

Нервная ткань

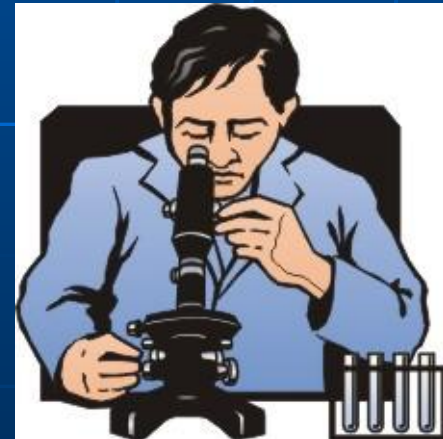


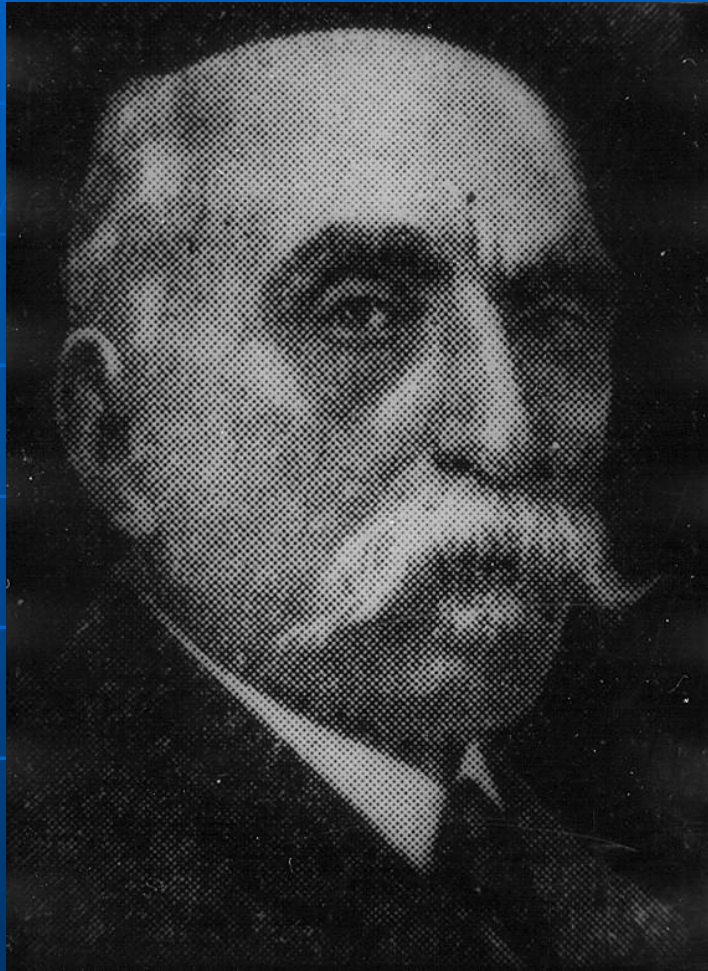
«В течение бесконечного развития живое вещество дошло до создания такого органа, который по своей исключительной сложности и трудно понятным функциональным свойствам представляет собой вершину биологической организации. Этим органом является нервная ткань.»

Сантьято Рамон и Кахал, 1899 г.

Нервная система по количеству клеток одна из самых крупных в организме человека.

