

# НЕЙРОЦИТОЛОГИЯ

---

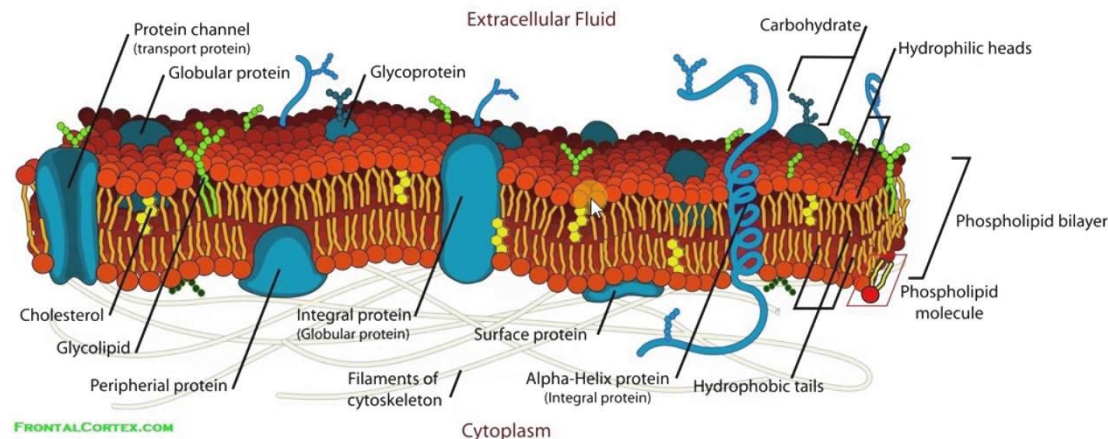
Нейробиология



**Нейрон - это структурно-функциональная единица нервной системы.** Эта клетка имеет сложное строение, высоко специализирована и по структуре содержит ядро, тело клетки и отростки.

Тело нервной клетки состоит из протоплазмы (**цитоплазмы и ядра**), снаружи ограничена **мембраной из двойного слоя липидов** (билипидный слой).

**Липиды** состоят из гидрофильных головок и гидрофобных хвостов, расположены гидрофобными хвостами друг к другу, образуя **гидрофобный слой**, который пропускает только жирорастворимые вещества (напр. кислород и углекислый газ). На мембране находятся **белки**: на поверхности (в форме глобул), на которых можно наблюдать наросты полисахаридов (**гликокаликс**), благодаря которым клетка воспринимает внешнее раздражение, и **интегральные белки**, пронизывающие мембрану насквозь, в которых находятся ионные каналы.



Нейрон состоит из **тела** диаметром от 3 до 130 мкм, содержащего ядро (с большим количеством ядерных пор) и органеллы (в том числе сильно развитый шероховатый ЭПР с активными рибосомами, аппарат Гольджи), а также из отростков.

Выделяют **два вида отростков: дендриты и аксоны.**

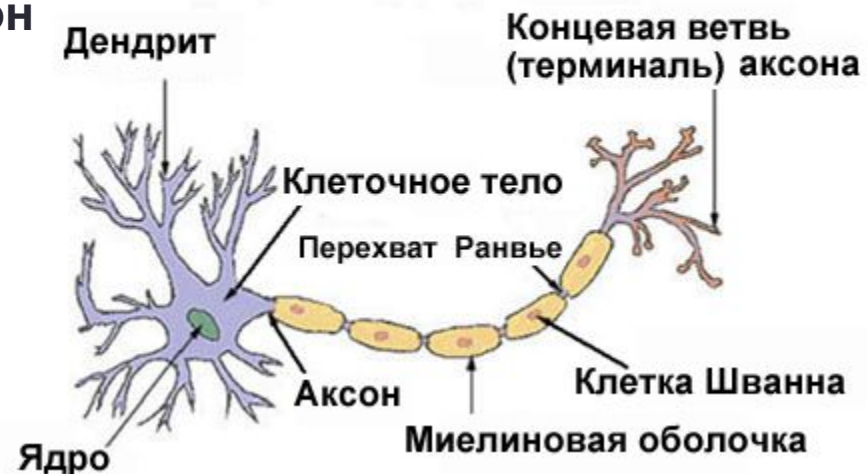
**Аксон** — обычно длинный отросток, приспособленный для проведения возбуждения от тела нейрона. На периферии аксоны покрыты **шванновскими клетками**, образующими миелиновую оболочку с высокими изолирующими свойствами.

