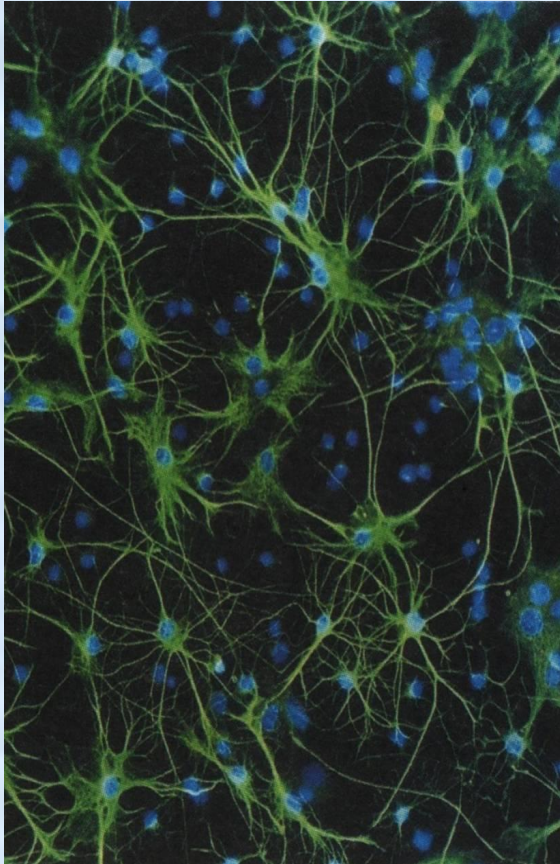


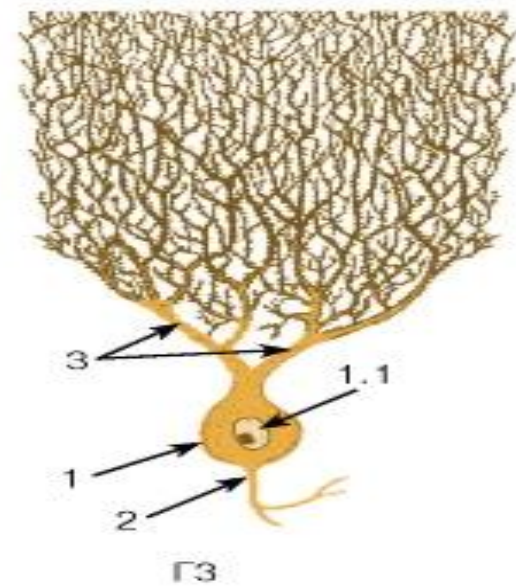
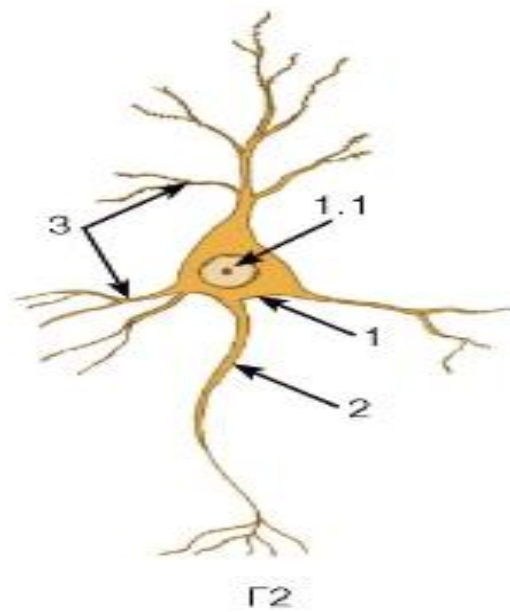
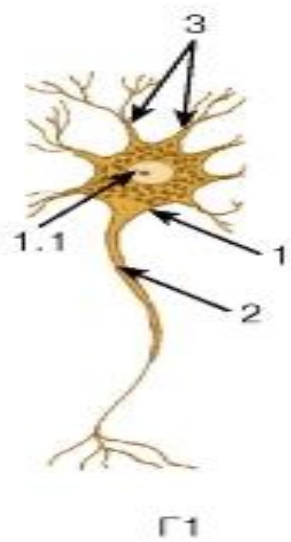
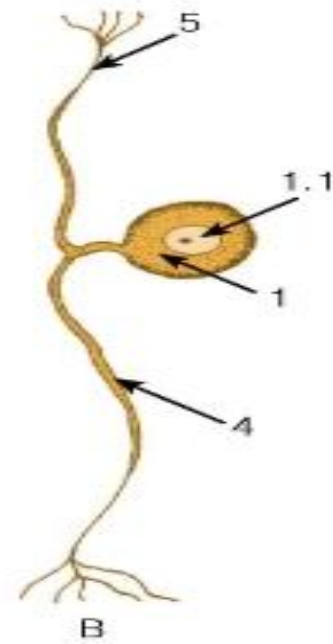
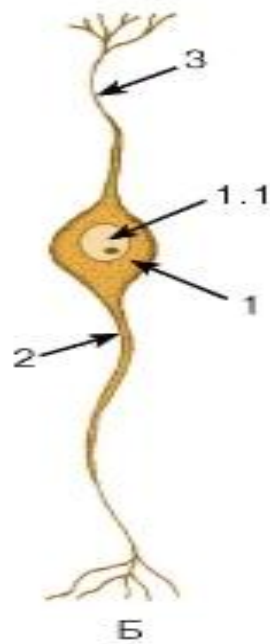
Казахстанско-Российский Медицинский Университет

*Н е р в н а я
т к а н ь*

Нервная ткань

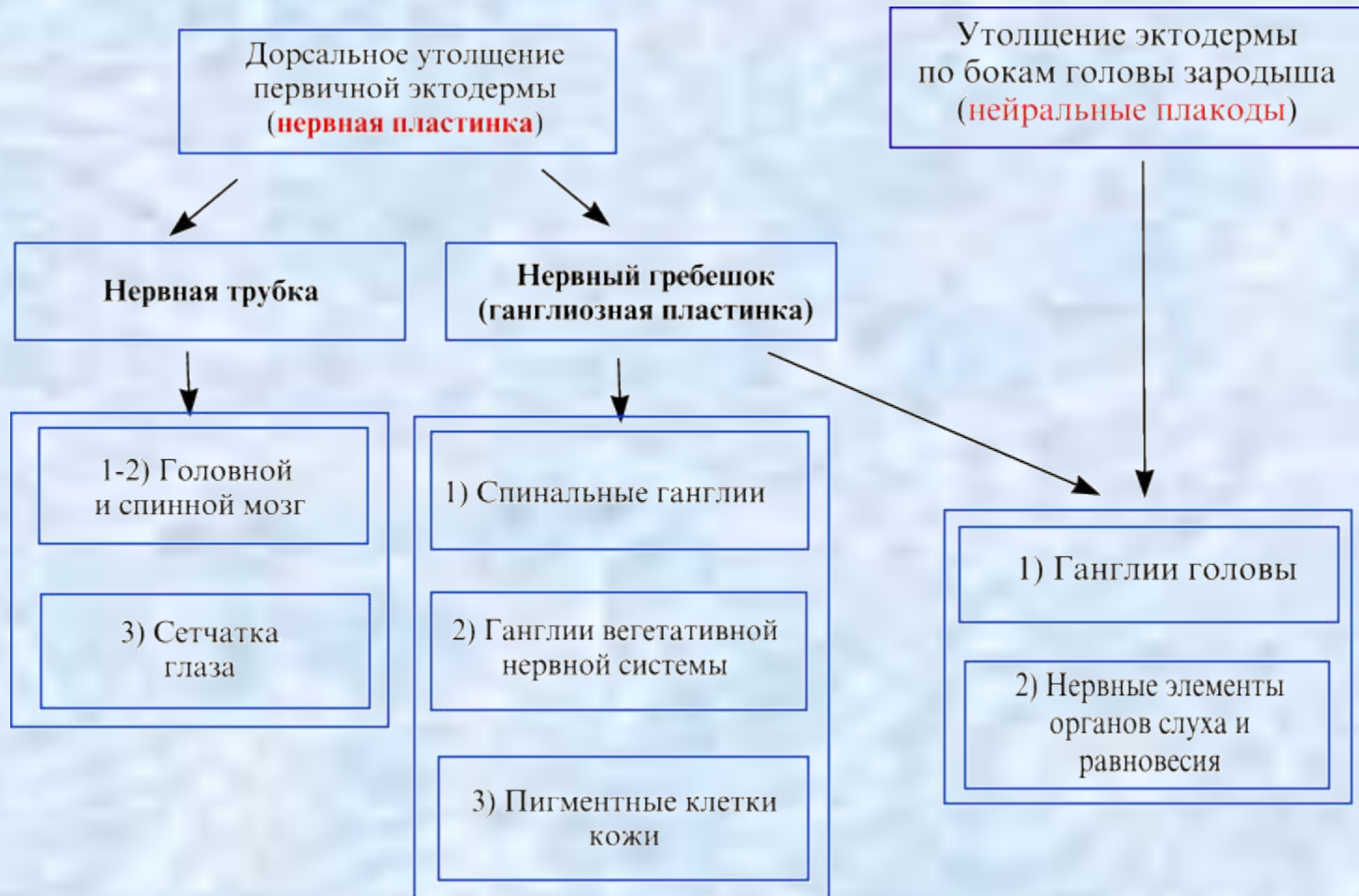


- Самая высокоорганизованная, эволюционно молодая и высокоспециализированная ткань организма;
 - Появляется у организмов при усложнении мышечного сокращения, для ориентации во внешней среде и адаптации к ней;
 - Выполняет единственную **функцию** – воспринимает раздражение, преобразует его в нервный 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.

