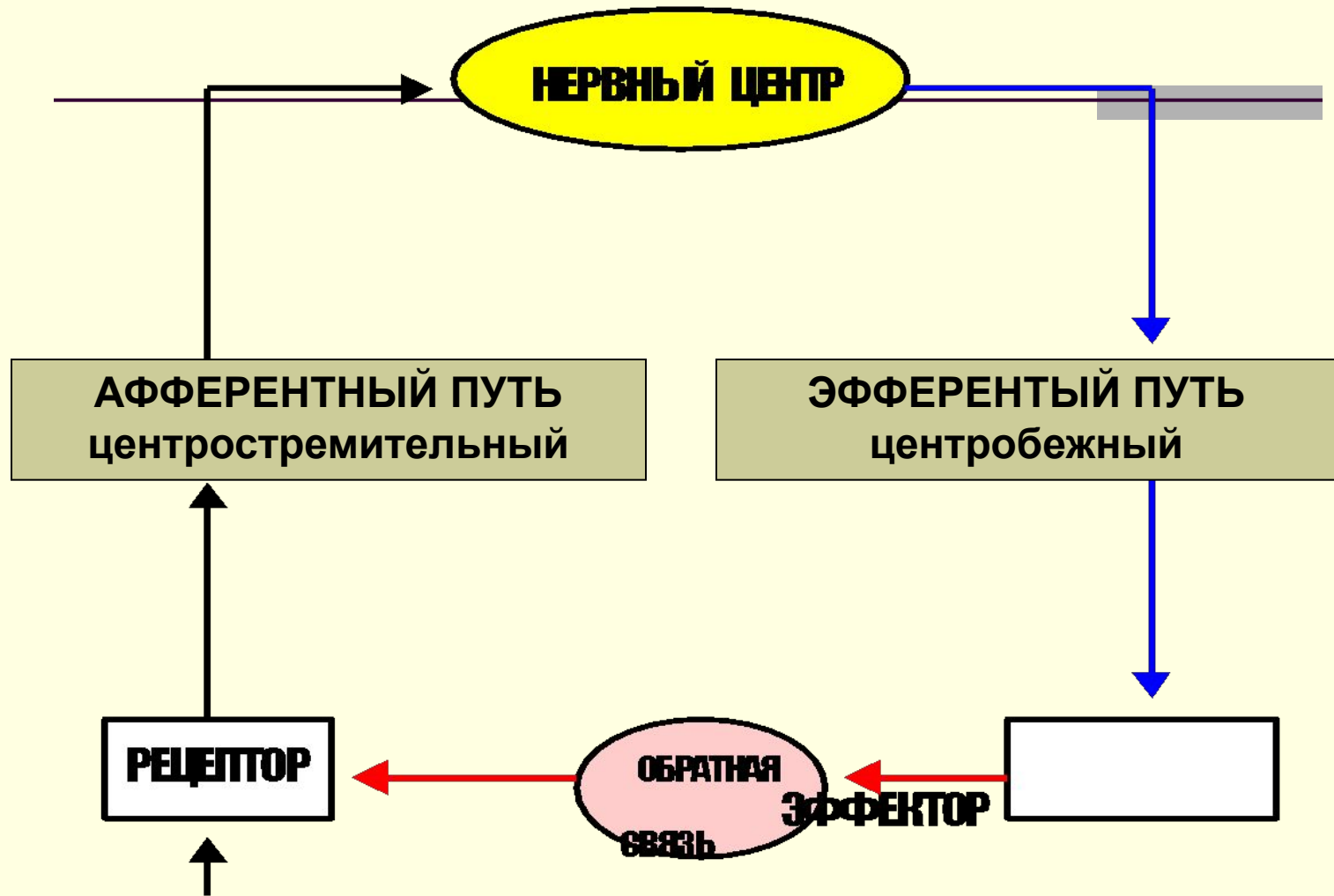
Рефлекторная дуга – это цепь нейронов, связанных между собой синапсами и обеспечивающих проведение нервного импульса от рецептора до эффектора.

Рецептор – специализированная клетка, предназначенная для восприятия раздражителя (световой, звуковой, химической и др.).

Состав рефлекторной дуги

1. **Рецептор** – воспринимает раздражение и преобразует его в нервный импульс.
2. **Афферентный** путь состоит из афферентных нейронов, передающих возбуждение в нервный центр.
3. **Нервный центр** - участок ЦНС, представленный спинным и (или) головным мозгом. Здесь происходит переключение возбуждения с чувствительных нейронов на двигательные, чаще всего при участии вставочных нейронов.
- 4) **Эфферентный путь** состоит из аксонов эфферентных нейронов, выходящих за пределы ЦНС и несущих возбуждение от ЦНС к рабочему органу.
5. **Эффектор** – рабочий орган (мышца, железа)

РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА И РЕФЛЕКТОРНОЕ КОЛЬЦО



Принцип обратной связи:

информация от рецепторов рабочего органа поступает в нервный центр, чтобы подтвердить эффективность реакции, и при необходимости, скоординировать ее.

СИНАПС

специализированный контакт, предназначенный для передачи нервного импульса с одного нейрона на другой или на эффекторный орган.

