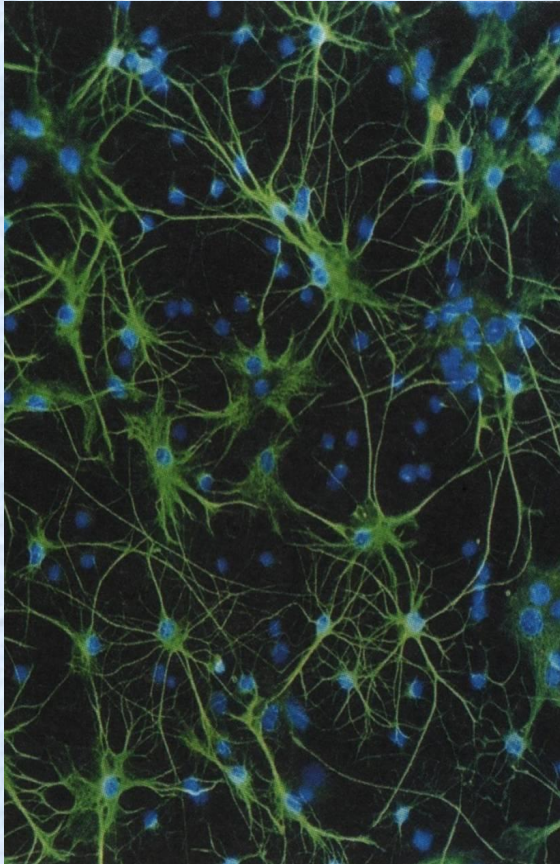


# *Нервная ткань*

План лекции:

1. Эволюция и развитие нервной ткани.
2. Классификация, морфология, функции элементов нервной ткани.
3. Нервные волокна.

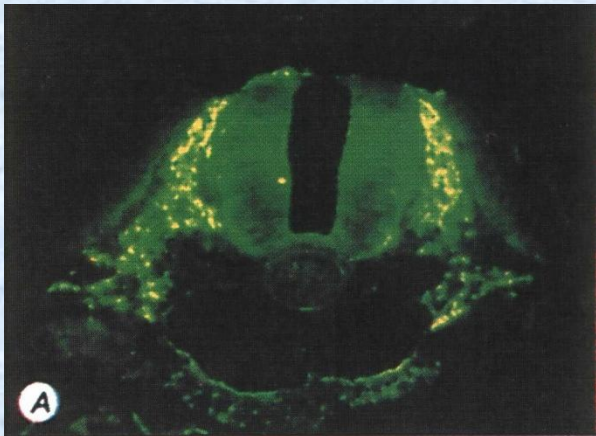
# Нервная ткань



- Самая высокоорганизованная, эволюционно молодая и высокоспециализированная ткань организма;
  - Появляется у организмов при усложнении мышечного сокращения, для ориентации во внешней среде и адаптации к ней;
  - Выполняет единственную **функцию** – воспринимает раздражение, преобразует его в нервный импульс и проводит данный импульс по нервным волокнам до рабочего органа, т.е. формирует ответную реакцию организма на раздражение;
  - Через нервную систему все органы организма связаны между собой и внешней средой;
- Как система образована только клетками:  
*нейронами и глиоцитами.*

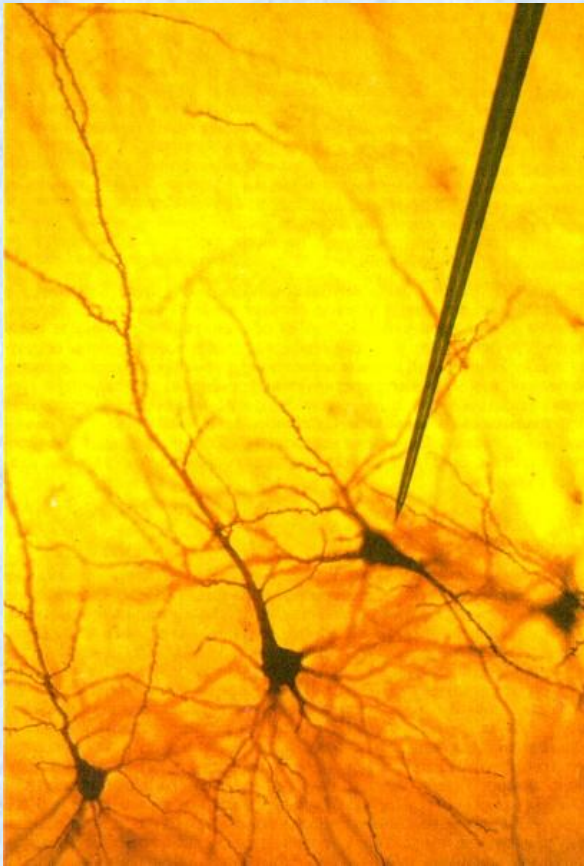


# Происхождение нервной ткани



- Возникает из дорзального участка эктодермы – *нервной пластинки*;
- Нервная пластинка прогибается внутрь и образуется *нервный желобок*, затем его края сближаются, образуется *нервная трубка (1)*;
- Из нервной трубки возникают органы ЦНС – спинной и головной мозг;
- Клетки нервной трубки дифференцируются или в *нейробласты* (их немного, крупные, зачатки для нейронов) или в *спонгиобласты* (их много, мелкие, зачатки клеток глии);
- Клетки могут мигрировать из нервной трубки и образовывать ганглии – скопления нейронов за пределами ЦНС.