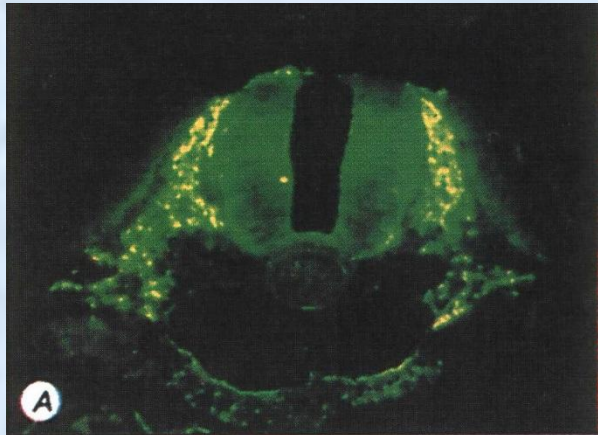


Локали- зация	Нервная ткань является основной среди тех тканей, которые формируют нервную систему.
Типы клеток	В этой ткани - клетки двух типов: нервные - нейроны, и глиальные - глиоциты, или нейроглия.

1. Развитие нервной ткани отражается схемой. -



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.



Классификация нейронов

- 1. По морфологии (по количеству отростков) выделяют:
 - - *мультиполярные* нейроны (г) — с множеством отростков (их большинство у человека),
 - - *униполярные* нейроны (а) — с одним аксоном,
 - - *биполярные* нейроны (б) — с одним аксоном и одним дендритом (сетчатка глаза, спиральный ганглий).
 - - *ложно- (псевдо-) униполярные* нейроны (в) — дендрит и аксон отходят от нейрона в виде одного отростка, а затем разделяются (в спинномозговом ганглии). Это вариант биполярных нейронов.



a



b



c



d

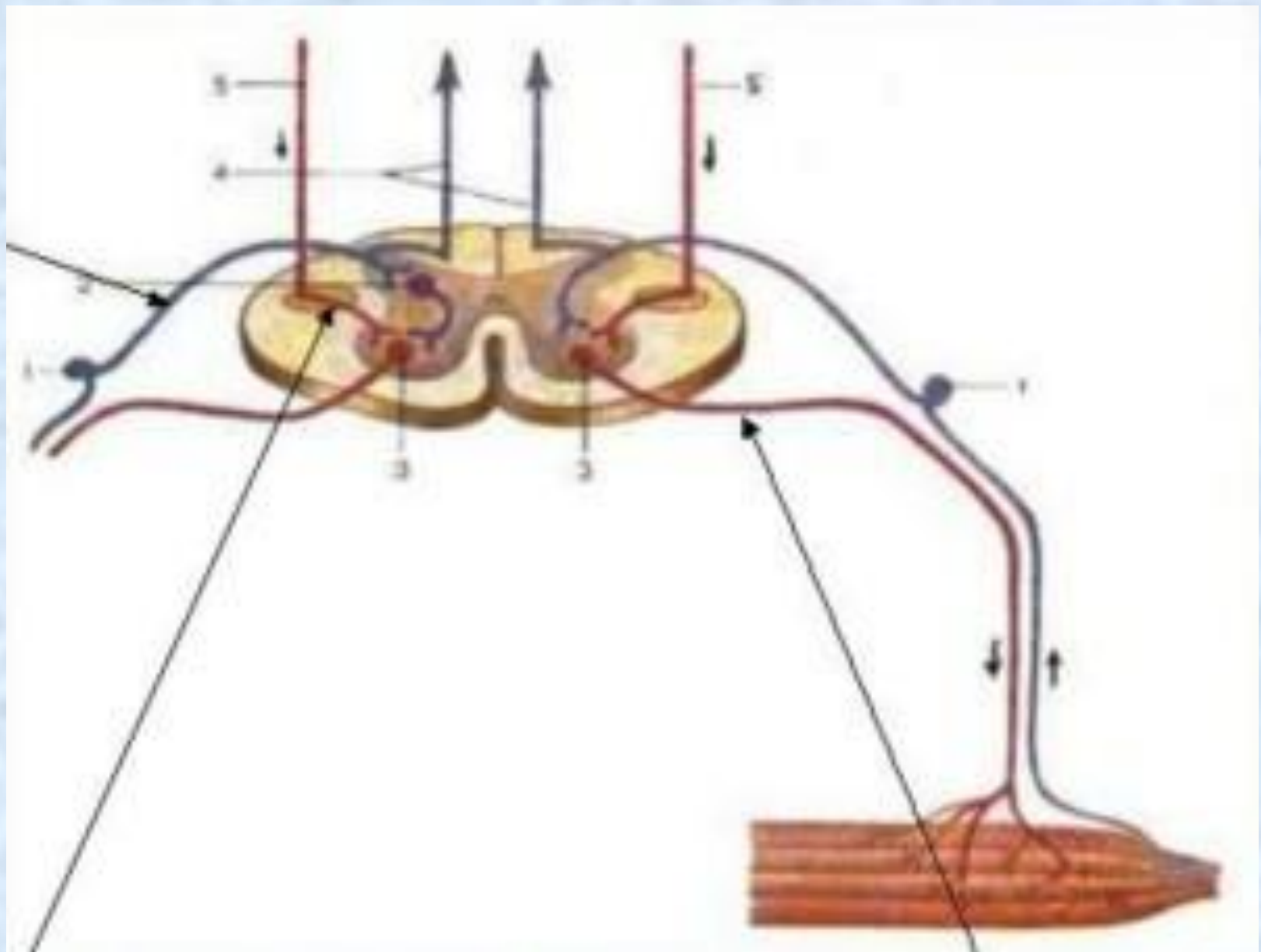
- **По функции (по расположению в рефлекторной дуге) выделяют:**
- рефл- афферентные (чувствительные) нейроны (стрелка слева) – воспринимают информацию и передают ее в нервные центры. Типичными чувствительными являются ложноуниполярные и биполярные нейроны спинномозговых и черепно-мозговых узлов;
- - ассоциативные (вставочные) нейроны осуществляют взаимодействие между нейронами, их большинство в ЦНС;
- - эфферентные (двигательные) нейроны (стрелка справа) генерируют нервный импульс и передают возбуждение другим нейронам или клеткам других видов тканей: мышечным, секреторным клеткам.

Нервные клетки обладают 4-мя важнейшими свойствами

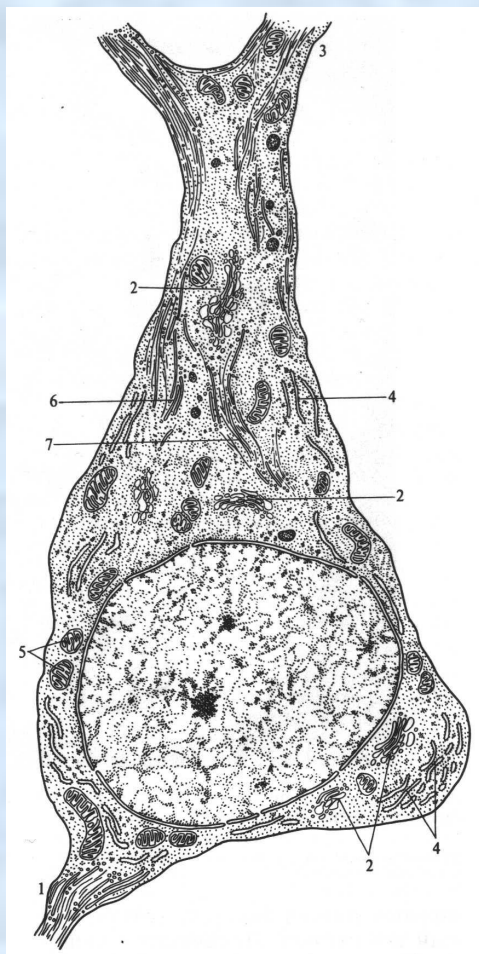
Рецепция	а) Прежде всего, нейроны принимают (рецептируют) поступающие сигналы. б) Каждый вид нейронов настроен на восприятие строго определённых сигналов - в органах чувств (если там содержатся нейроны или их отростки) - соответствующих раздражений (световых, тактильных, температурных и т.д.), в месте контакта с другим нейроном (точнее, его отростком) - сигналов, передаваемых этим нейроном.
Возбуждение или торможение	В ответ на сигнал, воспринявший его участок нейрона приходит в одно из двух состояний: возбуждения (что обычно выражается в деполяризации плазматической мембраны) или торможения (гиперполяризация плазмалеммы).
Проведение возбуждения	а) Состояние возбуждения проводится от одного участка нейрона к другому участку того же нейрона - путём распространения волны деполяризации по плазмолемме отростков нейрона. б) За счёт этого сигнал проходит большее или меньшее расстояние. в) Так, определённые нейроны спинномозговых узлов с помощью своих отростков проводят сигналы от дистальных отделов конечностей до продолговатого мозга, т.е. на расстояние около 1,5 м.
Передача сигнала	Наконец, возбуждающий или тормозящий сигнал передаётся нейроном (точнее, его отростком) другим объектам: очередному нейрону или эффекторному органу.

Передача сигнала может происходить двумя способами.

Прямой контакт с объектом	 а) Чаще всего отросток нейрона образует непосредственный контакт (синапс) с соответствующим объектом.б) При этом передатчиком сигнала служит химическое вещество, называемое медиатором .
Непрямое воздействие через кровь	Реже (в случае секреторных нейронов) отростки нейрона образуют контакты (тоже называемые синапсами) с кровеносным сосудом и выделяют соответствующее вещество (нейрогормон) в кровь .



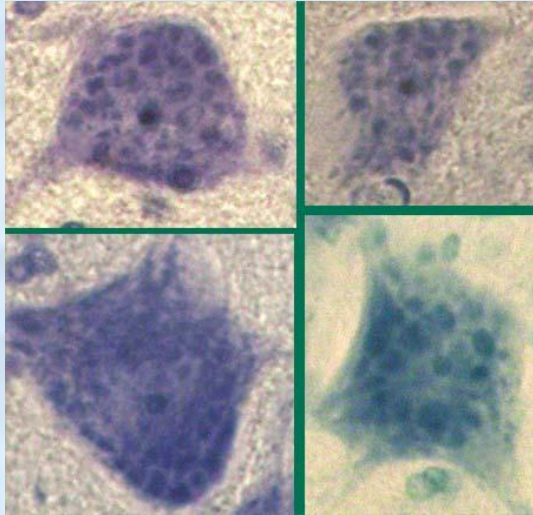
Тело нейрона



- 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 мелки.