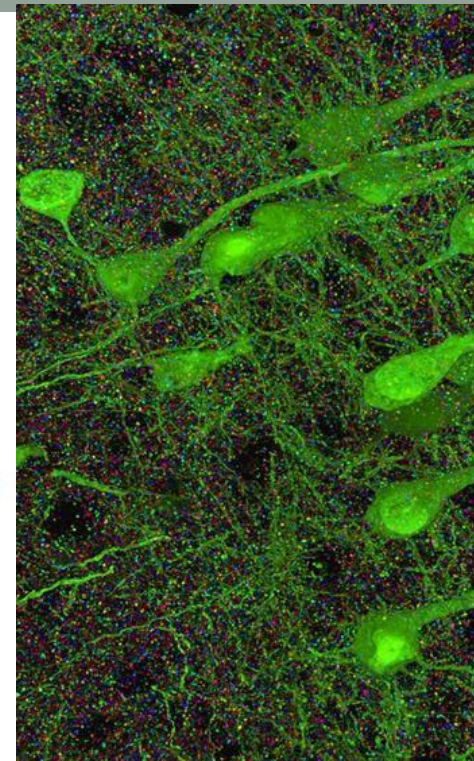
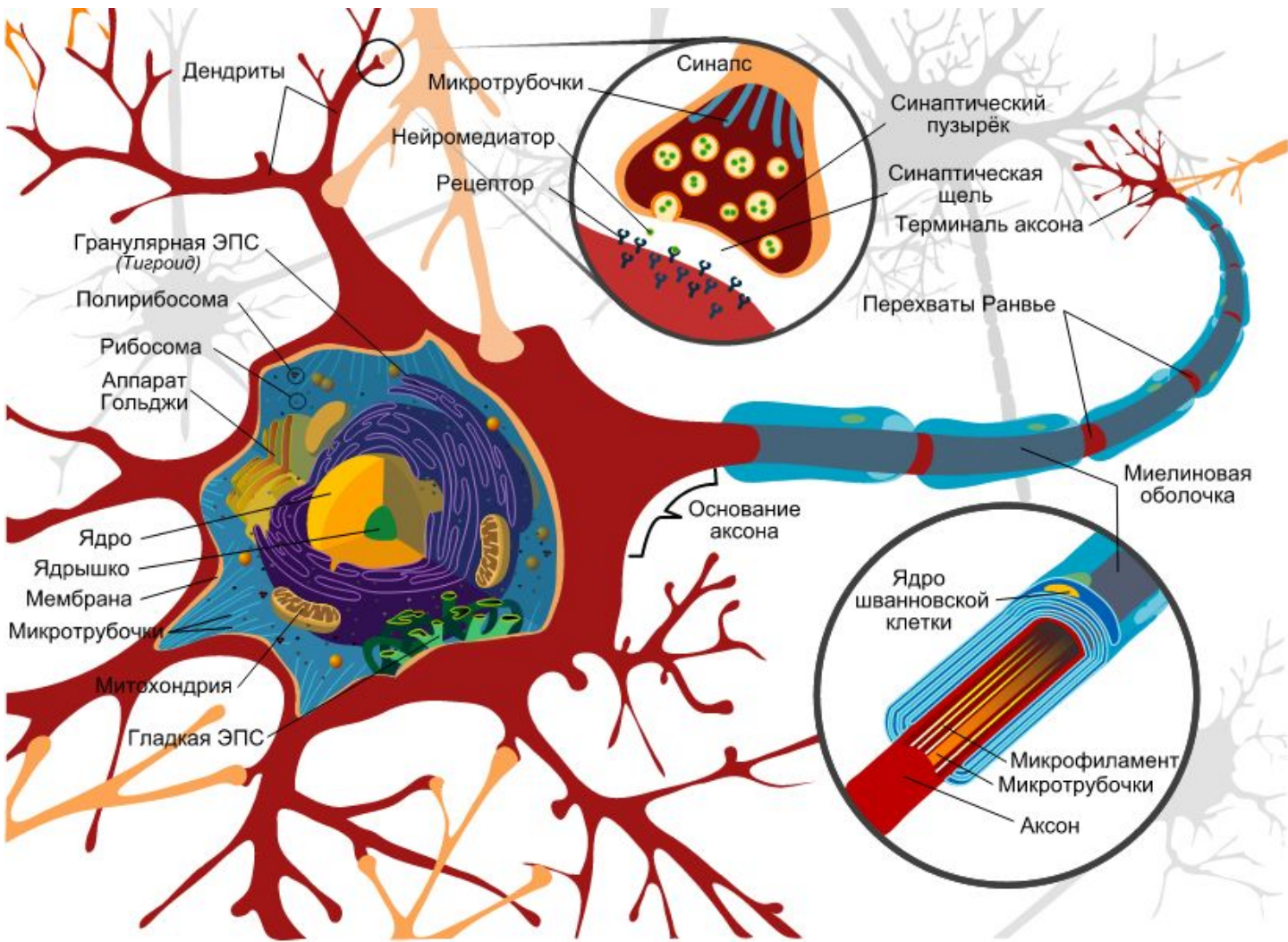
**Дендриты** — как правило, короткие и сильно разветвлённые отростки, служащие главным местом образования влияющих на нейрон возбуждающих и тормозных синапсов (разные нейроны имеют различное соотношение длины аксона и дендритов).