# Нейрон



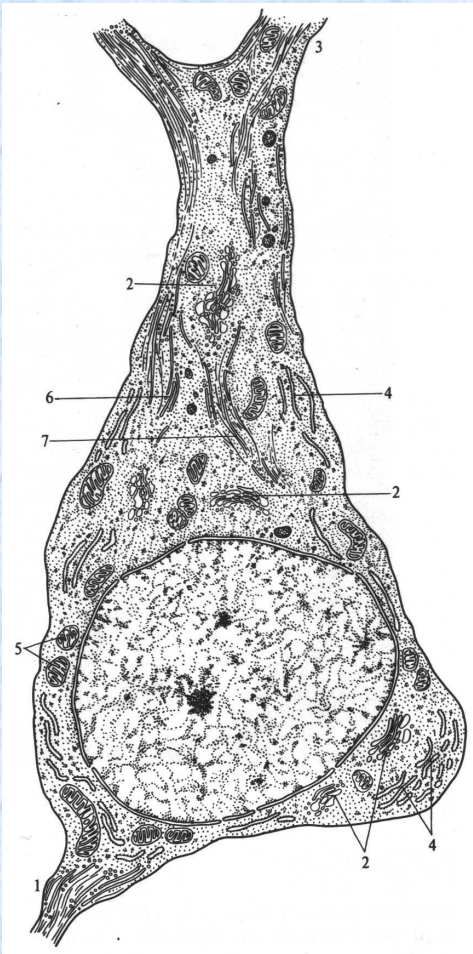
Для нейрона характерны два признака:

- Имеется *тело*, которое состоит из ядра и обычно большого количества цитоплазмы – нейроплазма;
- Цитоплазма окружает ядро, из-за чего эту часть клетки иногда называют перикарионом (от греч. пери-вокруг, карион-ядро);
- Имеются отходящие от тела тонкие цитоплазматические *отростки*;

- Нейроны не делятся (не имеют клеточного центра и хроматин деконденсирован);
- Вскоре после рождения прекращается и образование новых нейронов из клеток-предшественников;
- Количество нейронов в коре больших полушарий головного мозга человека от 12 до 18 млрд.



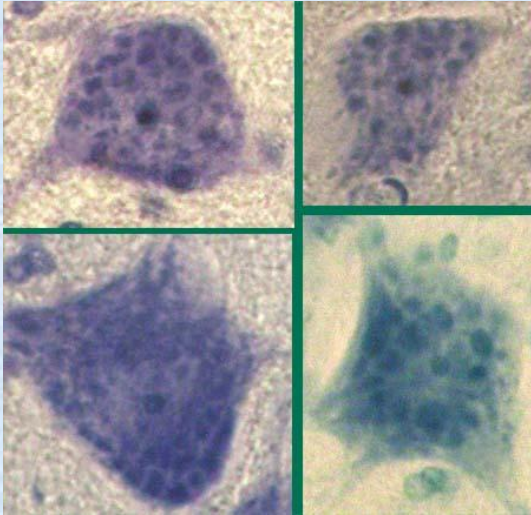
# Тело нейрона



- Тела нейронов обычно крупные, но среди них бывают и мелкие (4 мкм в диаметре). Более крупные нейроны (до 135 мкм в диаметре) относятся к самым крупным клеткам организма.
- Тела различных типов нейронов могут иметь круглую, овальную, уплощенную, яйцевидную или пирамидальную форму.
- Тела нейронов ЦНС находятся в сером веществе.
- Ядро в большинстве нейронов расположено в центре тела клетки.
- Ядро крупное, сферической формы.
- Хроматин в ядрах многих крупных нейронов почти полностью деконденсированного типа, так что гранулы хроматина очень мелкие.

- Локализация аппарата Гольджи различна в различных видах нервных клеток. В некоторых нейронах стопки Гольджи расположены вокруг ядра и все они связаны друг с другом.
- Множество митохондрий распределено довольно равномерно по цитоплазме тела нервной клетки.
- Имеются также лизосомы.

# Органоиды нейрона

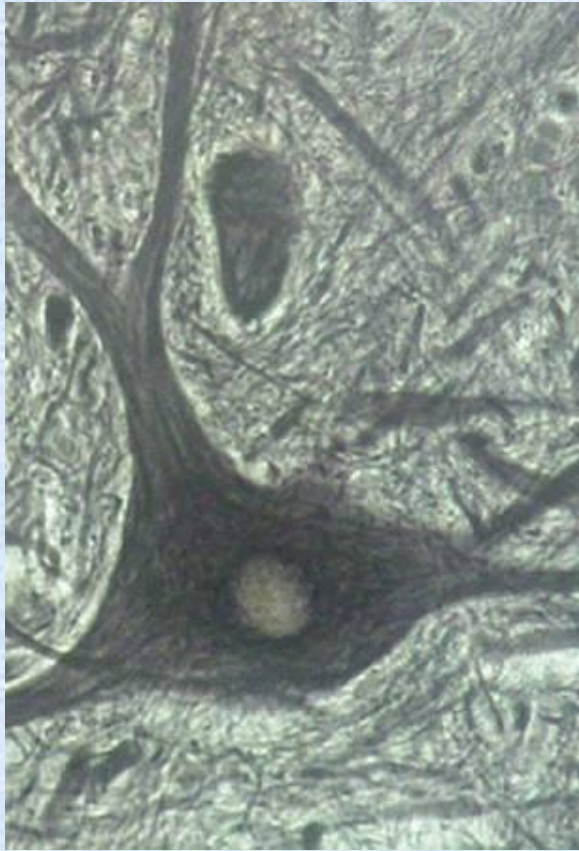


**Вещество Ниссля** (базофильная, или хромофильная субстанция, тигроид).

- Вещество Ниссля представляет собой часть цитоплазмы, богатую уплощенными цистернами гранулярного ЭПС, содержащего многочисленные свободные и прикрепленные к мембранам рибосомы и полирибосомы, распределенные между прилегающими друг к другу цистернами.