- 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.

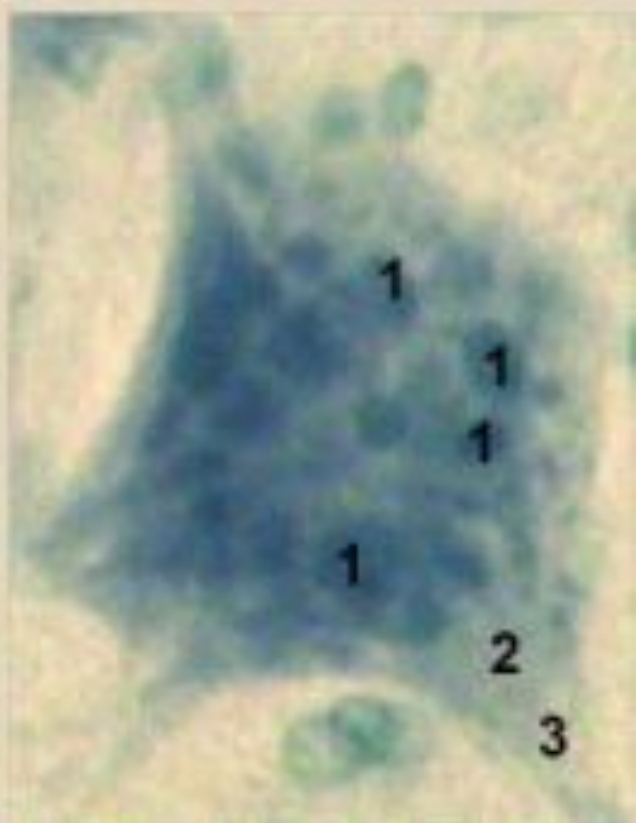
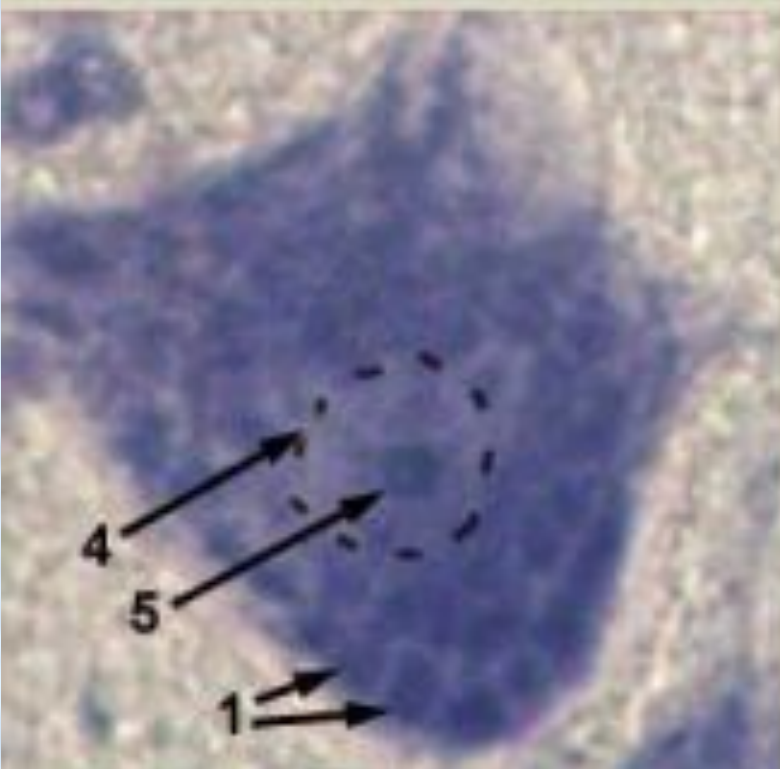
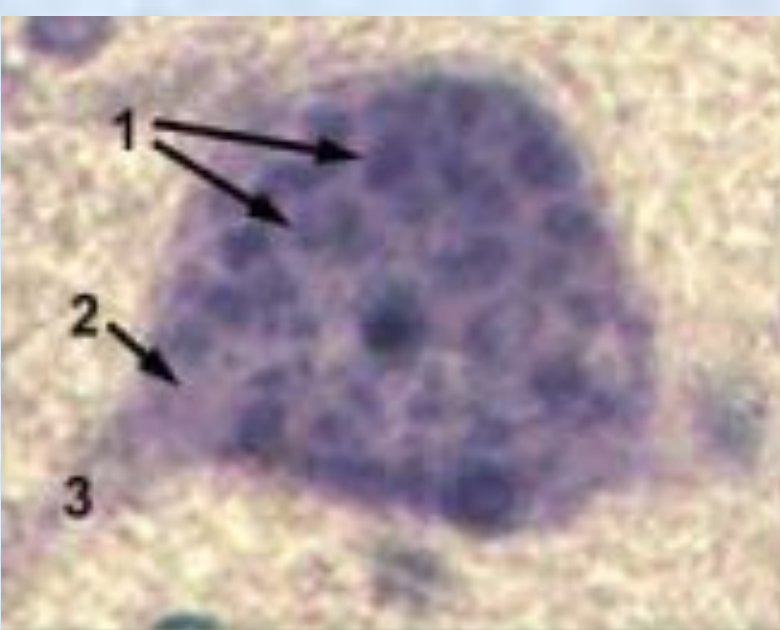
Органоиды нейрона

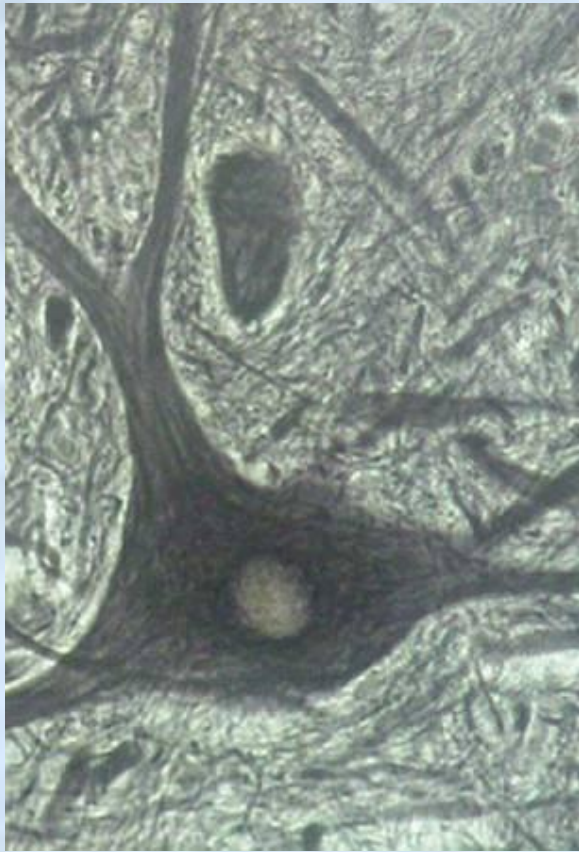


Вещество Ниссля (базофильная, или хромофильная субстанция, тигроид).

- 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.