Строение синапса:

- Пресинаптическая мембрана
- Синаптическая щель
- Постсинаптическая мембрана

Классификация по месту контакта:

1. Аксодендритный
2. Аксосоматический
3. Аксоаксонный

Классификация по происхождению:

1. Химические (передача электрического возбуждения при помощи медиатора)
2. Электрические (прямая передача электрического возбуждения)

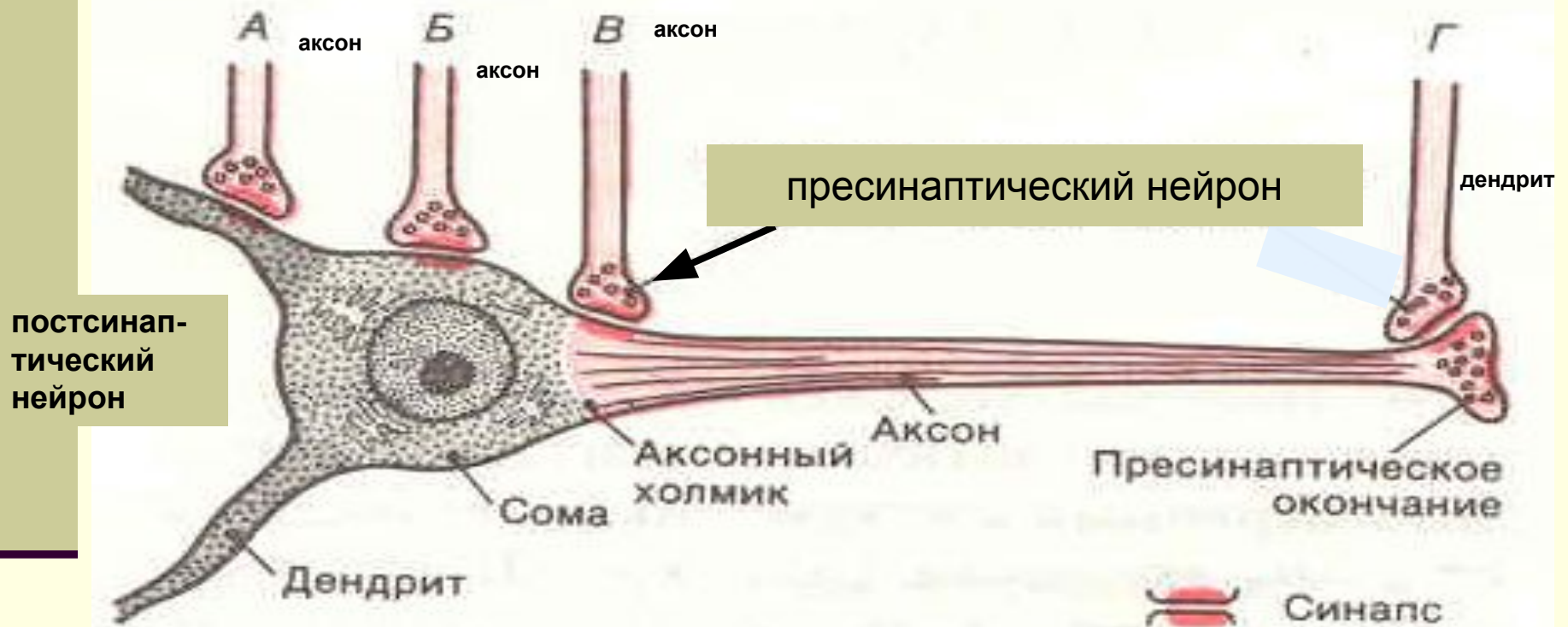
Классификация по виду сигнала:

1. Возбуждающего типа
2. Тормозного типа

Классификация по локализации в НС:

1. Центральные
2. Периферические

Классификация синапсов по месту контакта на нейроне



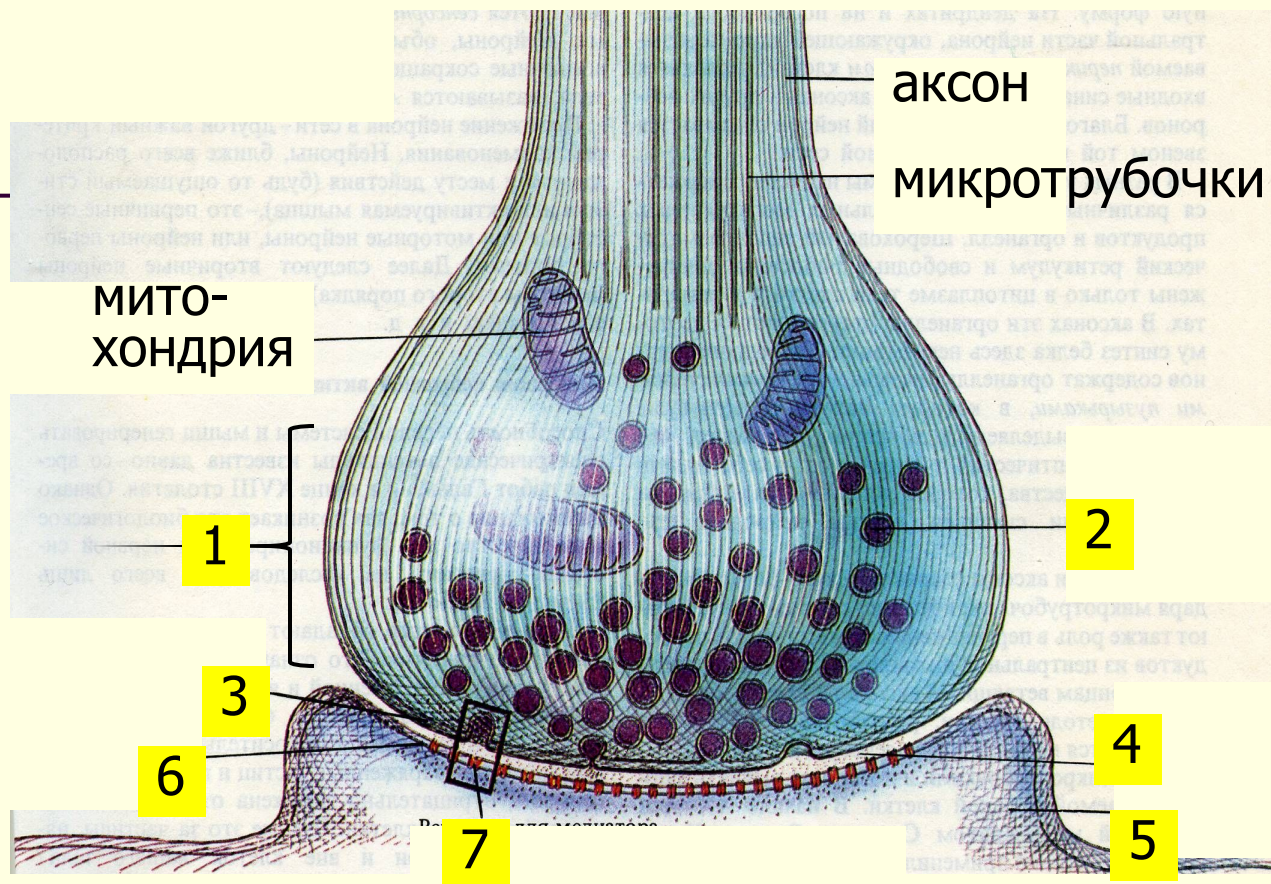
А, Г – аксодендритный синапс

Б- аксосоматический синапс

В–аксоаксонный синапс

ХИМИЧЕСКИЙ СИНАПС

химический синапс:
передача сигнала идет за счет выделения медиатора

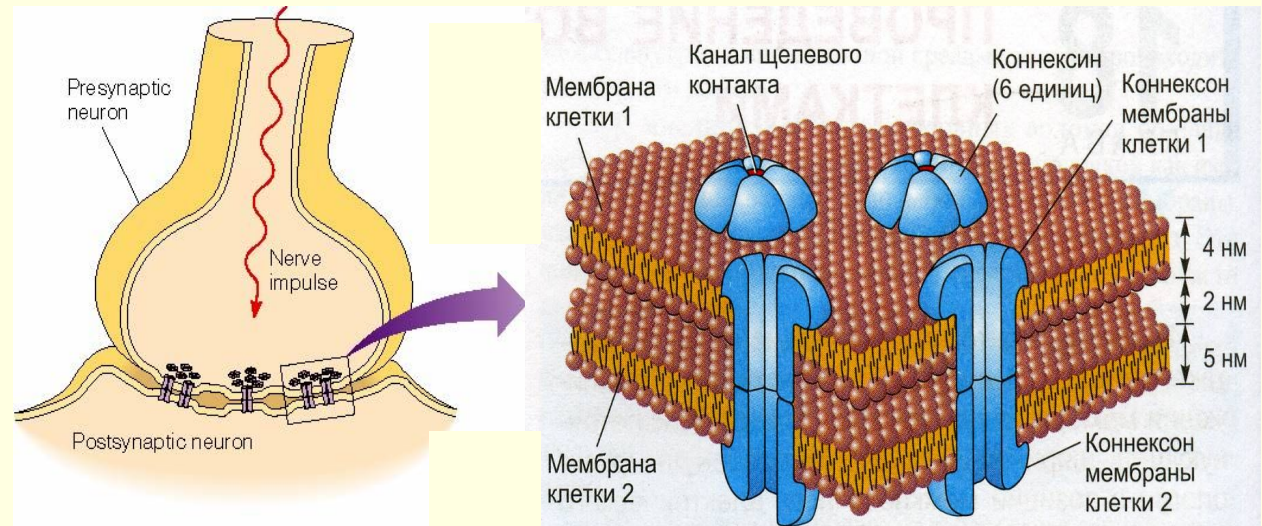


- 1 – пресинаптическое окончание аксона
- 2 – пузырьки-везикулы с медиатором
- 3 – пресинаптическая мембрана
- 4 – синаптическая щель
- 5 – постсинаптическая клетка
- 6 – постсинаптическая мембрана
- 7 – белки-рецепторы постсинаптической мембраны

Электрический синапс:

прямая передача электрического возбуждения.

Электрические синапсы редки в нервной системе позвоночных и обычны для беспозвоночных («сверхбыстрые» рефлекторные дуги, но при этом – нет возможности учесть дополнительные факторы).