- Тигроид располагается по всему телу клетки, заходит в основание дендритов, но не заходит в основание аксона.
- При напряжении нервной клетки зерна тигроида уменьшаются, при высоком напряжении клетки образуют «шапочку» вокруг ядра.
- Если аксон случайно перерезан вещество Ниссля временно исчезает (так называемый хроматолиз) и ядро сдвигается к одной стороне. В случае регенерации аксона вещество Ниссля появляется снова.





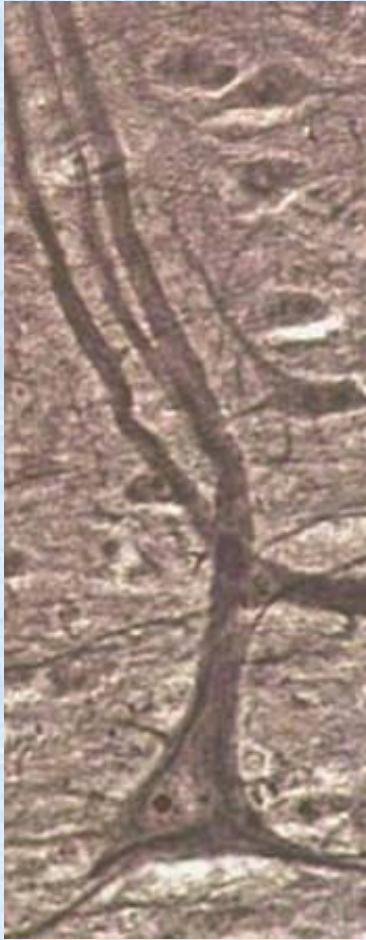
# Органоиды нейрона

- **Нейрофибриллы.** Так называемые нейрофибриллы представляют собой пучки филаментов; их называли нейрофиламентами. Их диаметр около 10 нм; химический состав не установлен; известно только, что они содержат белки.
  - Нейрофибриллы располагаются в теле нейрона в виде сетки, в отростках параллельно.
  - **Нейротрубочки.** Это типичные микротрубочки, имеющие диаметр 24 нм. Их роль состоит в поддержании формы нейрона, особенно его отростков.
- Нейротрубочки содержат кислые белки тубулины и принимают участие в транспорте цитоплазмы — в аксоплазматическом токе.
  - В телах нейронов содержится также два пигмента: *липофусцин* - желто-коричневый пигмент. Полагают, что он представляет собой продукт «изнашивания». Темно-коричневый пигмент *меланин* также встречается в нервных клетках немногих участков ЦНС. Значение меланина, содержащегося в телах нейронов, неизвестно.

# Отростки нейрона

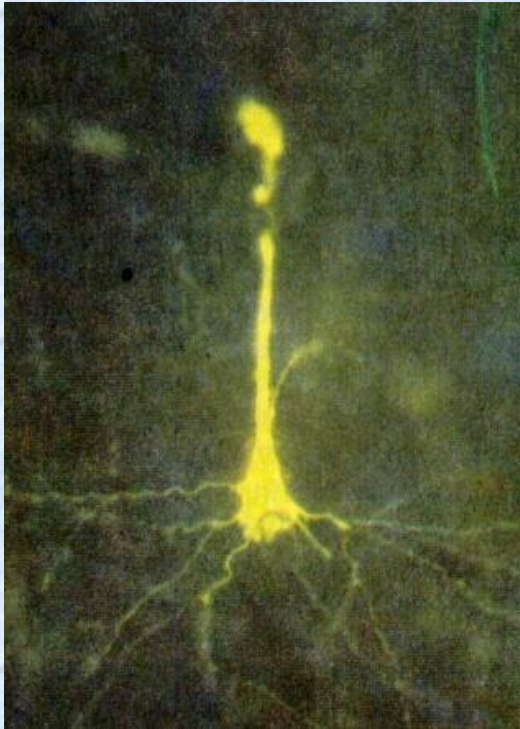
## Аксон (нейрит)

- Единственный, есть обязательно, не ветвится.
- Может иметь длину от 1 мм до нескольких десятков сантиметров в зависимости от вида нейрона. Диаметр варьирует от 1 до 20 мкм, причем аксоны с большим диаметром передают импульсы быстрее.
- Участок тела клетки, от которого отходит аксон, называемый аксонным холмиком, относительно свободен от гранулярного ЭПР, содержит много филаментов и микротрубочек.
- В аксоне белки почти не синтезируются, и необходимые белки, гликопротеиды и др., а также некоторые органеллы должны перемещаться по аксону из тела клетки.
- Белки и органеллы движутся вдоль аксона двумя потоками с различной скоростью:





# Отростки нейрона



## Дендриты

- Количество различно у разных нейронов, может и не быть.
- Обычно короче аксонов и могут идти от мультиполярных нейронов в любом направлении.
- Дендриты дихотомически ветвятся, при этом их ветви расходятся под острыми углами, так что имеется несколько порядков ветвления, и концевые веточки очень тонки.
- Крупные дендриты отличаются от аксона тем, что содержат рибосомы и цистерны гранулярного ЭПР, а также много нейротрубочек, нейрофиламентов и митохондрии.
- Некоторые белки транспортируются по направлению к окончаниям дендритов (от тела клетки) со скоростью около 3 мм/ч.