**Нейрон может иметь несколько дендритов и обычно только один аксон.** Один нейрон может иметь связи со многими (до 20-и тысяч) другими нейронами.

**Синапс** - место контакта между двумя нейронами или между нейроном и получающей сигнал эффекторной клеткой. Служит **для передачи нервного импульса между двумя клетками.**

### Типичная структура нейрона





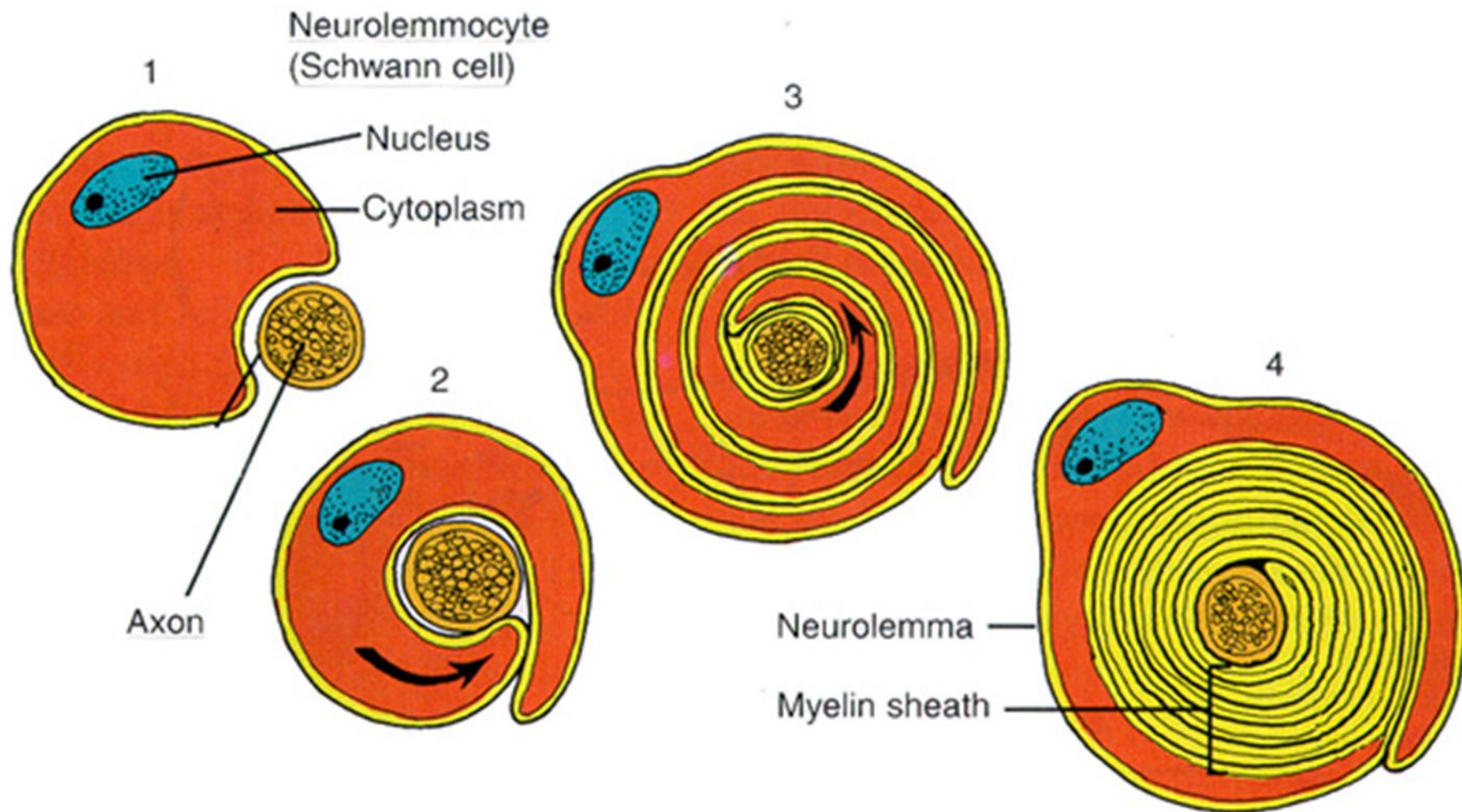


## **МИЕЛИНОВАЯ ОБОЛОЧКА -**

защитный слой, окружающий АКСОНЫ НЕРВНЫХ волокон периферической и центральной нервной системы. Волокно оказывается заключено в капсулу, благодаря чему сохраняется проводимость и поток электрических импульсов, поступающих к нервным окончаниям, оказывается непрерывным.