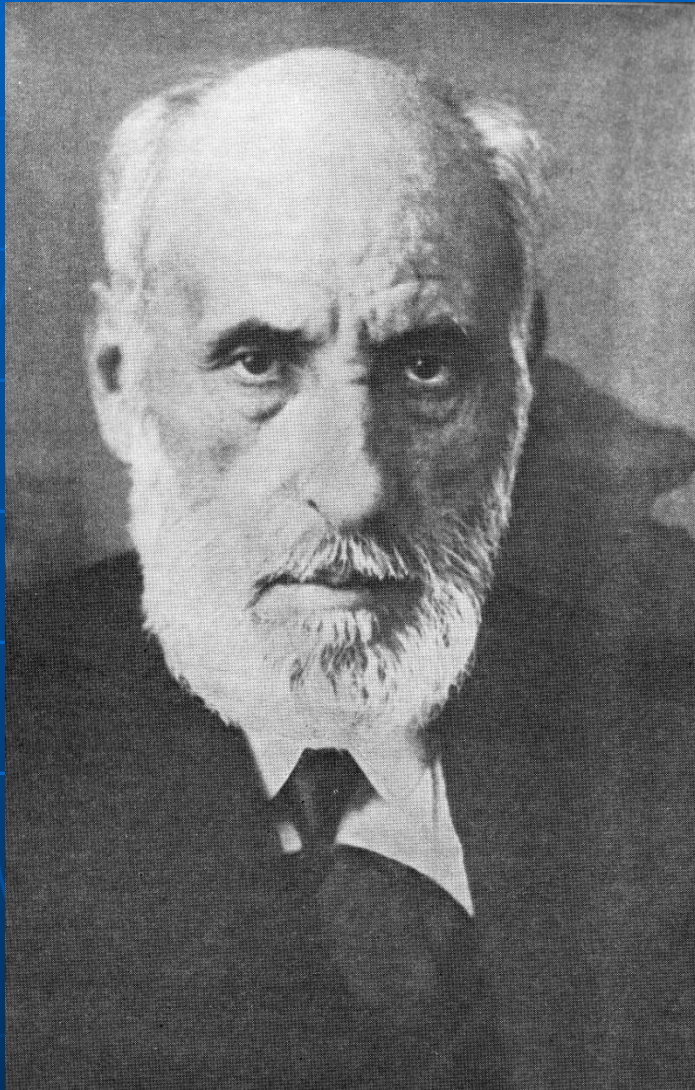
- Нейронов около триллиона (10^{12})
- Глиоцитов - 10^{13}
- Синапсов больше на несколько порядков





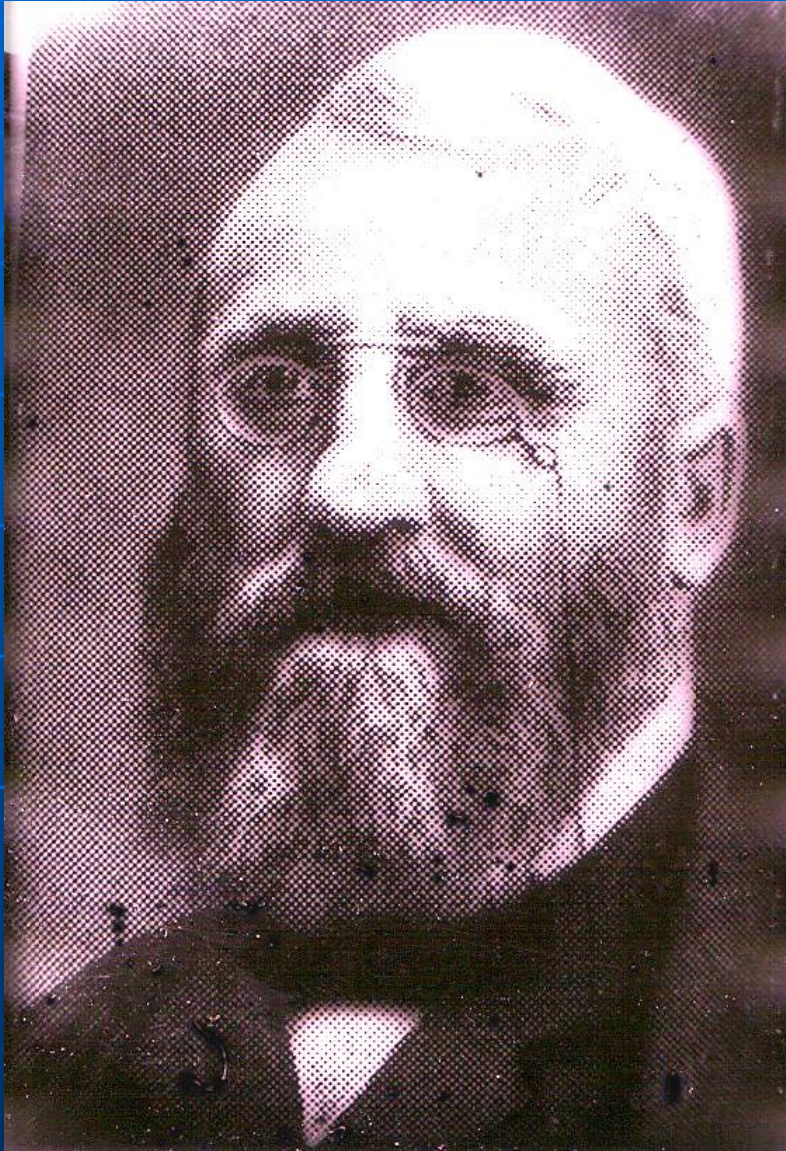
- Итальянская школа
Камилло Гольджи
(1844-1926 гг.)