# Классификация нейронов

Униполярный нейрон

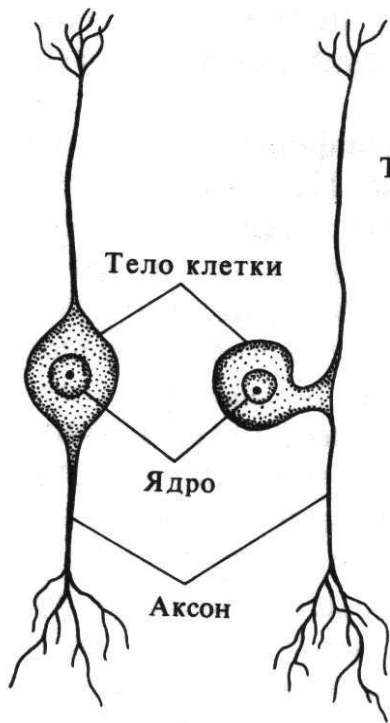


## Морфологическая

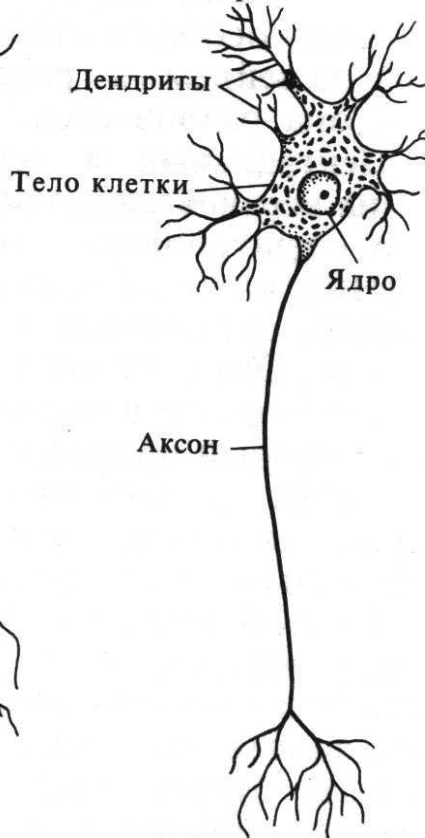
(по количеству отростков)

- **Униполярные** – только аксон (фоторецепторы);
- **Биполярные** – аксон и один дендрит (большинство чувствительных нейронов);
- **Псевдоуниполярные** – разновидность биполярных, когда и дендрит и аксон отходят от тела клетки в одном месте (чувствительные нейроны);
- **Мультиполярные** – аксон и много дендритов (большинство двигательных и вставочных нейронов).

Биполярные нейроны



Мультиполярный нейрон



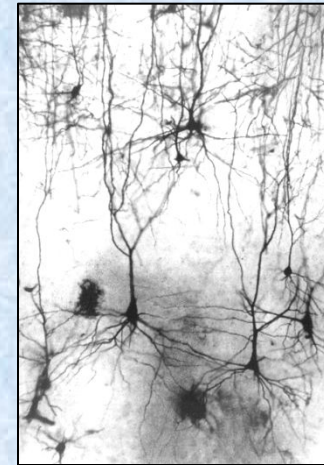
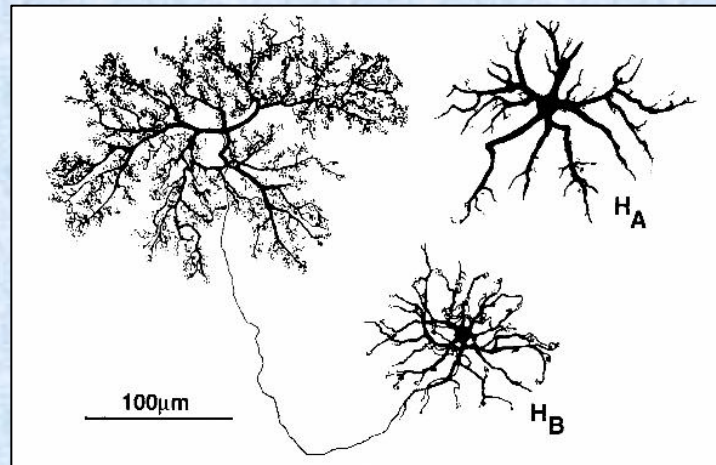


# Классификация нейронов

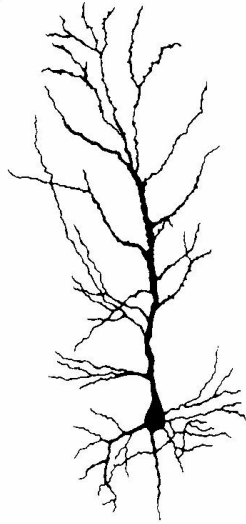


Камилло Гольджи изобрел метод серебрения мембран нервных клеток.

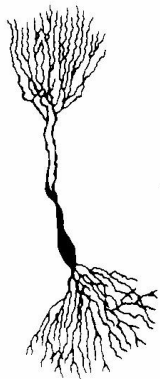
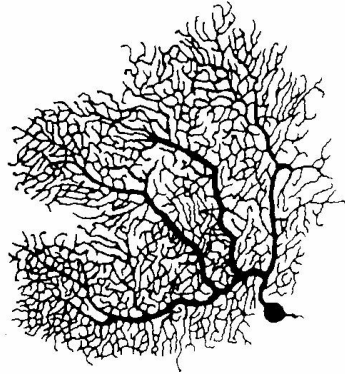
Сантьяго Рамон-и-Кахаль, используя метод Гольджи, исследовал особенности строения нейронов различных отделов центральной нервной системы