# Образование миелиновой оболочки



# Классификация нейронов по

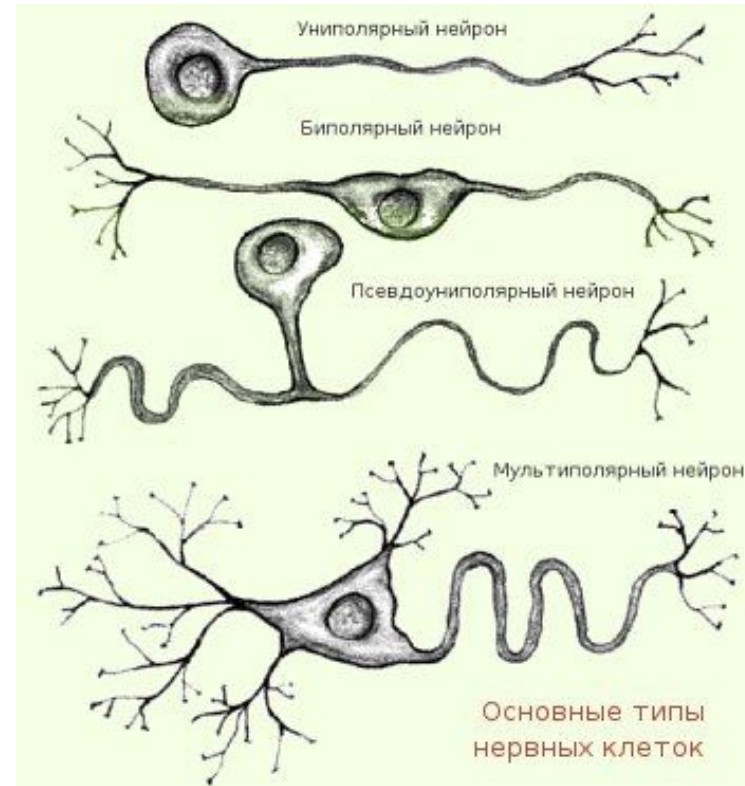
## структуре:

**Униполярные нейроны** — нейроны с одним отростком, присутствуют, например в сенсорном ядре тройничного нерва в среднем мозге.

**Псевдоуниполярные нейроны** — являются уникальными в своём роде. От тела отходит один отросток, который сразу же Т-образно делится. Весь этот единый тракт покрыт миелиновой оболочкой и структурно представляет собой аксон, хотя по одной из ветвей возбуждение идёт не от, а к телу нейрона. Такие нейроны встречаются в спинальных ганглиях.

**Биполярные нейроны** — нейроны, имеющие один аксон и один дендрит, расположенные в специализированных сенсорных органах — сетчатке глаза, обонятельном эпителии и луковице, слуховом и вестибулярном ганглиях.

**Мультиполярные нейроны** — нейроны с одним аксоном и несколькими дендритами. Данный вид нервных клеток преобладает в центральной нервной системе.



# Классификация нейронов по функциям:

По положению в рефлекторной дуге различают **афферентные нейроны** (чувствительные нейроны), **эфферентные нейроны** (часть из них называется двигательными нейронами, иногда это не очень точное название распространяется на всю группу эфферентов) и **интернейроны** (вставочные нейроны).

**Афферентные нейроны** (чувствительный, сенсорный или рецепторный). К нейронам данного типа относятся первичные клетки органов чувств и псевдоуниполярные клетки, у которых дендриты имеют свободные окончания.

**Эфферентные нейроны** (эффекторный, двигательный или моторный).

**Ассоциативные нейроны** (вставочные или интернейроны) — группа нейронов осуществляет связь между эфферентными и афферентными.

**Секреторные нейроны** — нейроны, секретирующие высокоактивные вещества (**нейромедиаторы**). У них хорошо развит комплекс Гольджи.



## **ТИПЫ НЕЙРОНОВ (ПО ФУНКЦИЯМ)**

### **Чувствительные**

- Проводят информацию (импульс) от рецепторов в мозг

### **Вставочные**

- Проводят импульсы от чувствительных нейронов к двигательным.

### **Двигательные (Исполнительные)**

- Проводят импульс (команды) от мозга ко всем рабочим органам

# Нейроглия

Помимо нейронов нервная ткань содержит клетки еще одного типа - **клетки глии, глиальные клетки, или глия** (от греч. "глия" - клей). По численности их в 10 раз больше, чем нейронов и они занимают половину объема центральной нервной системы (ЦНС).

Глиальные клетки окружают нервные клетки и играют вспомогательную роль. **Нейроглия** — это структурный компонент нервной ткани, окружающий нервную клетку и не обладающий способностью к проведению нервных импульсов.

Термин «нейроглия» ввёл в 1846 году **Рудольф Вирхов**.

Между нейронами и глиальными клетками существуют сообщающиеся между собой щели размером 15-20 нм, так называемое **интерстециальное пространство**, занимающее 12-14% общего объема мозга.