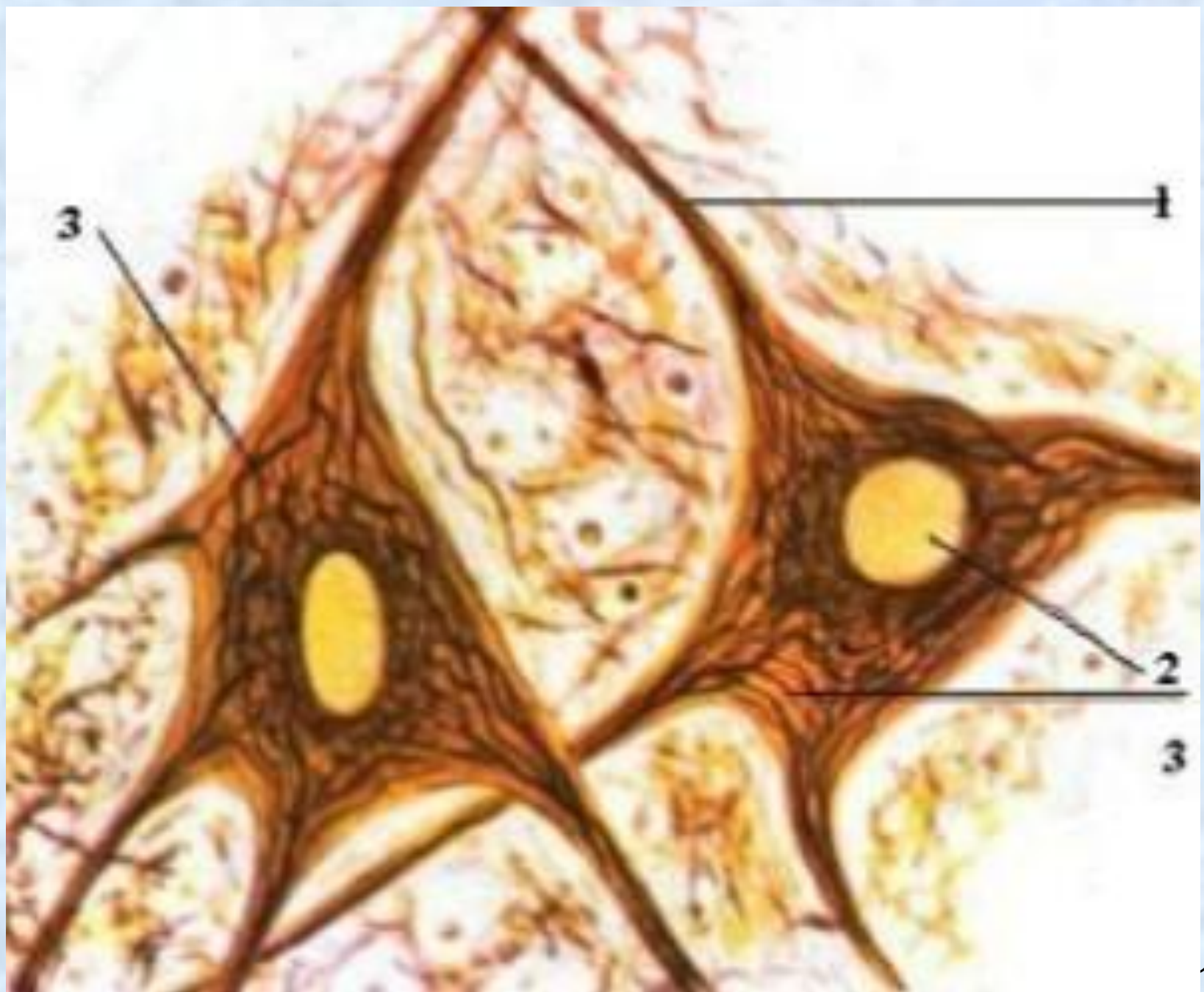




Органоиды нейрона

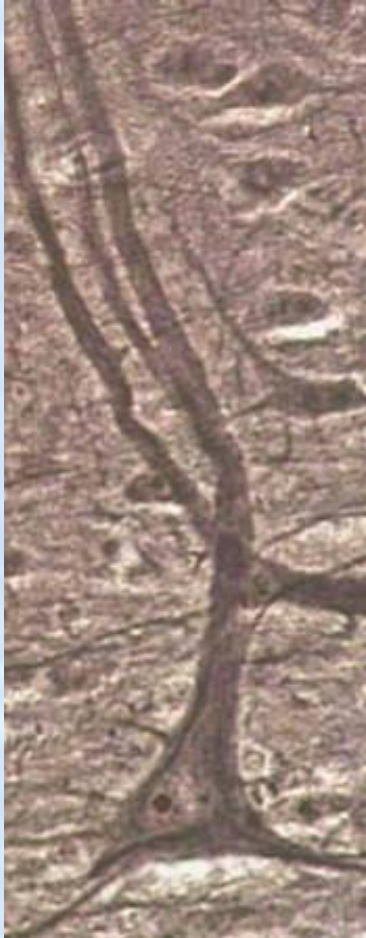
- **Нейрофибриллы.** Так называемые нейрофибриллы представляют собой пучки филаментов; их называли нейрофиламентами. Их диаметр около 10 нм; химический состав не установлен; известно только, что они содержат белки.
- Нейрофибриллы располагаются в теле нейрона в виде сетки, в отростках параллельно.
- **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.



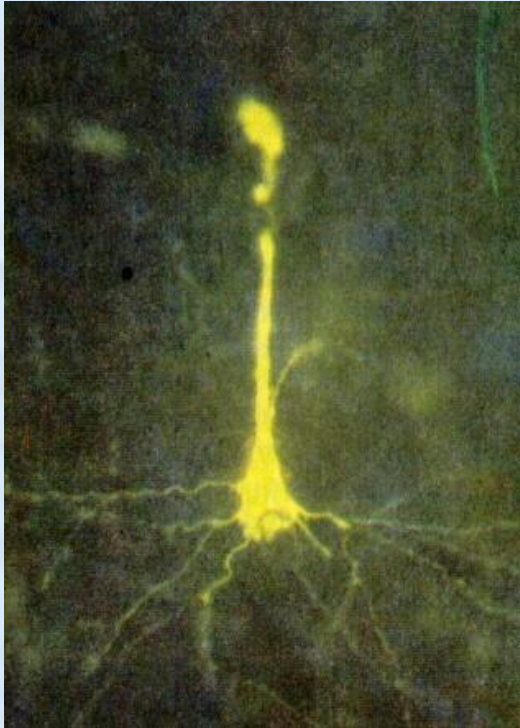
Отростки нейрона

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

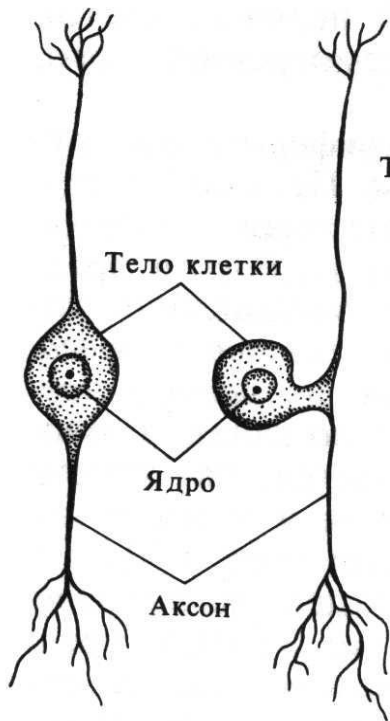
Униполярный нейрон



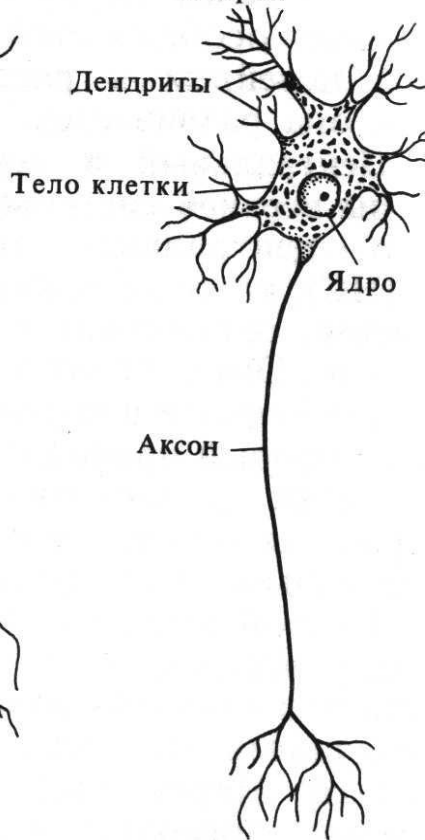
Морфологическая (по количеству отростков)

- **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

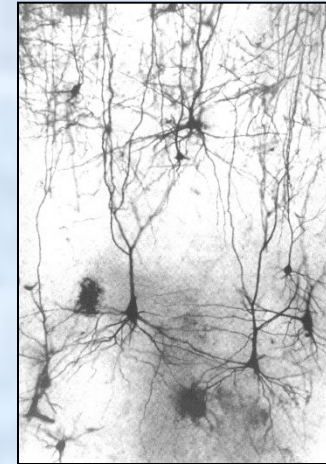
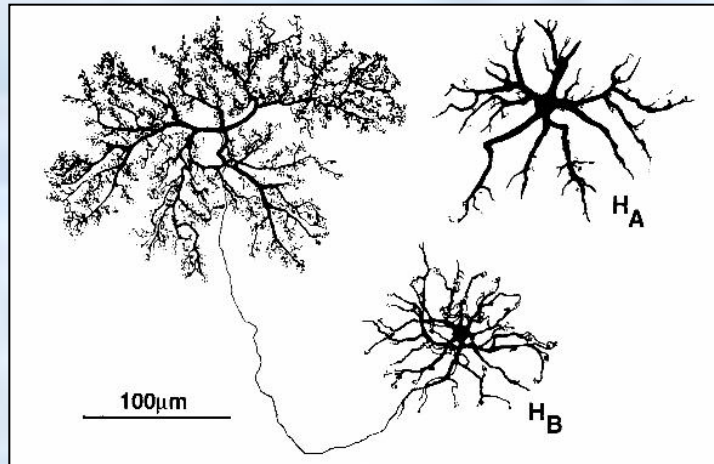


Классификация нейронов

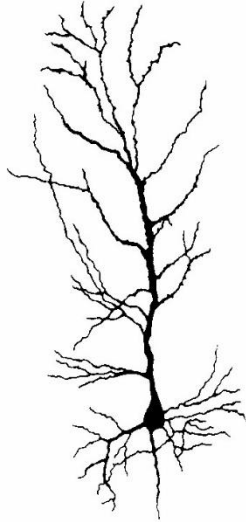


Камилло Гольджи изобрел метод серебрения мембран нервных клеток.

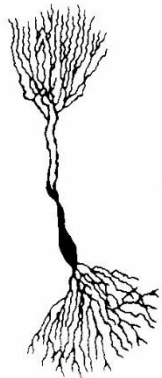
Сантьяго Рамон-и-Кахаль, используя метод Гольджи, исследовал особенности строения нейронов различных отделов центральной нервной системы



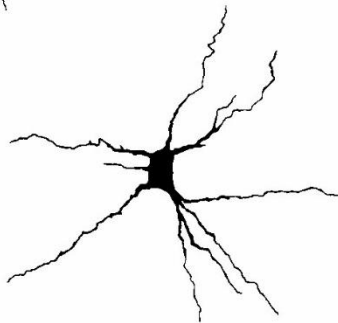
пирамидная клетка



клетка Пуркинью

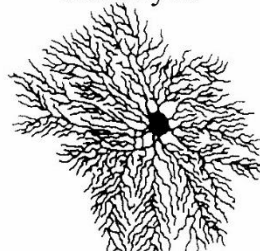


двойная пирамида
гиппокампа



большая клетка
ретикулярной формации

нейрон
таламуса



клетка-зерно

Виды нейронов

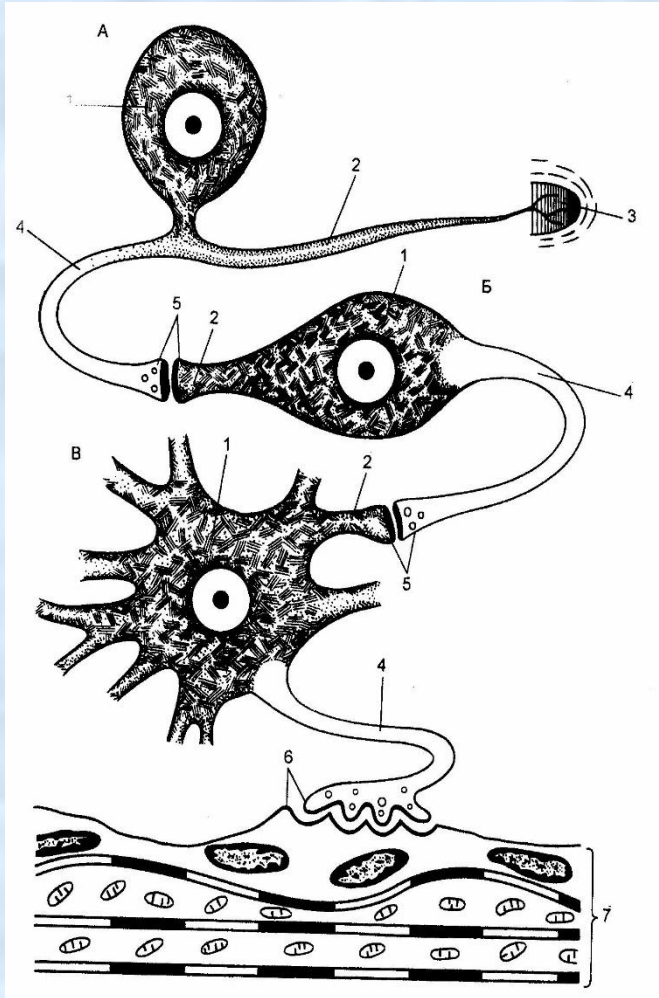
В различных отделах нервной системы морфологически нейроны отличны друг от друга:

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

Классификация нейронов

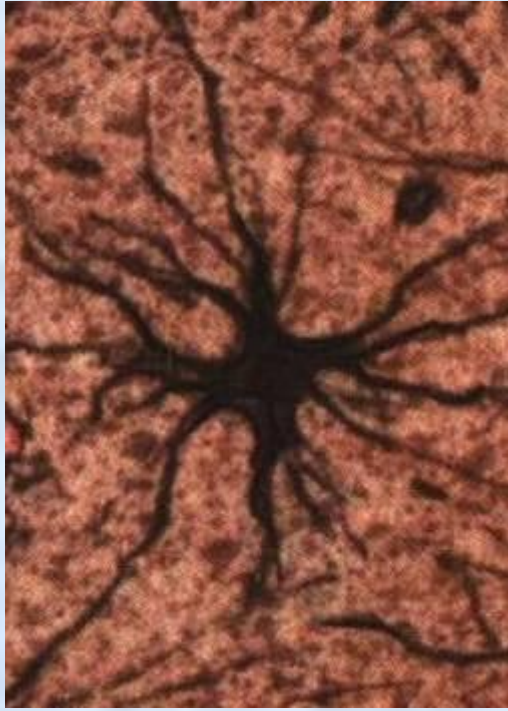
Функциональная

- **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.



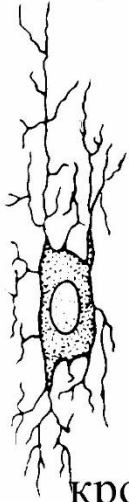
Нервный импульс по нейрону проходит только в одном направлении: дендрит □ тело □ аксон

Глиоциты (нейроглия)

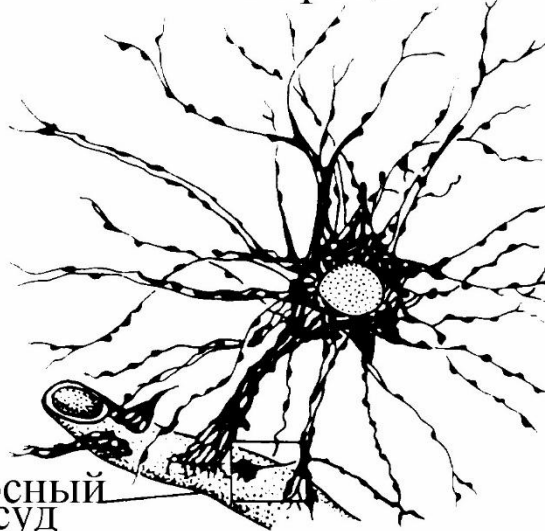


- Не проводят нервный импульс.
- **Функции:**
 - **опорная** – поддержание тела и отростки нейронов, обеспечивая их надлежащее взаиморасположение – подмена межклеточного вещества.
 - **изоляционная** – изолируют тела и отростки нервных клеток друг от друга,
 - **трофическая** – касаются отростками стенок 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

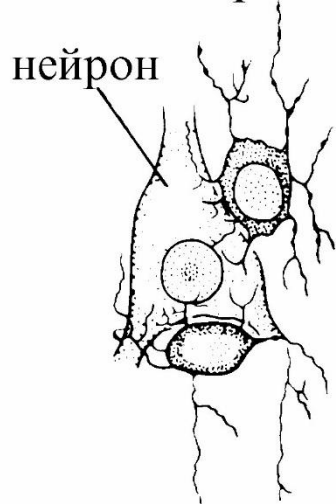


фиброзный
астроцит

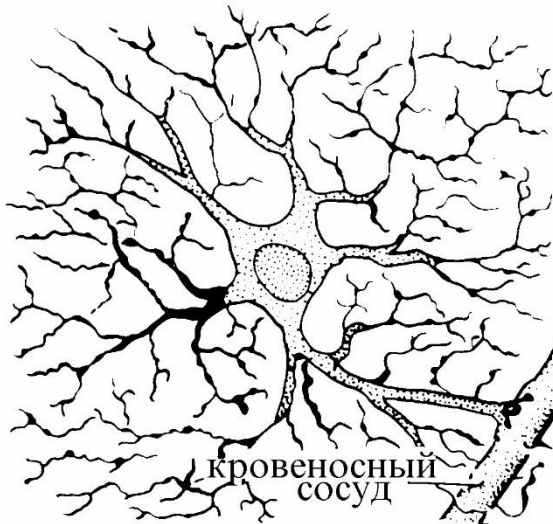


кровеносный
сосуд

периневральный
олигодендроцит



протоплазматический
астроцит



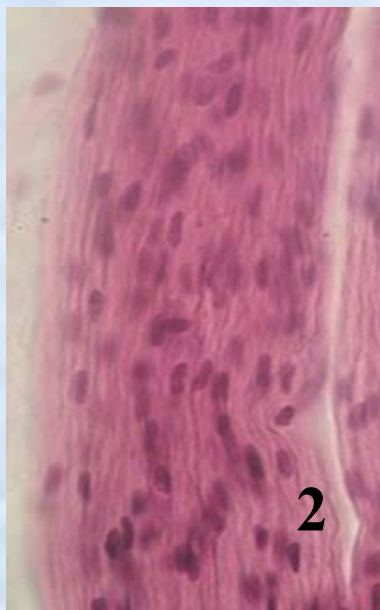
кровеносный
сосуд

Виды глиоцитов

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

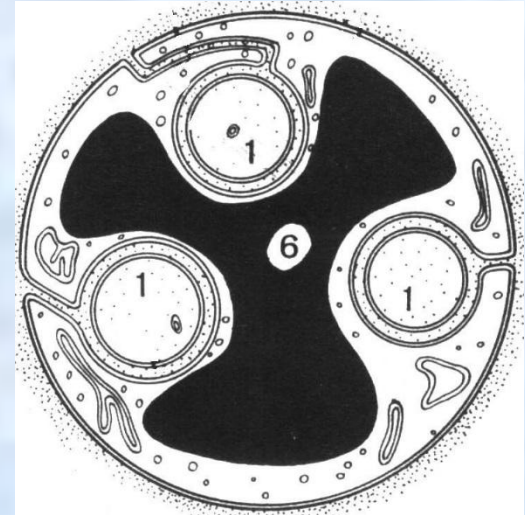
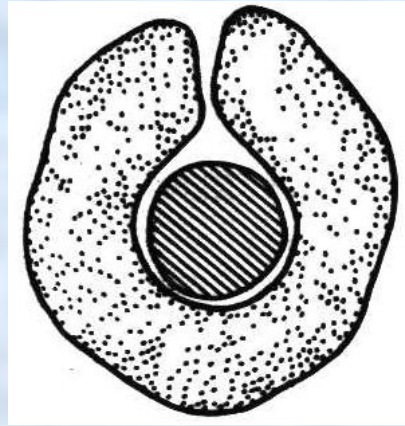
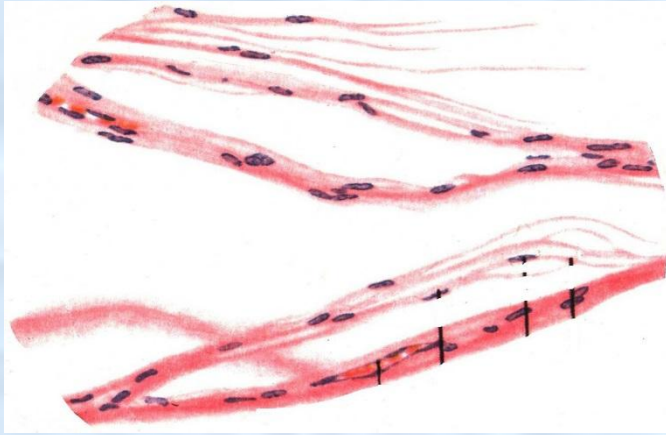
- олигодендроциты;
- астроциты;
- микроглиальные клетки.