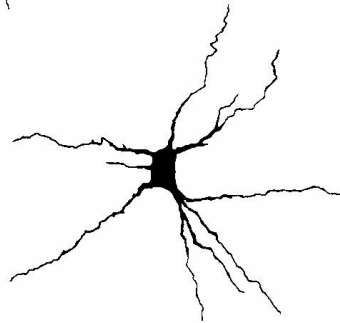
пирамидная клетка



клетка Пуркинье

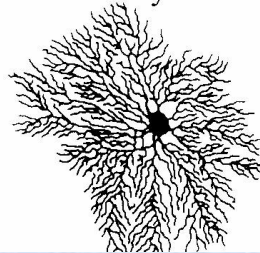


двойная пирамида  
гиппокампа



большая клетка  
ретикулярной формации

нейрон  
таламуса



клетка-зерно

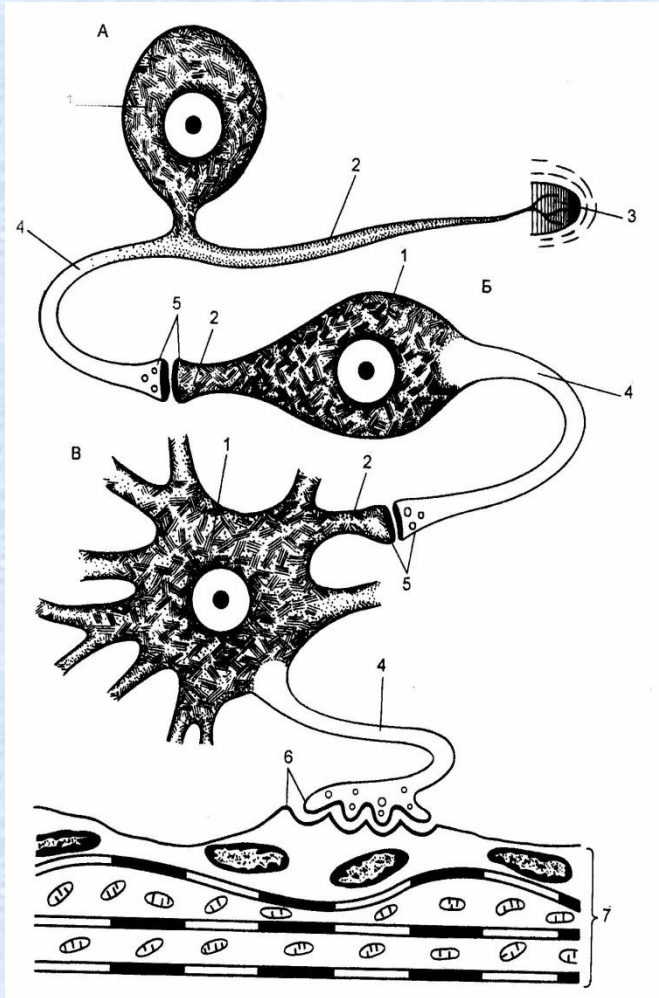
# Виды нейронов

В различных отделах нервной системы морфологически нейроны отличны друг от друга:

- по размеру;
- по особенностям расположения отростков;
- по порядкам ветвления отростков и т.д.



# Классификация нейронов

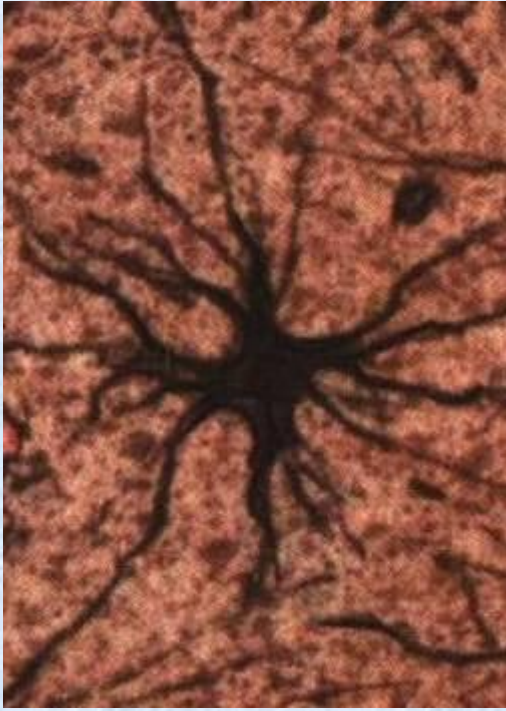


## Функциональная

- **Чувствительные** (рецепторные, сенсорные, афферентные, аффлекторные) – на дендрите располагается рецептор, воспринимают раздражение и преобразуют его в нервный импульс;
- **Двигательные** (моторные, рабочие, эффекторные, эфферентные) – аксон контактирует с рабочим органом через эффектор, передают импульс на рабочий орган;
- **Вставочные** (ассоциативные) – передают импульс с нейрона на нейрон. В одной рефлекторной дуге может быть до нескольких тысяч вставочных нейронов.

Нервный импульс по нейрону проходит только в одном направлении: дендрит □ тело □ аксон

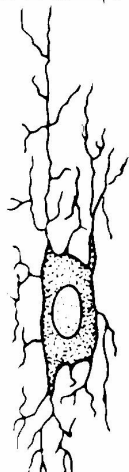
# Глиоциты (нейроглия)



- Не проводят нервный импульс.
- **Функции:**
  - **опорная** – поддержание тела и отростки нейронов, обеспечивая их надлежащее взаиморасположение – подмена межклеточного вещества.
  - **изоляционная** – изолируют тела и отростки нервных клеток друг от друга,
  - **трофическая** – касаются отростками стенок капилляров и передают питательные вещества нервной клетке,
  - **поддержание гомеостаза нервной ткани,**
  - **защитная** – образуют оболочки поверх отростков,
  - **секреторная** – часть глиоцитов секретируют ликвор.