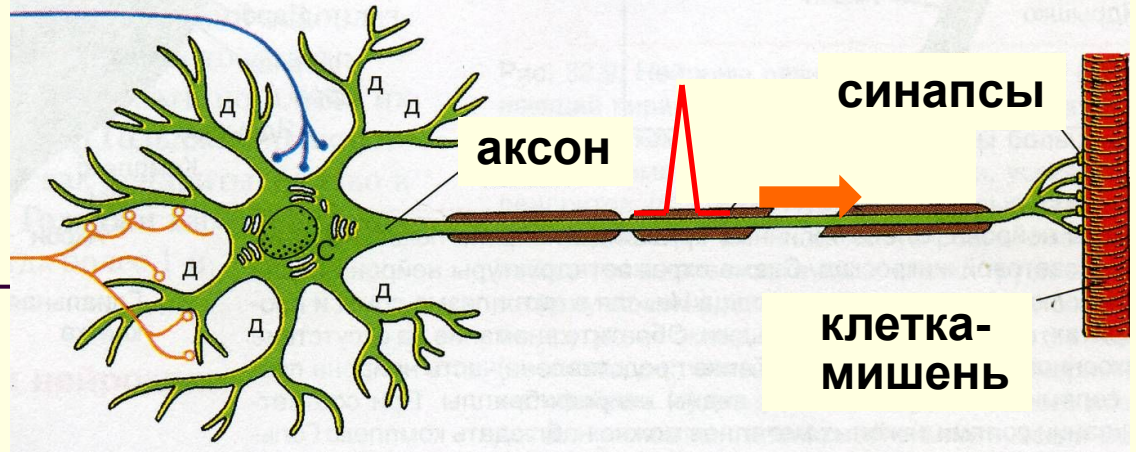
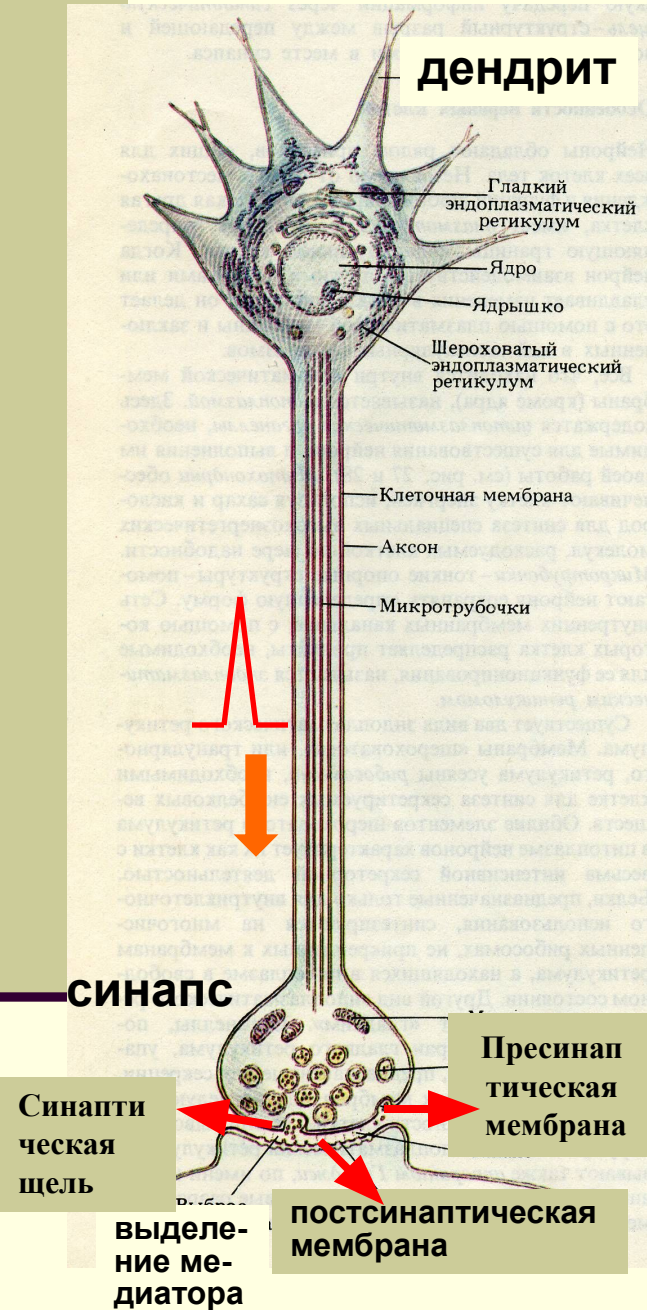


Основная область электрического синапса – «щелевой контакт», в котором мембраны клеток находятся на расстоянии **2 нм** (химический синапс – 20-30 нм).

В мембраны друг напротив друга встроены каналы-коннексоны (каждый состоит из 6 белков-коннексинов).

Через коннексоны легко движутся любые ионы, что позволяет ПД напрямую переходить с клетки на клетку.

Наиболее яркий пример работы коннексонов в нашем организме – сердечная мышца.



Главное «действующее лицо» в синаптической передаче – **медиатор**.

В синапсе из окончания аксона при приходе потенциала действия выделяется вещество-медиатор, которое может **возбуждать** либо **тормозить** активность клетки-мишени.

- ❖ главный возбуждающий медиатор ЦНС – **глутаминовая кислота**;
- ❖ главный тормозный медиатор ЦНС – **гамма-аминомасляная кислота (ГАМК)**;
- ❖ медиатор нервно-мышечных синапсов – **ацетилхолин**;
- ❖ медиаторы вегетативных синапсов – **ацетилхолин и норадреналин**.