Нервные волокна



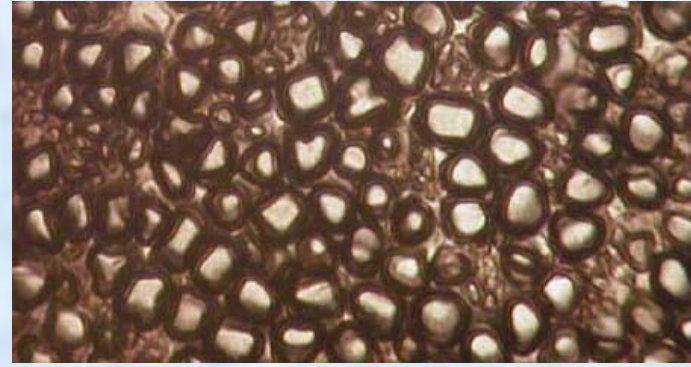
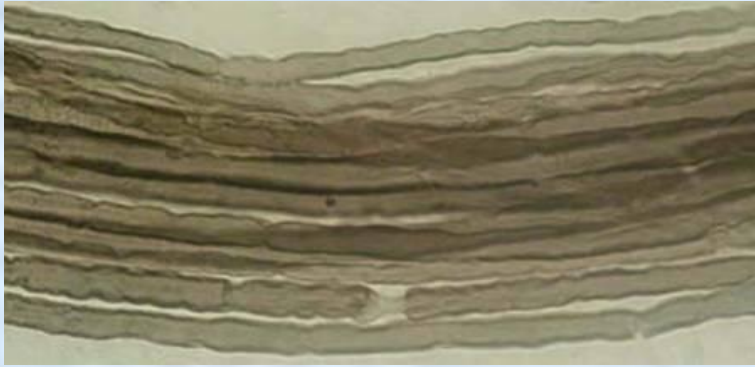
- В основе нервного волокна лежит отросток нервной клетки (чаще аксон) – осевой цилиндр.
- Каждое периферическое нервное волокно (отросток) одето тонким слоем глиальных клеток – *невролеммой* или *шванновской оболочкой*.
- В одних случаях между нервным волокном и цитоплазмой шванновских клеток имеется 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



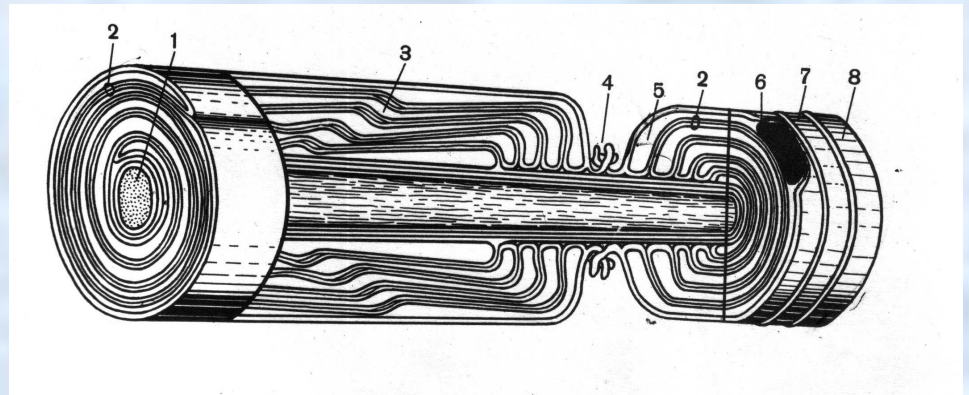
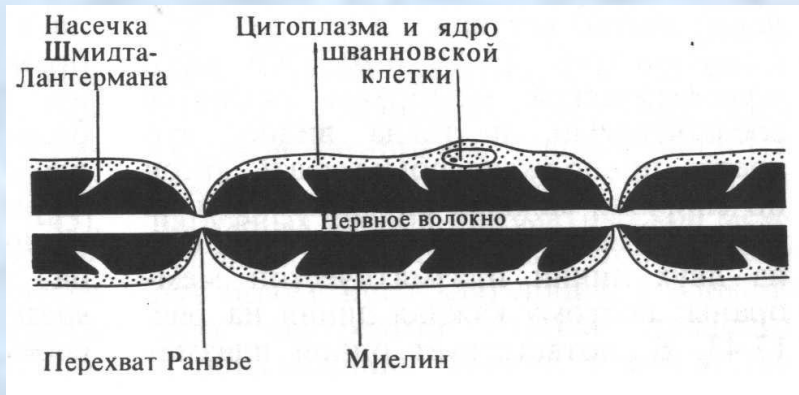
- Серые, не имеют миелиновой оболочки.
- Защищены шванновскими клетками: пучки волокон расположены так, что каждое волокно проходит в желобке; оно как бы вдавлено в цитоплазму шванновской клетки.
- На любом уровне вдоль нерва можно видеть, что каждая шванновская клетка защищает таким образом от 5 до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

Миелинизированное волокно



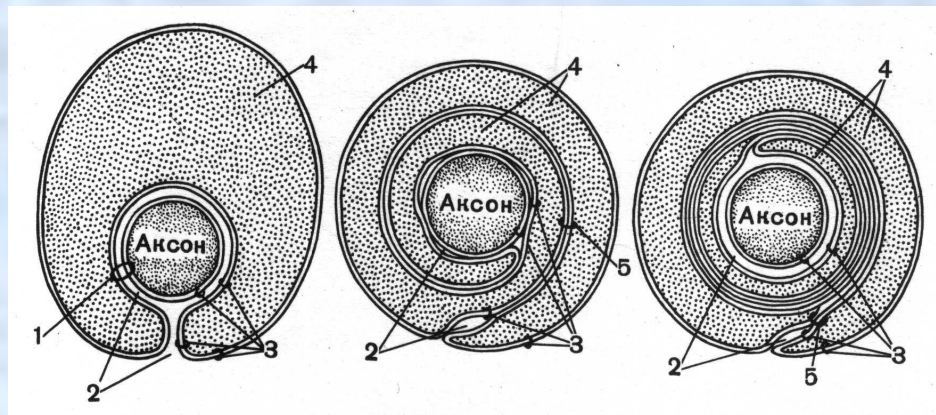
- Белые, имеют жироподобную миелиновую оболочку;
- Миелин – липопротеидный комплекс (холестерин, фосфолипиды, гликолипиды, белки);
- Изоляция более совершенная;
- Характерны для центральной нервной системы и соматического отдела периферической нервной системы;
- Скорость проведения импульса от 70 до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

Миелинизированное волокно



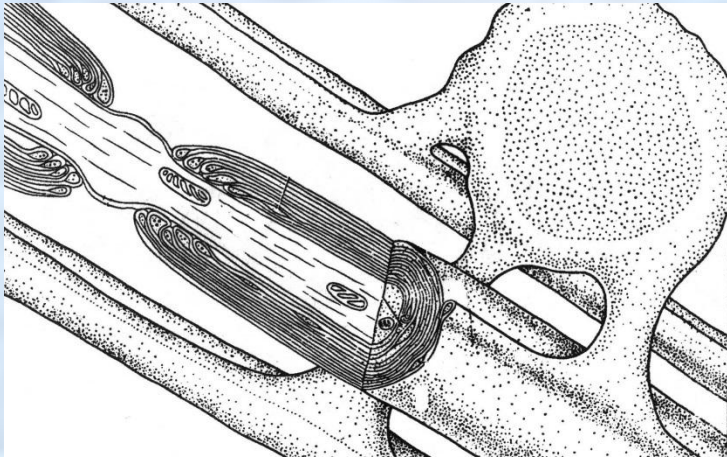
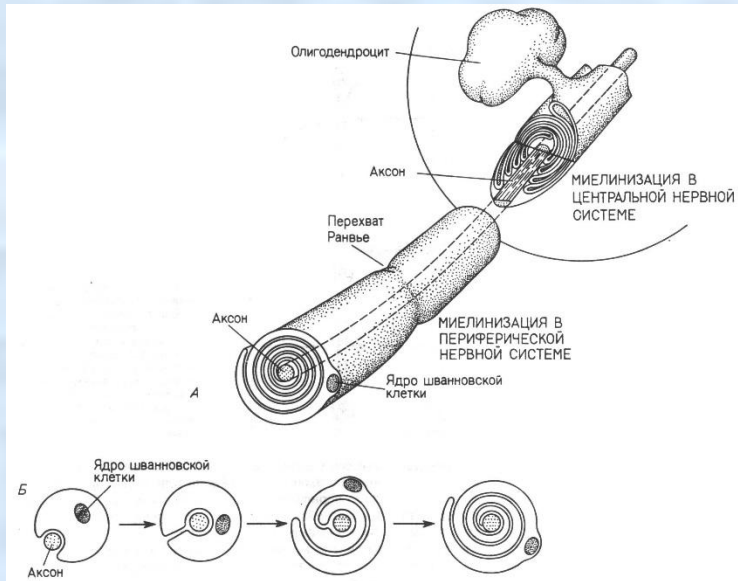
- Миелин покрывает нервное волокно не сплошь, а прерывается через регулярные промежутки так называемыми перехватами Ранвье.
- В перехватах миелин отсутствует, так что отростки шванновских клеток приближаются к аксоному, не покрывая ее полностью.
- Расстояние между последовательными перехватами Ранвье 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.

- *Безмиелиновые* (безмякотные) волокна в периферической нервной системе состоят из одного или нескольких осевых цилиндров, погружённых в цитолемму окружающего их леммоцита. Мезаксон (дубликатура мембраны) короткий. Передача возбуждения в безмиелиновых волокнах происходит по поверхности нерва через изменение поверхностного заряда.
- 2) В зависимости от скорости проведения нервного импульса различают следующие типы нервных волокон

- **Тип А** имеет подгруппы:
- - *Aa* — обладают наибольшей скоростью проведения возбуждения — 70-120 м/с (соматические двигательные нервные волокна);
- - *Ab* — скорость проведения составляет 40-70 м/с. Это соматические афферентные нервы и некоторые эфферентные соматические нервы;
- - *Ag* — скорость проведения составляет 15-40 м/с — афферентные и эфферентные симпатические и парасимпатические нервы;
- - *Ad* (дельта) — скорость проведения 5-18 м/с. По этой группе афферентных соматических нервов проводятся первичная (быстрая) боль.
- **Тип В** — скорость проведения от 3 до 14 м/с — преганглионарные симпатические волокна, некоторые парасимпатические волокна, то есть это вегетативные нервы.
- **Тип С** — скорость проведения 0,5-3 м/с: постганглионарные вегетативные волокна (безмиелиновые). Проводят болевые импульсы медленной вторичной боли (от рецепторов пульпы зуба).