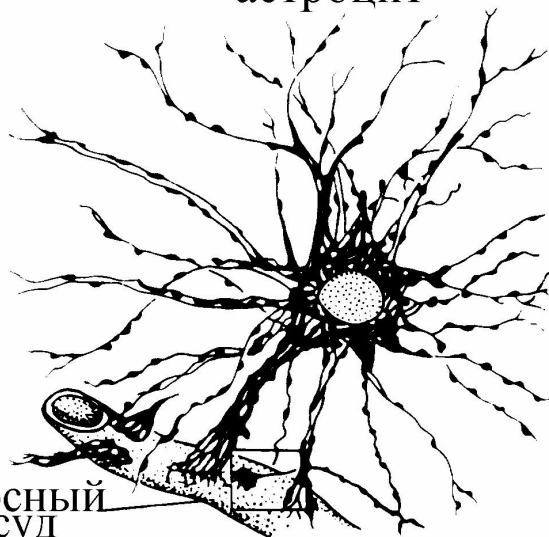


олигодендроцит  
в белом веществе



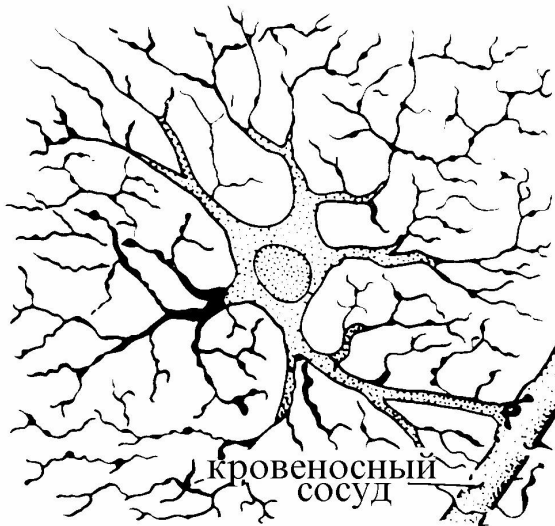
кровеносный  
сосуд

фиброзный  
астроцит



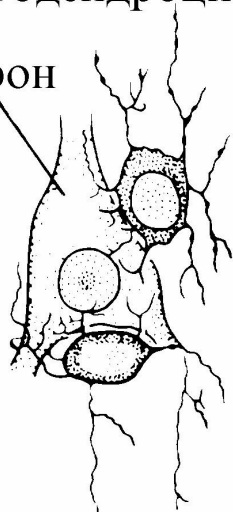
периневральный  
олигодендроцит

протоплазматический  
астроцит



кровеносный  
сосуд

нейрон



# Виды глиоцитов

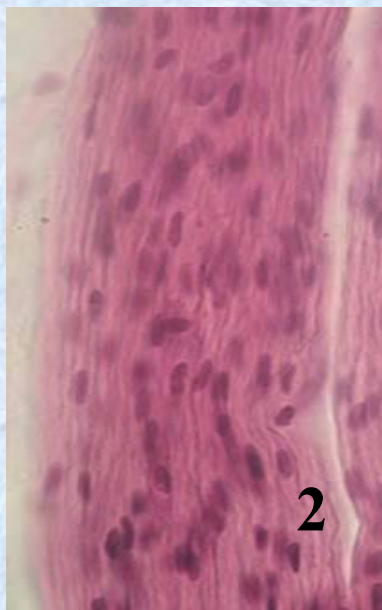
Использование методов импрегнации серебром и золотом по методу Рамон-и-Кахала и дель Рио-Ортега позволило подразделить нейроглиальные клетки на три группы.

- олигодендроциты;
- астроциты;
- микроглиальные клетки.

# Нервные волокна

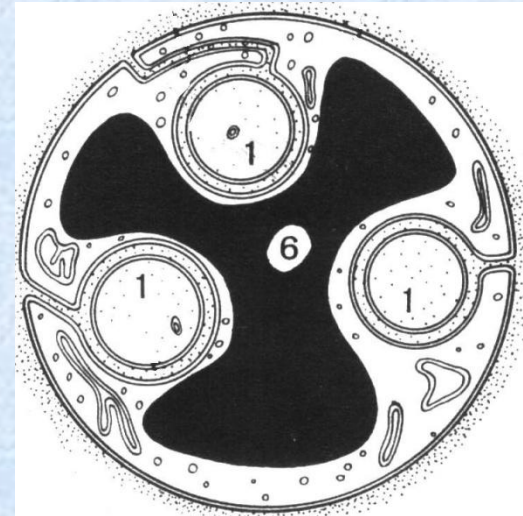
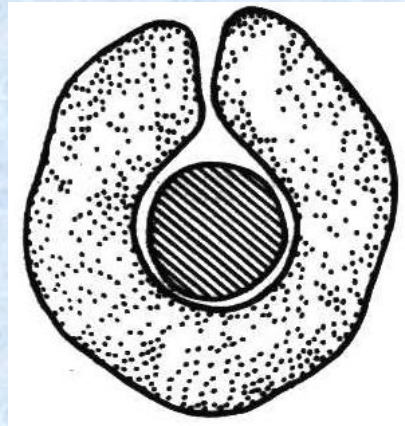
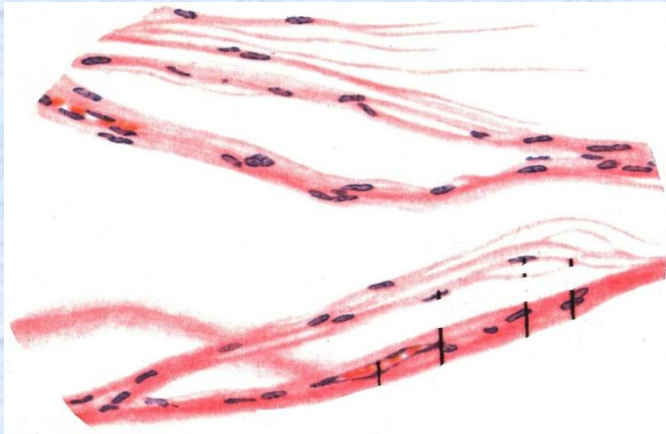


- В основе нервного волокна лежит отросток нервной клетки (чаще аксон) – осевой цилиндр.
- Каждое периферическое нервное волокно (отросток) одето тонким слоем глиальных клеток – *невролеммой* или *шванновской оболочкой*.
- В одних случаях между нервным волокном и цитоплазмой шванновских клеток имеется значительный слой миелина; такие волокна называют *миелинизированными* или *мякотными* (1).
- Волокна иного типа (обычно более мелкие) лишены миелина и называются *немиелинизированными* или *безмякотными* (2).
- В крупном нервном стволе (нерве) содержатся как миелинизированные, так и немиелинизированные волокна.
- Нервные волокна объединяются в пучки, затем в нервы (кабельного типа).