Создал хромсеребряный
метод импрегнации
нейронов, выявил
шипики на дендритах.



- Испанская школа
Сантьяго Рамон и
Кахал (1852-1934
гг.)

Создал нейронную
теорию. Лауреат
нобелевской премии,
1906 г.

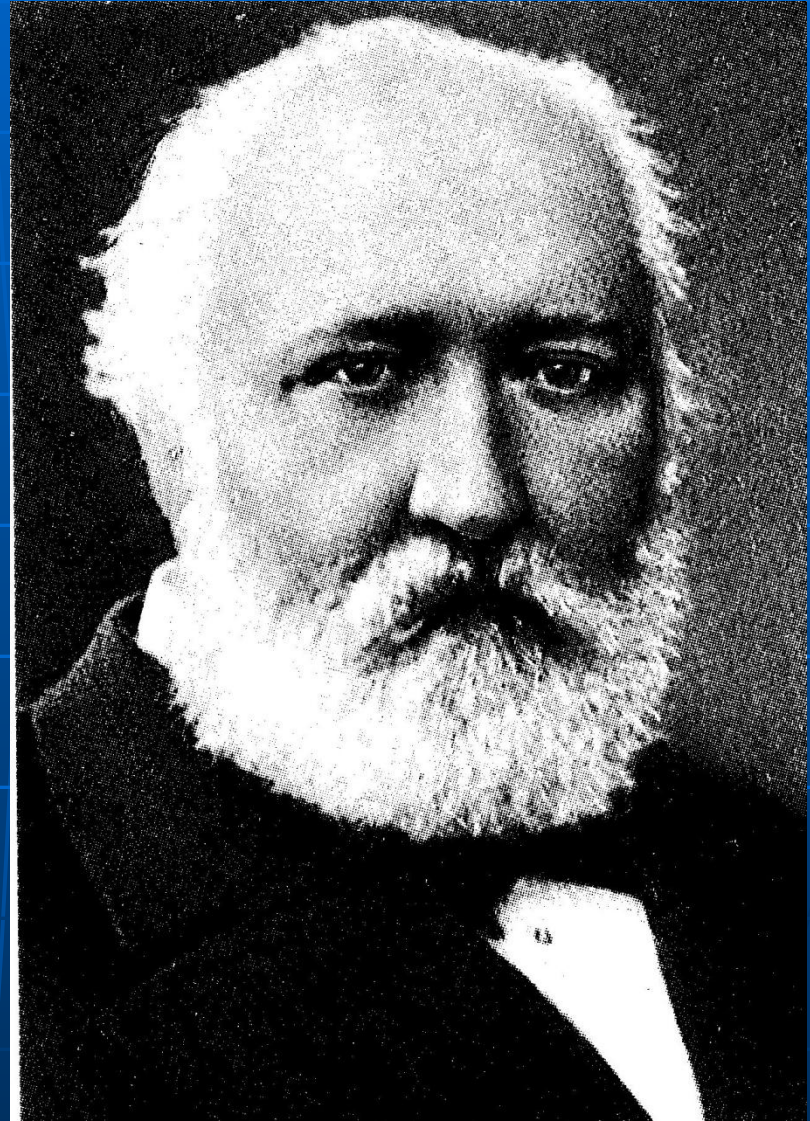


- Французская школа
Луи Ранвье
(1835-1922гг.)