НЕЙРОГЛИЯ

ГЛИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

1. МАКРОГЛИЯ:

- астроцит
- олигодендроцит
- эпендимоцит

2. МИКРОГЛИЯ:

- микроглиоциты = макрофаги

ГЛИЯ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

- нейролеммоцит Шванна



НЕЙРОГЛИЯ

ГЛИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Астроцит – трофическая функция

Олигодендроцит – изолирующая функция

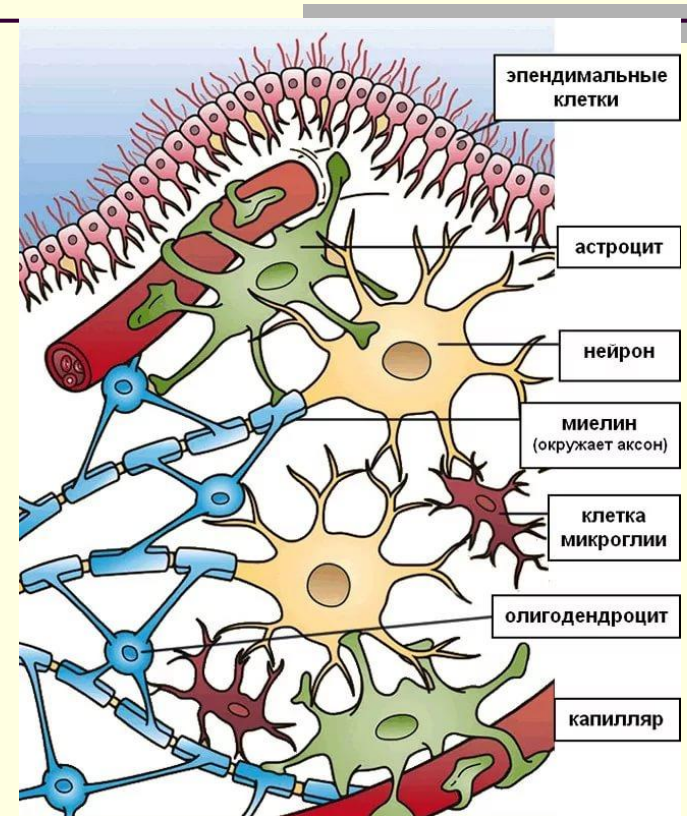
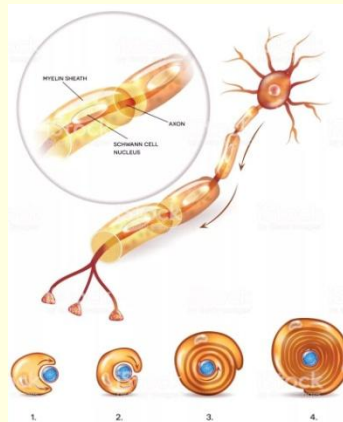
Эпендимоцит – выстилка полостей, образование ликвора

микроглиоциты = макрофаги – фагоцитарная функция

ГЛИЯ

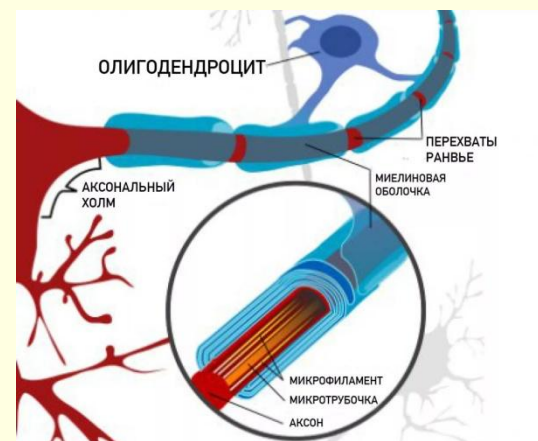
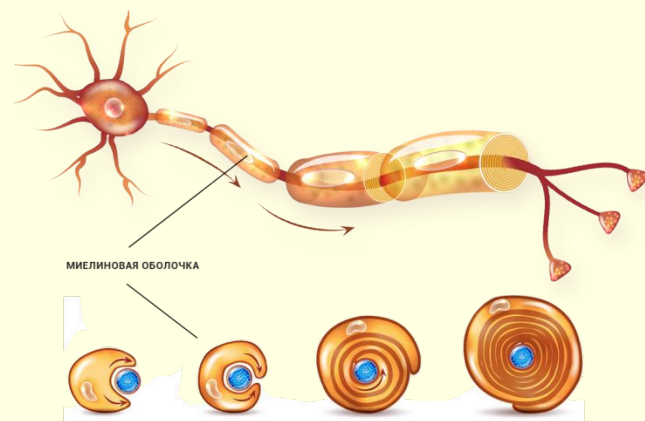
ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

нейролеммоцит Шванна (шванновская клетка)

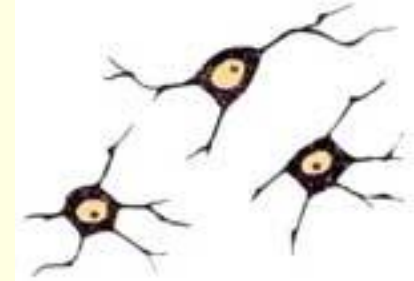


Миелин

- Скорость распространения импульса (потенциала действия) по немиелинизированному волокну низка и не превышает у человека 1-2 м/с (при диаметре волокна 1-2 мкм).
- Миелиновая оболочка (несколько десятков мембранных слоев) – хороший изолятор.
- Электрические токи могут течь только через перехваты Ранвье; электрочувствительные каналы также расположены только на перехватах.
- По миелинизированному аксону импульс передается скачками с перехвата на перехват.
- Протяженность перехватов Ранвье = 1% от общей длины аксона. В итоге это приводит к росту скорости проведения импульса (потенциала действия) до 100-120 м/с.