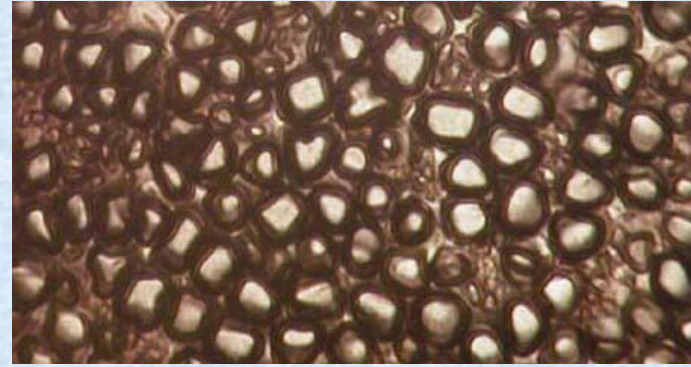
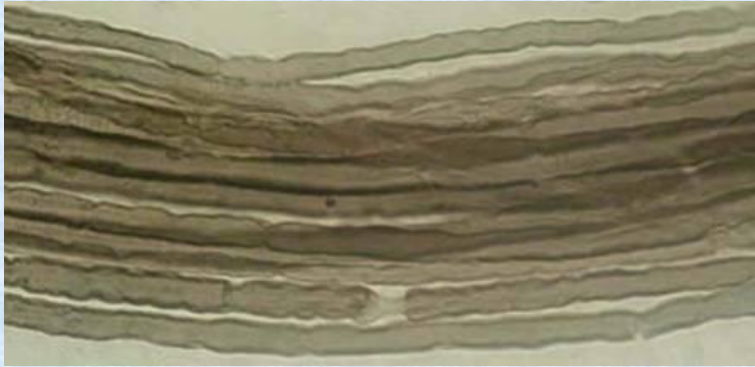


# Немиелинизированное волокно



- Серые, не имеют миелиновой оболочки.
- Защищены шванновскими клетками: пучки волокон расположены так, что каждое волокно проходит в желобке; оно как бы вдавлено в цитоплазму шванновской клетки.
- На любом уровне вдоль нерва можно видеть, что каждая шванновская клетка защищает таким образом от 5 до 20 волокон.
- Некоторые афферентные и вегетативные нервные волокна.
- Изоляция не очень совершенная.
- Скорость проведения импульса 1м/сек.

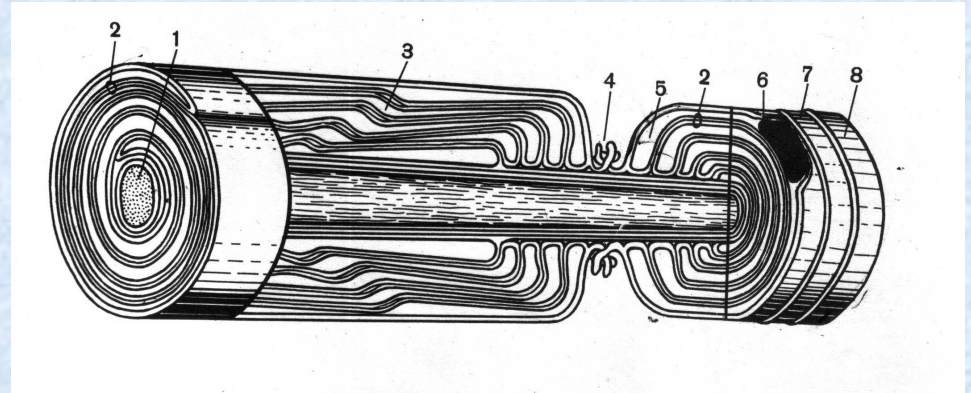
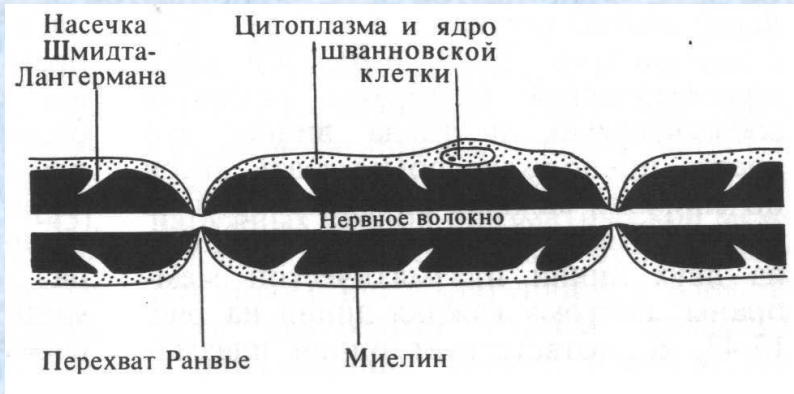
# *Миелинизированное волокно*



- Белые, имеют жироподобную миелиновую оболочку;
- Миелин – липопротеидный комплекс (холестерин, фосфолипиды, гликолипиды, белки);
- Изоляция более совершенная;
- Характерны для центральной нервной системы и соматического отдела периферической нервной системы;
- Скорость проведения импульса от 70 до 120 м/сек.