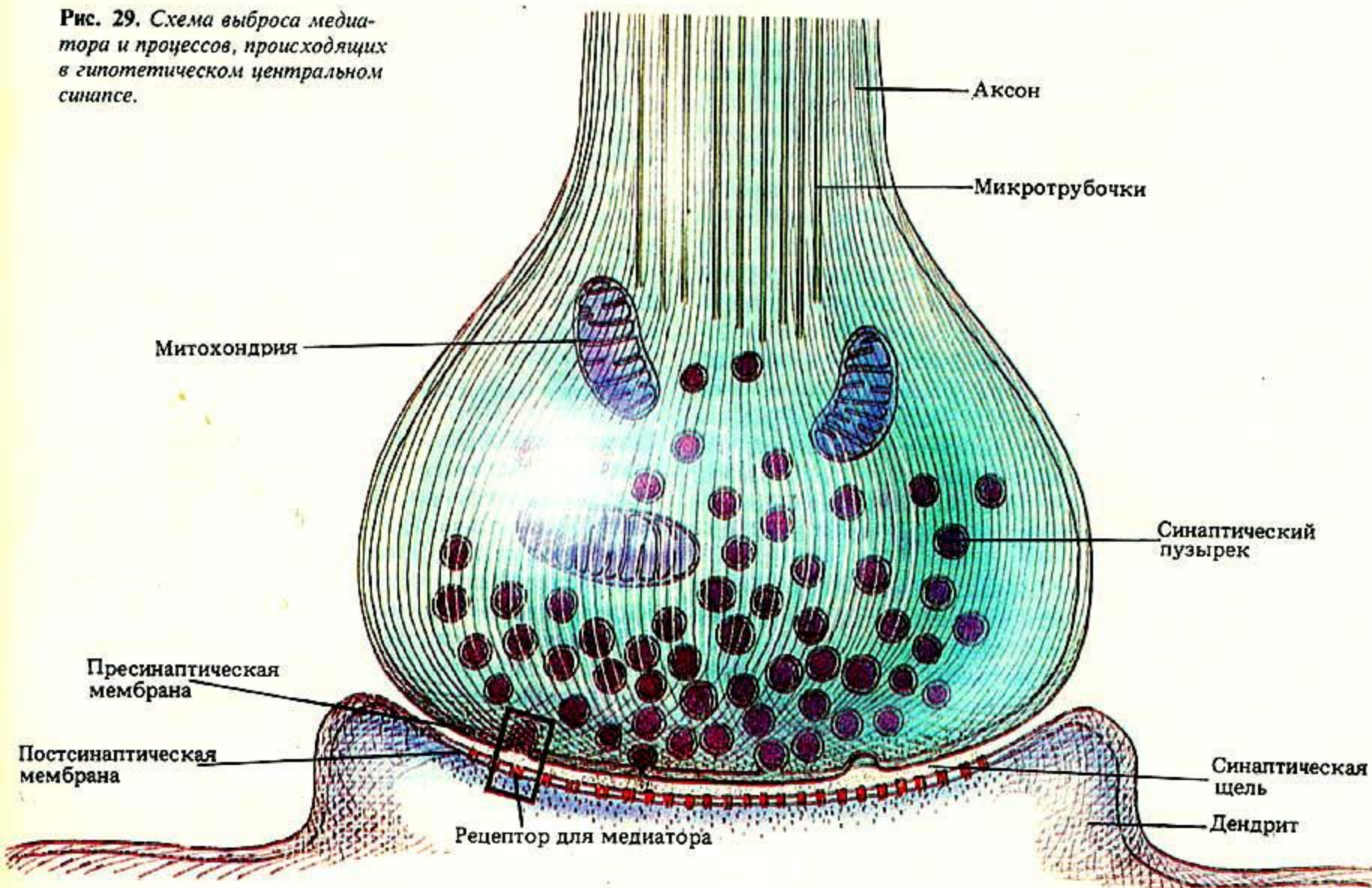
- **Синапсы**

- **Синапсы** – это специфические контакты нейронов, обеспечивающие передачу возбуждения от одной нервной клетки к другой. В зависимости от способов передачи возбуждения выделяют химические и электрические синапсы.
- Эволюционно более древними и примитивными являются **электрические синаптические контакты**. Они по строению близки к щелевидным контактам (нексусам). Считается, что обмен происходит в обе стороны, но имеются случаи, когда возбуждение передаются в одном направлении. Такие контакты часто встречаются у низших беспозвоночных и хордовых. У млекопитающих электрические контакты имеют большое значение в процессе межнейронных взаимодействий в эмбриональном периоде развития.

- ***Химические синапсы.***
- Химические синапсы для передачи возбуждения от одной нервной клетки к другой используют специальные вещества – *медиаторы*, от чего и получили свое название. Кроме медиаторов ими используются и *модуляторы*. Модуляторы это специальные химические вещества, которые сами возбуждения не вызывают, но могут либо усиливать, либо ослаблять чувствительность к медиаторам (то есть модулировать пороговую чувствительность клетки к возбуждению).
- ***Химический синапс обеспечивает однонаправленную передачу возбуждения. Строение химического синапса:***

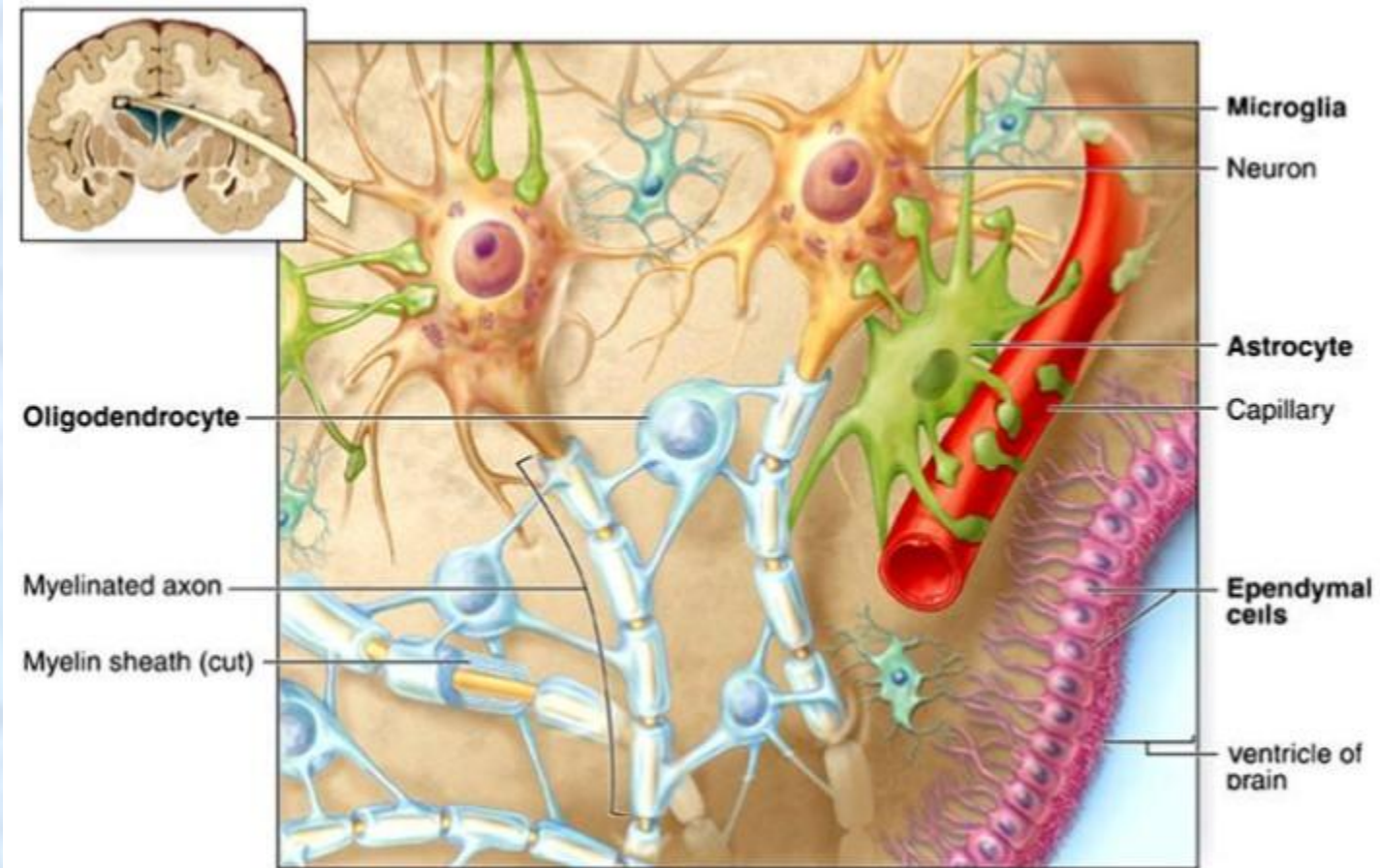
- 1) *Пресинаптическая зона* – пресинаптическое расширение, наиболее часто представляющее собой терминаль аксона, в котором содержатся синаптические пузырьки, элементы цитоскелета (нейротубулы и нейрофиламенты), митохондрии;
- 2) *Синаптическая щель*, которая принимает медиаторы из пресинаптической зоны;
- 3) *Постсинаптическая зона* – это электронноплотное вещество с рецепторами к медиатору на мембране другого нейрона.

Рис. 29. Схема выброса медиатора и процессов, происходящих в гипотетическом центральном синапсе.



Нейроглия

Нейроглия — группа клеток нервной ткани, находящиеся между нейронами, различают **микроглию** и **макроглию**.