**Глиальные клетки невозбудимы.**



**Рудольф Людвиг Карл Вирхов (1821-1902)** - немецкий учёный и политический деятель второй половины XIX столетия, врач, патологоанатом, гистолог, физиолог, один из основоположников клеточной теории в биологии и медицине, основоположник теории клеточной патологии в медицине; был известен также как археолог, антрополог и палеонтолог.

# Нервная ткань

```
graph TD; A[Нервная ткань] --> B[Нейроциты (нейроны)]; A --> C[Нейроглия]; B --> D[• воспринимают раздражение]; B --> E[• формируют нервный импульс]; B --> F[• передают нервный импульс другим клеткам]; C --> G[Создает условия для жизнедеятельности нейронов];
```

## Нейроциты (нейроны)

- воспринимают раздражение
- формируют нервный импульс
- передают нервный импульс другим клеткам

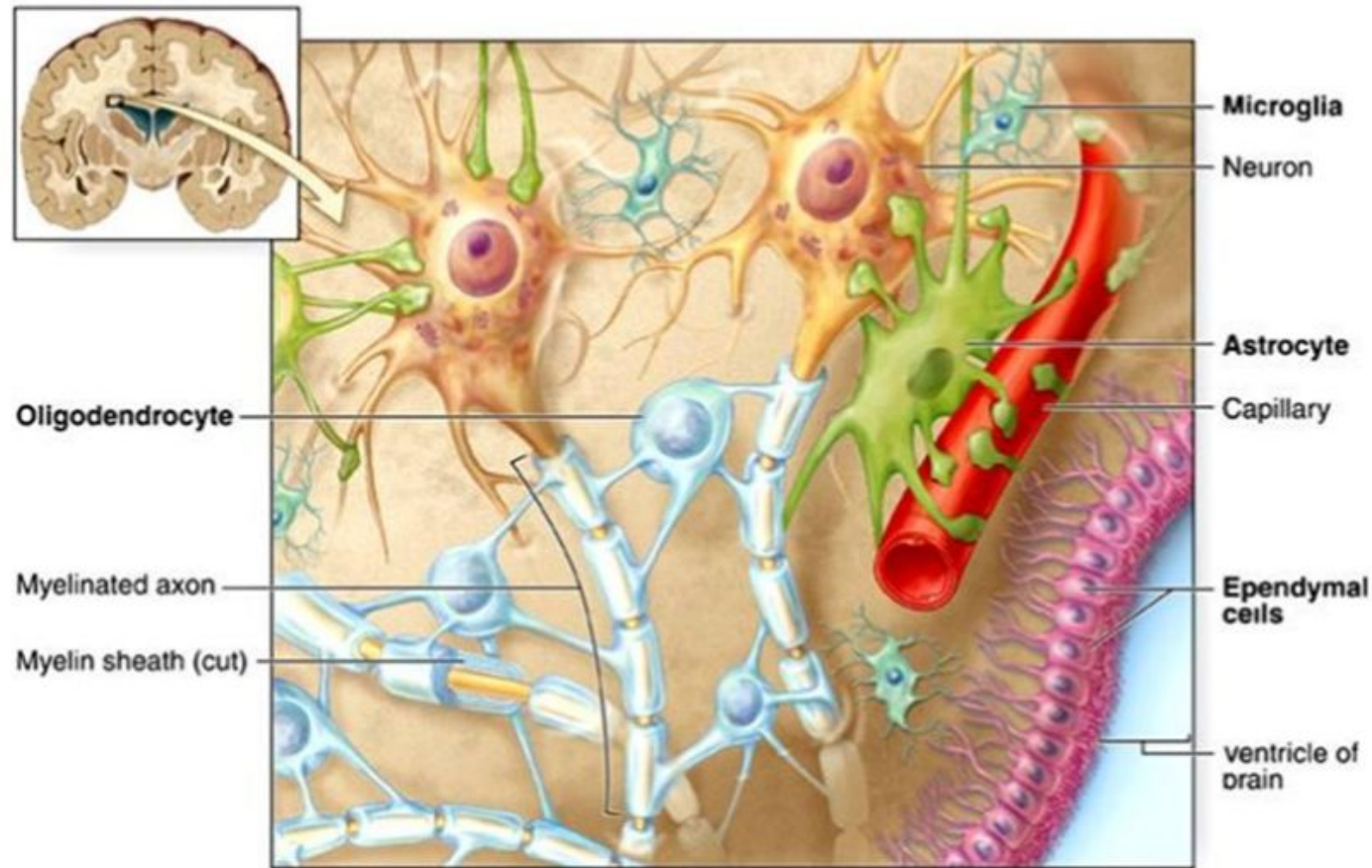
## Нейроглия

Создает условия для жизнедеятельности нейронов

# Клетки глии

**Нейроглия** состоит из **макроглии** и **микроглиальных** клеток. К нейроглиальным элементам также относят **эпендимные** клетки. **Макроглия** подразделяется на **астроциты** и **олигодендроциты**.