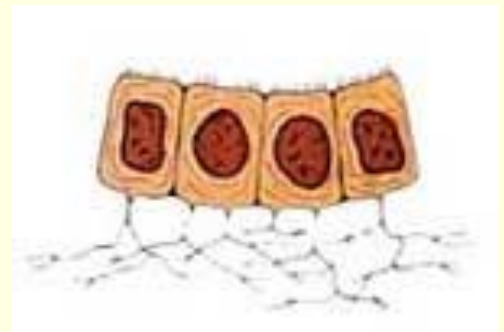
- **Олигодендроциты** – это поддерживающие и изолирующие клетки, расположенные в ЦНС; аналогичные клетки в периферической нервной системе называются *шванновскими клетками*



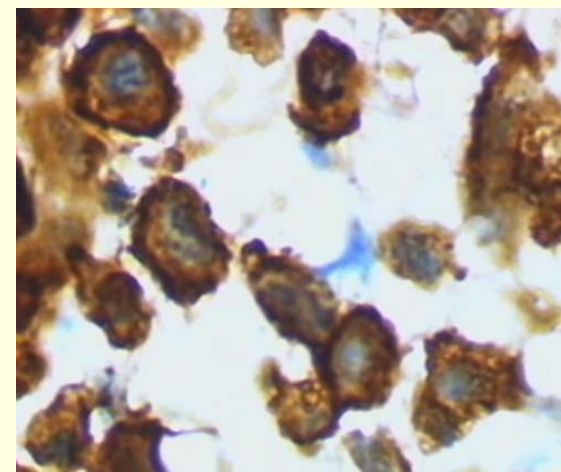
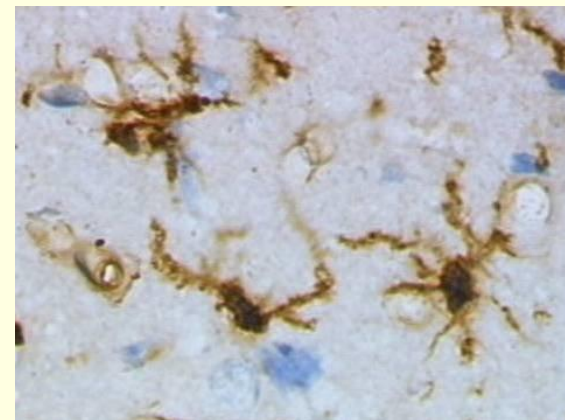
- **Астроциты** обеспечивают нейроны питательными веществами, поступающими по сосудам (трофическая функция) и одновременно участвуют в формировании гематоэнцефалического барьера (ГЭБ), препятствующего поступлению из крови вредных веществ (защитная функция).



- **Эпендимные клетки** образуют непрерывную выстилку стенок желудочков мозга и центрального канала спинного мозга. Выполняют транспортную и секреторную функцию, принимая участие в образовании спинномозговой жидкости.