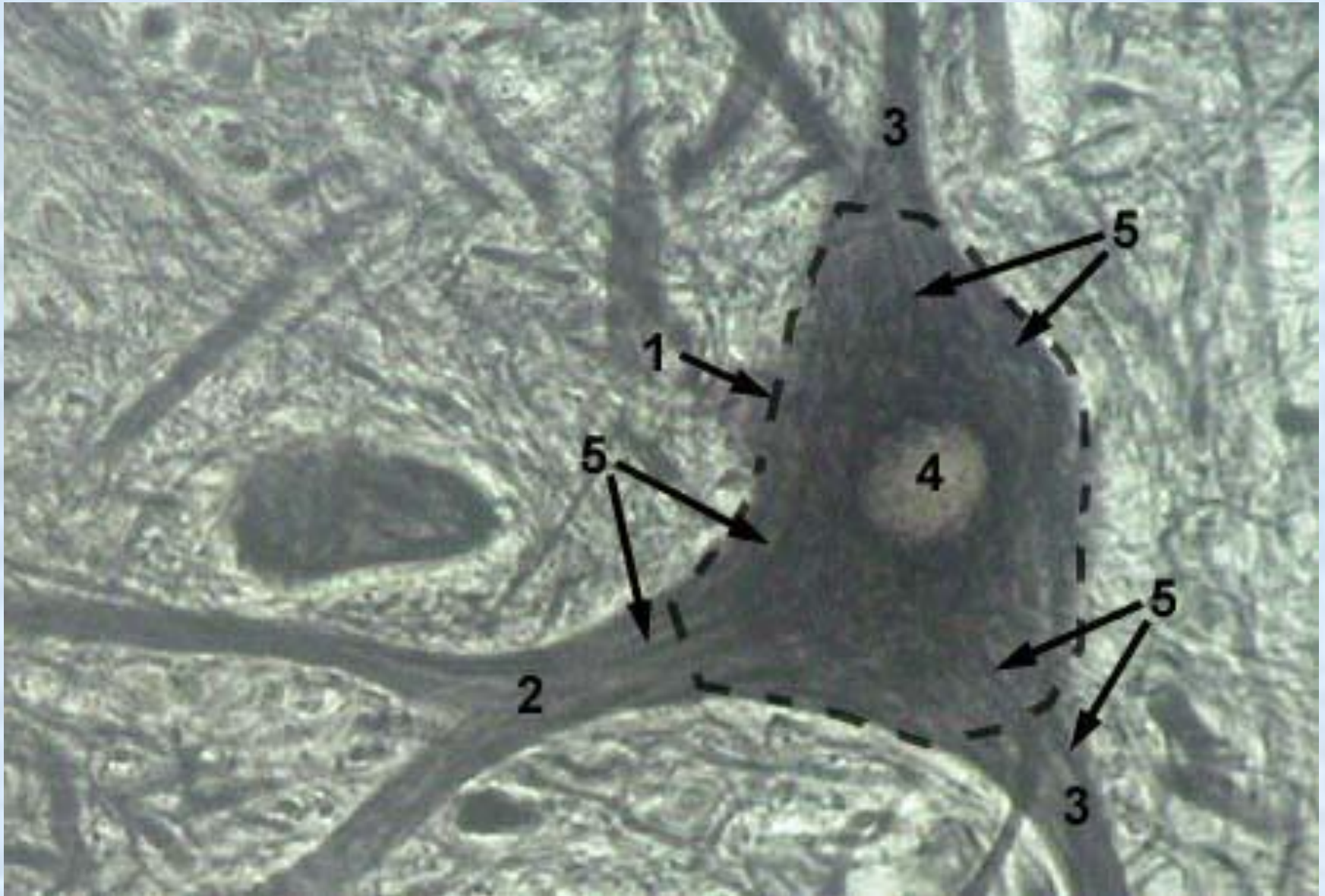
Макроглия

- **Макроглия ЦНС** подразделяется на следующие клетки: астроциты (волокнистые и протоплазматические), олигодендроциты и эпендимоциты (в том числе и танициты).
- **Макроглия периферической нервной системы:** сателлитоциты и леммоциты (шванновские клетки).
- **Функции макроглии:** защитная, трофическая, секреторная.
- ***Астроциты*** – звездчатые клетки, многочисленные отростки которых ветвятся и окружают другие структуры мозга. Астроциты есть только в ЦНС и анализаторах – производных нервной трубки.



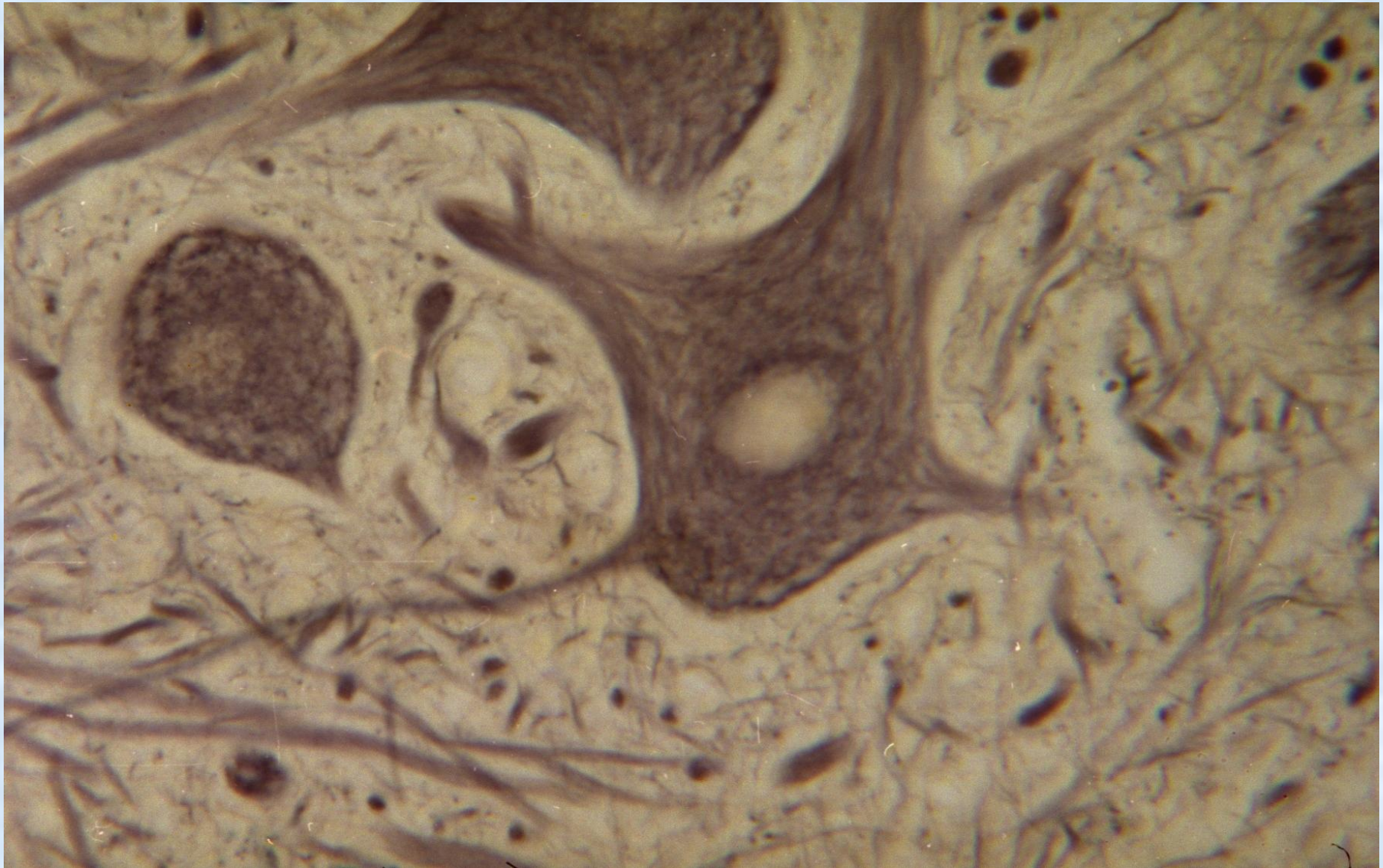
- **Виды астроцитов: *волокнистые и протоплазматические астроциты.***
- Терминали отростков обоих типов клеток имеют пуговичные расширения (ножки астроцитов), большинство из которых заканчивается в периваскулярном пространстве, окружая капилляры и образуя периваскулярные глиальные мембраны.
- *Волокнистые астроциты* имеют многочисленные, длинные, тонкие, слабо или совсем не ветвящиеся отростки. В основном присутствуют в белом веществе мозга.

- *Протоплазматические* астроциты отличаются короткими, толстыми и сильно ветвящимися отростками. Имеются преимущественно в сером веществе мозга. Астроциты располагаются между телами нейронов, немиелинизированной и миелинизированной частями нервных отростков, синапсами, кровеносными сосудами, подэпендимными пространствами, изолируя и в то же время структурно связывая их.



- ***Олигодендроциты*** – клетки с небольшим числом отростков, способные к образованию миелиновых оболочек вокруг тел и отростков нейронов. Олигодендроциты находятся в сером и белом веществе ЦНС, в периферической нервной системе располагаются разновидности олигодендроцитов – леммоциты (шванновские клетки). Олигодендроциты и их разновидности характеризуются способностью образовывать дупликатуру мембраны – *мезаксон*, который окружает отросток нейрона, образуя миелиновую или безмиелиновую оболочку.

- **Леммоциты (шванновские клетки)** периферической нервной системы характеризуются удлинёнными, темноокрашенными ядрами, слабо развитыми митохондриями и синтетическим аппаратом (гранулярная, гладкая ЭПС, пластинчатый комплекс). Леммоциты окружают отростки нейронов в периферической нервной системе, образуя миелиновую или безмиелиновую оболочки. В области формирования корешков спинномозговых и черепно-мозговых нервов леммоциты формируют скопления (глиальные пробки), предотвращая проникновение отростков ассоциативных нейронов ЦНС за ее пределы.



- **Эпендимоциты**, или эпендимная глия – клетки низкопризматической формы, образующие непрерывный пласт, покрывающий полости мозга. Эпендимоциты тесно прилежат друг к другу, формируя плотные, щелевидные и десмосомальные контакты. Апикальная поверхность содержит реснички, которые у большинства клеток затем замещаются микроворсинками. Базальная поверхность имеет базальные впячивания (инвагинации), а также длинные тонкие отростки (от одного до нескольких), которые проникают до периваскулярных пространств микрососудов мозга.

- *Микроглия*
- *Микроглиоциты, или нейральные макрофаги* – клетки небольших размеров мезенхимного происхождения (производные моноцитов), диффузно распределенные в ЦНС, с многочисленными сильно ветвящимися отростками, способны к миграции.
Микроглиоциты – специализированные макрофаги нервной системы. Их ядра характеризуются преобладанием гетерохроматина. В цитоплазме обнаруживается много лизосом, гранул липофусцина; синтетический аппарат развит умеренно.
- Функции микроглии: защитная (в том числе иммунная).