**Эпендимоциты** образуют плотный слой клеток, выстилающих спинномозговой канал и желудочки мозга. Некоторые эпендимоциты выполняют секреторную функцию, выделяя биологически активные вещества в кровь и в желудочки мозга.

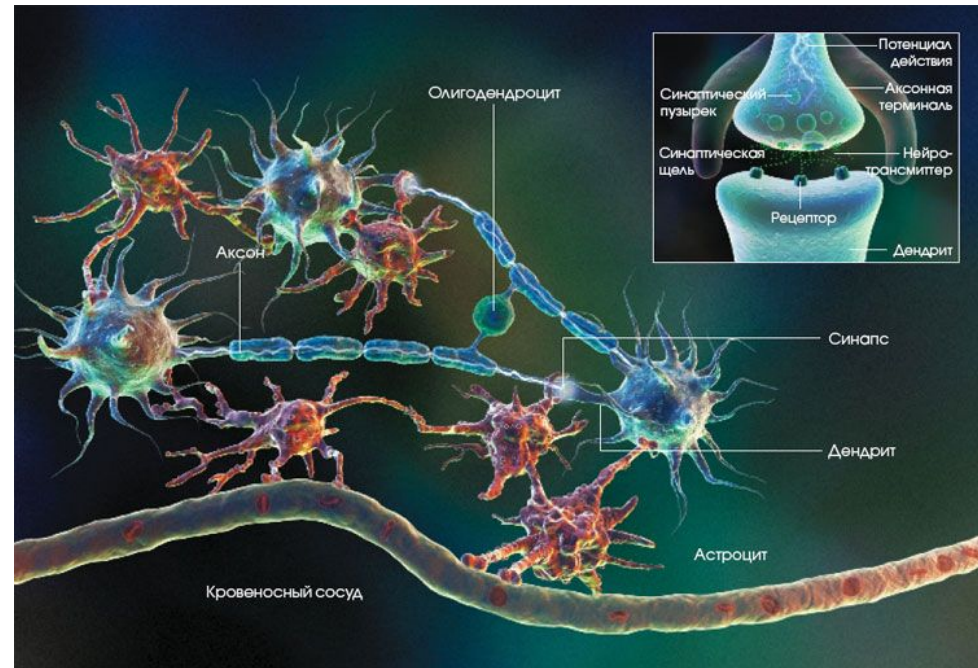




# Макроглия

**Астроциты** выполняют **1) опорную функцию**. Это огромное количество глиальных клеток, имеющих множество коротких отростков. Астроциты взаимосвязаны и образуют обширное трехмерное пространство, в которое погружены нейроны. Они часто делятся, образуя в случае повреждений центральной нервной системы рубцовую ткань.

Фибриллярные астроциты локализованы в белом веществе, имеют длинные отростки, некоторые ветви которых буквально упираются в стенки кровеносных сосудов. Эти клетки **переносят питательные вещества из крови в нейроны (2) транспортная, трофическая функции**).

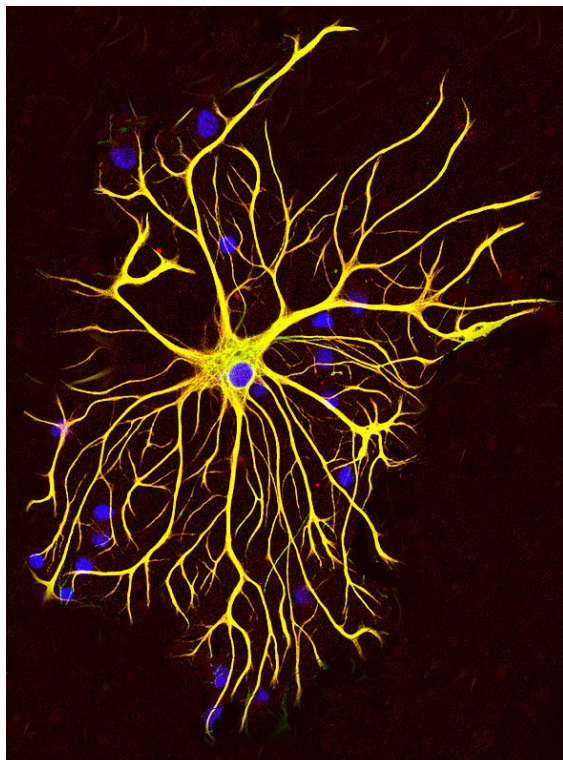


Астроциты - единственные клетки, располагающиеся между капиллярами и телами нейронов и участвующие в **транспорте веществ из крови к нейронам и транспорте продуктов метаболизма нейронов обратно в кровь**.