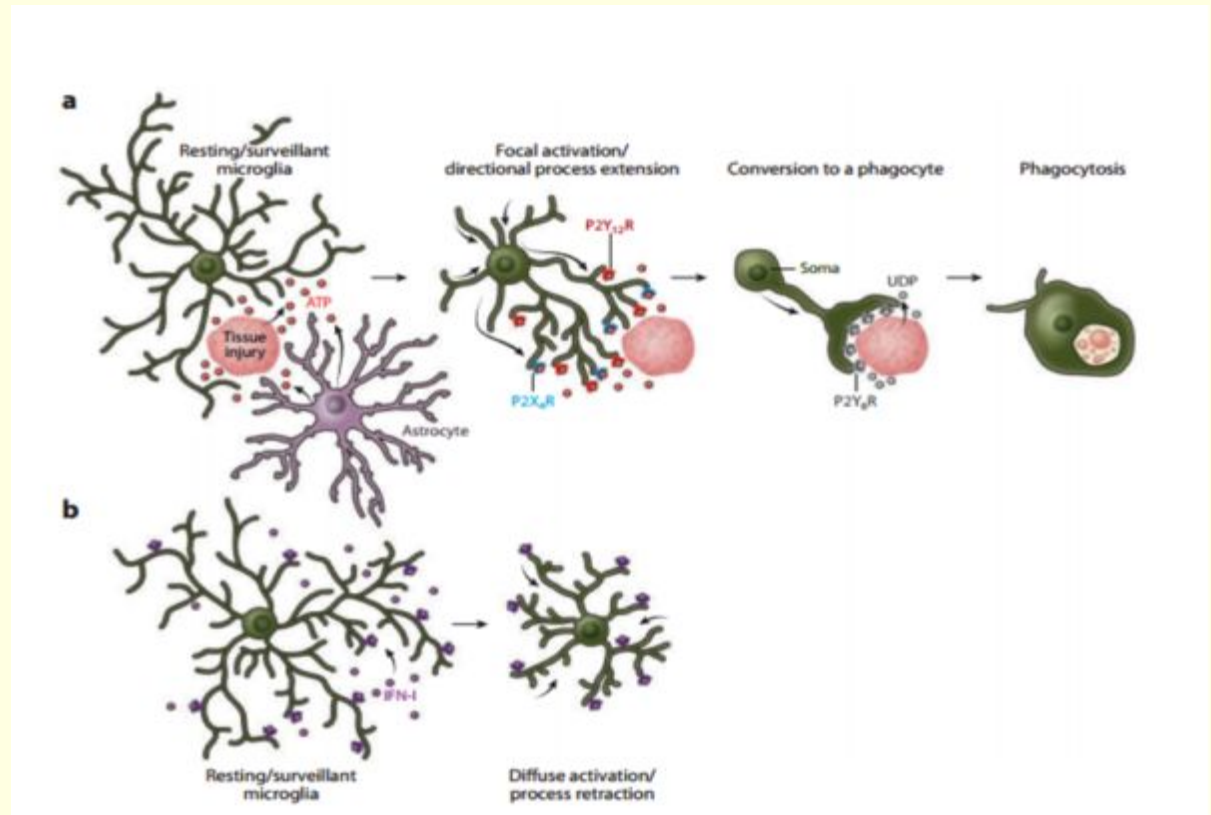


- Микроглиальные клетки пребывают в 2 состояниях:
- 1. «покоящаяся» микроглия - тело клетки чаще продолговатой формы, 6 мкм в диаметре. В ней отмечается высокое содержание лизосом в цитоплазме, а отростки клеток покрывают площадь порядка 15 мкм и практически не пересекаются друг с другом.
- 2 «активированная» микроглия - клетки амёбоидной формы, напоминают макрофаги. Диаметр тела 10 мкм, охватываемая ими площадь - порядка 30 мкм. Ядро и концентрация лизосом в цитоплазме остаются неизменными.



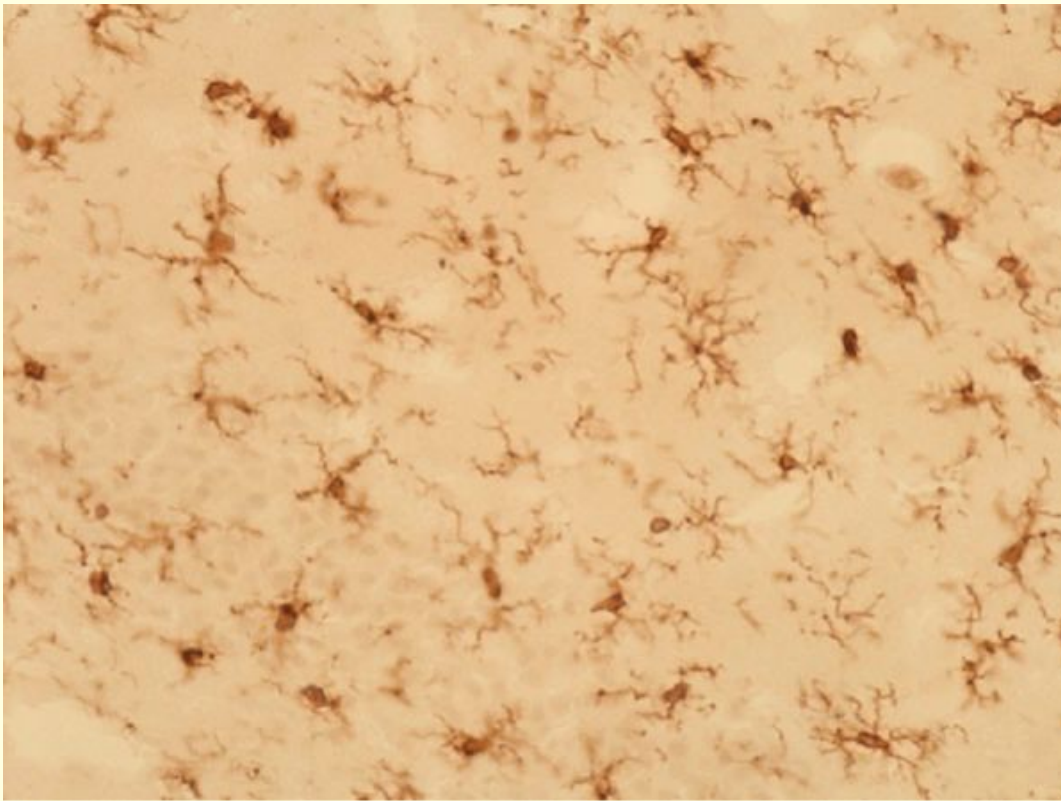
Функции микроглиоцитов

1. Фагоцитоз



Активация микроглии при повреждении или инфицировании ЦНС. а - частичная активация микроглии в результате стерильной травмы ЦНС, б — её диффузная активация в результате вирусной инфекции.