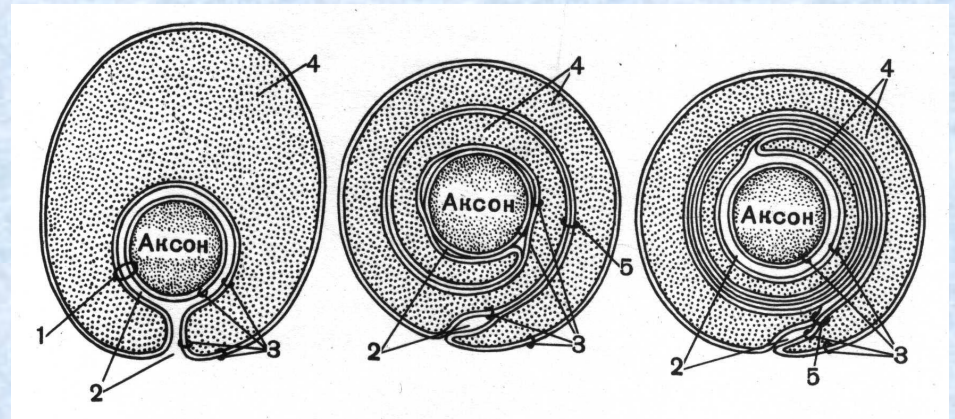


# Миелинизированное волокно



- Миелин покрывает нервное волокно не сплошь, а прерывается через регулярные промежутки так называемыми перехватами Ранвье.
- В перехватах миелин отсутствует, так что отростки шванновских клеток приближаются к аксолемме, не покрывая ее полностью.
- Расстояние между последовательными перехватами Ранвье варьирует от 0,3 до 1,5 мм.
- Нервные волокна разветвляются именно в перехватах Ранвье.
- Перехваты Ранвье участвуют в передаче нервных импульсов.

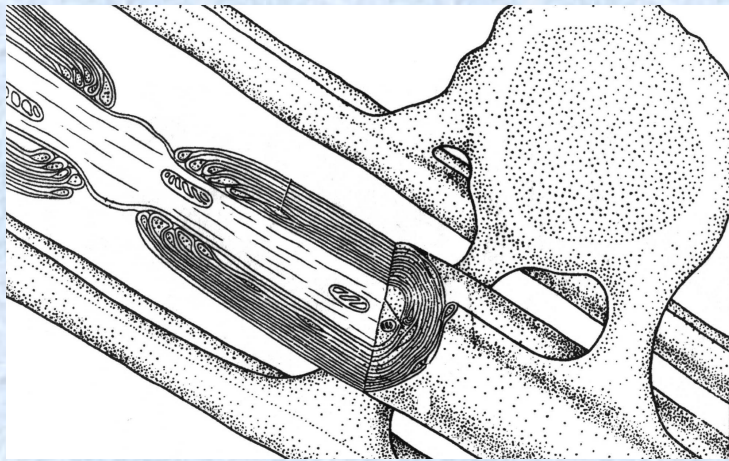
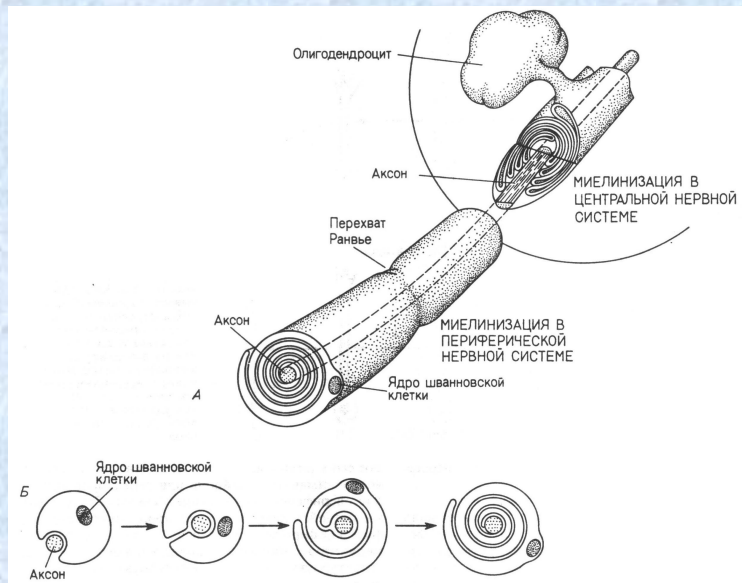
# Образование миелиновой оболочки



- Глиоцит сначала обхватывает аксон, так что он оказывается лежащим в длинном желобке.
- Затем клетка или ее отросток начинает наматываться на аксон, участки ее плазматической мембраны по краям желобка (в котором лежит аксон) вступают в контакт друг с другом. Обе части мембраны остаются соединенными, и видно, что клетка продолжает обматывать аксон по спирали.
- Между соседними двойными кольцами сначала находится слой цитоплазмы, но по мере закручивания цитоплазма выдавливается обратно в тело клетки. По мере вращения клетки вокруг нервного волокна наружные стороны плазматической мембраны продолжают накладываться друг на друга и сливаться.
- Миелинизация начинается на 4 месяце внутриутробного развития и заканчивается к первому году жизни.



# Образование миелиновой оболочки



- Миелинизация в центральной и периферической нервной системах идет несколько разными механизмами.
- В периферической нервной системе шванновские клетки обертываются вокруг аксона;
- В центральной нервной системе миелинизация осуществляется с помощью отростков олигодендроцитов.
- В центральной нервной системе один олигодендроцит может участвовать в образовании миелиновых оболочек нескольких аксонов.