### 3) Астроциты формируют **гематоэнцефалический барьер**.

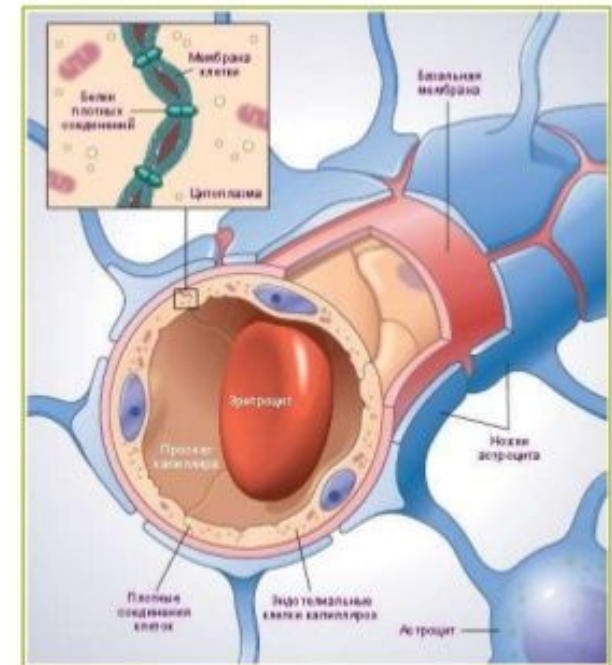
ЦНС защищена от резких изменений внешней среды полупроницаемым барьером, называемом **гематоэнцефалическим**.

Перемещения некоторых веществ из крови в мозг препятствуют клетки нейроглии - **астроциты**. В частности, они поглощают  $K^+$ , регулируя концентрацию этих ионов во внеклеточном пространстве. Транспортные механизмы удаляют из ЦНС различные химические соединения (например, пенициллин).



## Что происходит?

- Всё происходит между капиллярами и астроцитами в мозге. А именно – в эндотелиальных клетках капилляров.
- Биологические активные вещества (аминокислоты для нейронов) и кислород проходят наружу.
- Продукты метаболизма мозга (отходы) входят в капилляр.
- Чужеродные вещества, токсины, антибиотики, клетки иммунной системы, переносимые с кровотоком – никуда не проходят.



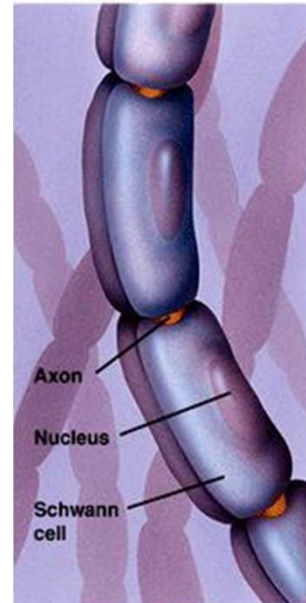
# Макроглия

**Олигодендроциты** локализованы в сером и белом веществе. Они мельче астроцитов и содержат одно сферическое ядро. От тела клетки отходит небольшое число тонких веточек, а само оно содержит цитоплазму с большим количеством рибосом.

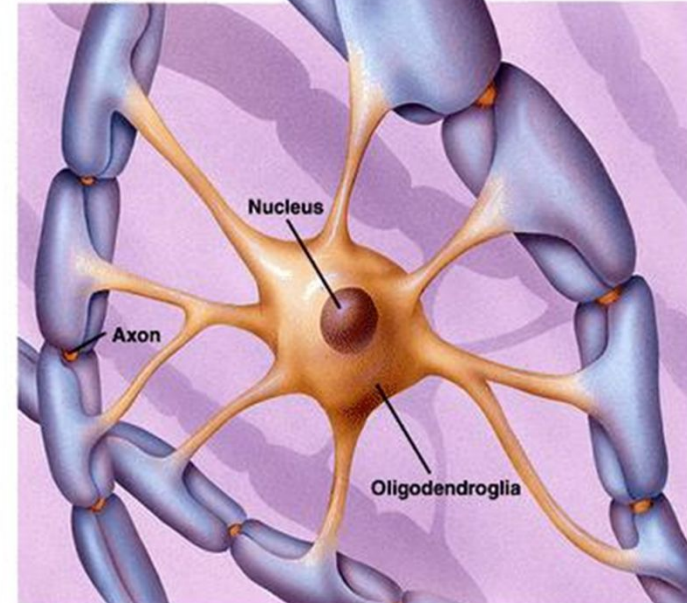
**Олигодендроциты** - клетки, образующие миелиновые оболочки. Одна из основных функций олигодендроцитов – **1)** формирование оболочек **аксонов** в ЦНС. **Олигодендроцит** наматывает свою мембрану вокруг нескольких аксонов нервных клеток, образуя многослойную миелиновую оболочку.