■ 2. Чистка межклеточной среды



Микроглиоциты, «распределённые» по своим территориям для патрулирования в мозге: иммуногистохимическая детекция, реакция с антителами

- 3. *Сигнальные «огни»* - Важную роль микроглиальные клетки играют в поддержании гомеостаза в неинфицированных областях ЦНС и способствуют воспалению в инфицированных или повреждённых тканях нервной системы. Они делают это с помощью сложной серии сигналов внеклеточными сигнальными молекулами, которые позволяют им обмениваться информацией с другими микроглиоцитами, астроцитами, нейронами, Т-клетками и миелоидными клетками-предшественниками.

-
- **4. Цитотоксичность** - Микроглиоциты выделяют большое количество перекиси водорода и оксида азота в процессе, известном как «респираторный взрыв». Оба эти химические вещества могут непосредственно повреждать клетки и приводить к гибели нейронов.

-
- *5. Ремоделирование и уничтожение синаптических связей* - после воспаления микроглия ремоделирует либо уничтожает синапсы и синаптические связи здоровых клеток, контактирующих с повреждёнными. Это помогает перестраивать нейронные связи после повреждения и перераспределяет функции, утраченные нейроном, между нейронами, не подвергшимися повреждению. Именно это и есть один из принципов нейропластичности.

НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА

НЕРВНОЕ ВОЛОКНО =

длинный отросток нейрона
вместе с оболочкой

1. Морфологическая классификация :

- мякотные
(миелинизированные)
- безмякотные
(немиелинизированные)

2. Функциональная классификация:

- афферентные
(чувствительные, восходящие)
- эфферентные (двигательные,
нисходящие)

Белое вещество нервной системы
образовано миелинизированными
нервными волокнами и
нейроглиальными клетками.

Серое вещество нервной системы
образовано немиелинизированными
частями нейрона - телами и
дендритами и нейроглиальными
клетками.

НЕРВЫ

это нервные волокна, выходящие за пределы ЦНС

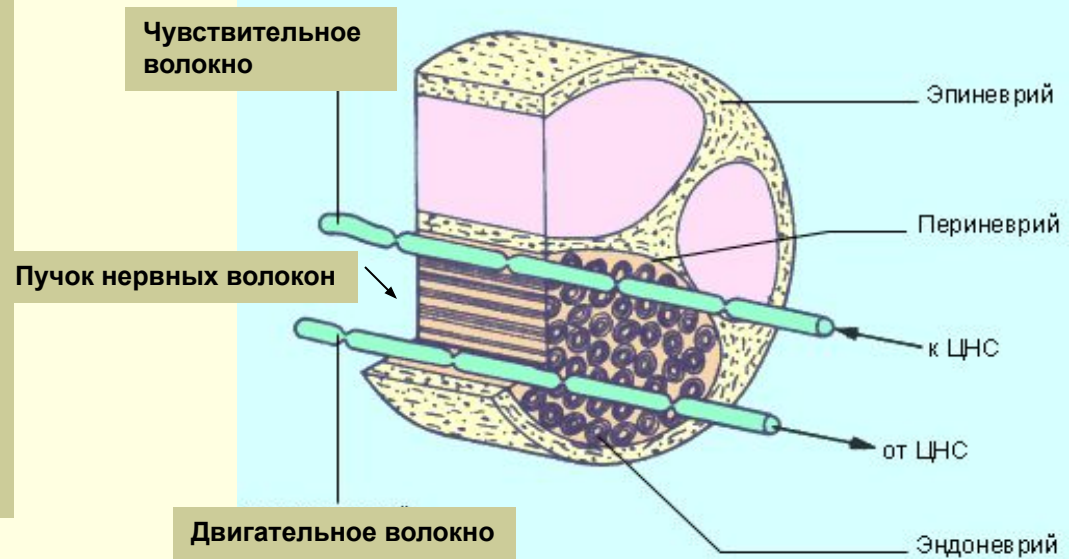
Классификация нервов

1. По локализации :

- Спинномозговые (31 пара)
- черепно-мозговые (12 пар)

2. По количественному соотношению волокон:

- чувствительные
- двигательные
- смешанные



НЕРВ – это покрытая оболочкой структура, состоящая из пучков нервных волокон, кровеносных сосудов и поддерживающей их нейроглии.

НЕРВНЫЕ СЕТИ

Нейроны формируют совокупности – нервные цепи или сети.

Выделяют:

- **Локальные сети** (образованы нейронами, расположенными на небольшом расстоянии)
- **Удаленные сети** (соединяют нейроны из разных областей мозга), образуют **нервные пути**.

Нервные пути делятся на:

- **Восходящие** – информация передается от нижележащих структур мозга к вышележащим
- **Нисходящие** – связывают кору больших полушарий со спинным мозгом.

Центральные нервные тракты или проводящие нервные пути - (скопление нервных волокон в ЦНС)

делятся на:

- **Ассоциативные** (соединяют различные участки в пределах одной половины спинного или головного мозга);
- **Комиссуральные** – соединяют между собой участки правой и левой половин спинного или головного мозга;
- **Проекционные** – связывают структуры ЦНС, лежащие на разных уровнях.

Пример локальной нервной сети

Крупный нейрон с множеством дендритов (в центре) получает информацию через синаптический контакт с другим нейроном (в левом верхнем углу). С помощью миелинизированного аксона образуется синаптический контакт с **третьим нейроном** (внизу).