**В периферической НС одна шванновская клетка образует миелиновую оболочку вокруг одного волокна, в ЦНС один олигодендроцит – вокруг нескольких**

Myelination in the Peripheral Nervous System



Myelination in the Central Nervous System



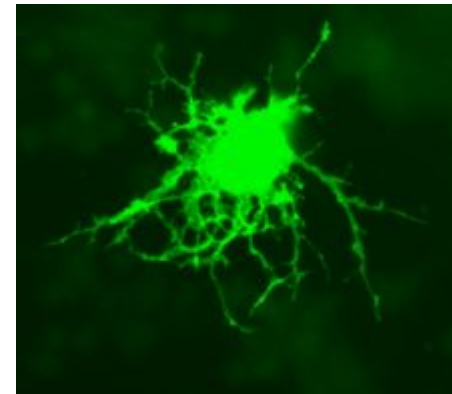
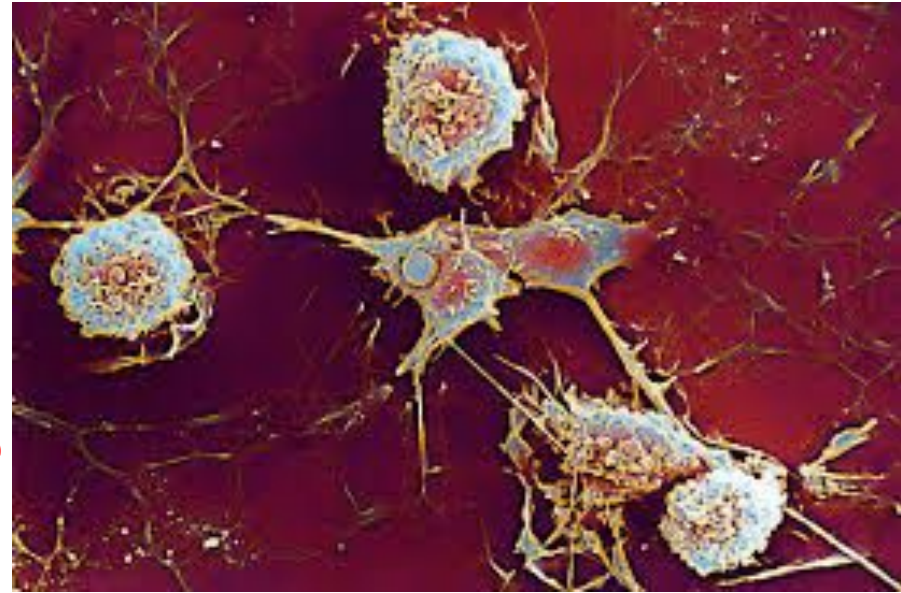


Олигодендроциты выполняют еще одну очень важную функцию

## 2) защитную

- они участвуют в **нейрофагии** (от греч. фагос - пожирающий), т. е. удаляют омертвевшие нейроны путем активного поглощения продуктов распада.

*Глиальные клетки (сферические) атакуют олигодендроцит (разветвлённая клетка); истребление олигодендроцитов, формирующих миелиновую оболочку нервов, - основной признак рассеянного склероза, аутоиммунного заболевания. Суть его в том, что иммунные глиальные клетки мозга начинают атаковать олигодендроциты, образующие миелиновую оболочку нейронов мозга.*

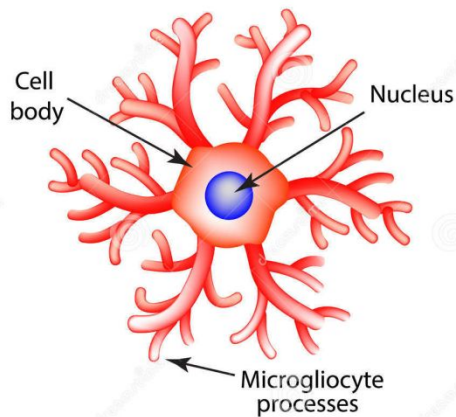




Клетки **микроглии** локализованы и в сером, и в белом веществе, но в сером веществе их больше. От каждого конца маленького продолговатого тела клетки, содержащей лизосомы и хорошо развитый аппарат Гольджи, отходит по толстому отростку. От всех его ветвей отходят более мелкие боковые веточки.

**При повреждении мозга эти клетки превращаются в фагоциты и, перемещаясь при помощи амебоидного движения, противостоят вторжению чужеродных частиц.**

## MICROGLIA



Серое вещество – тела и короткие отростки нейронов

Белое вещество – нервные волокна (длинные отростки нейронов)

**Серое вещество – кора, ядра (ганглии в периферической НС)**

**Белое вещество**  
– нервы (в периферич. НС),  
– тракты, пути и т.п. в ЦНС