Детально описал
нервное волокно.

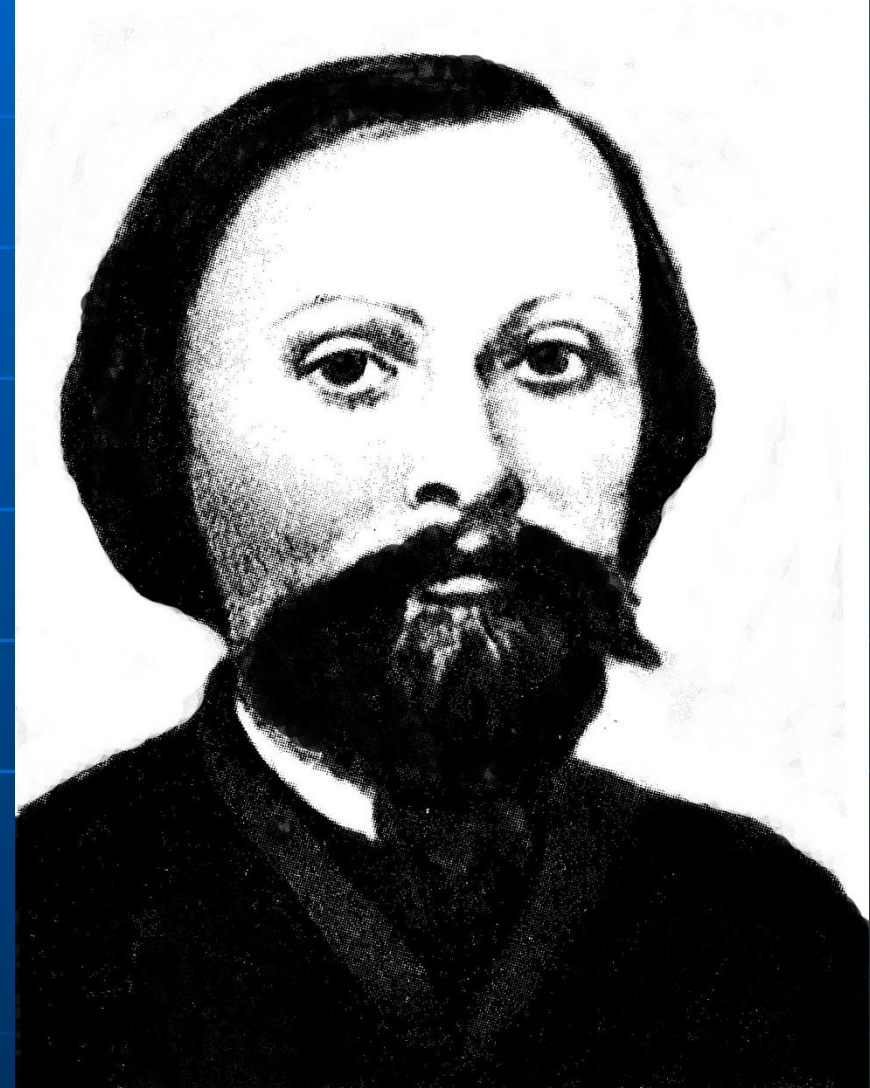
- Санкт-Петербург
Ф.В. Овсянников
(1827-1906 гг.)

Гистология ЦНС,
открыл сосудисто-
двигательный
центр в
продолговатом
мозге.



- Москва
А.И. Бабухин
(1827-1891 гг.)

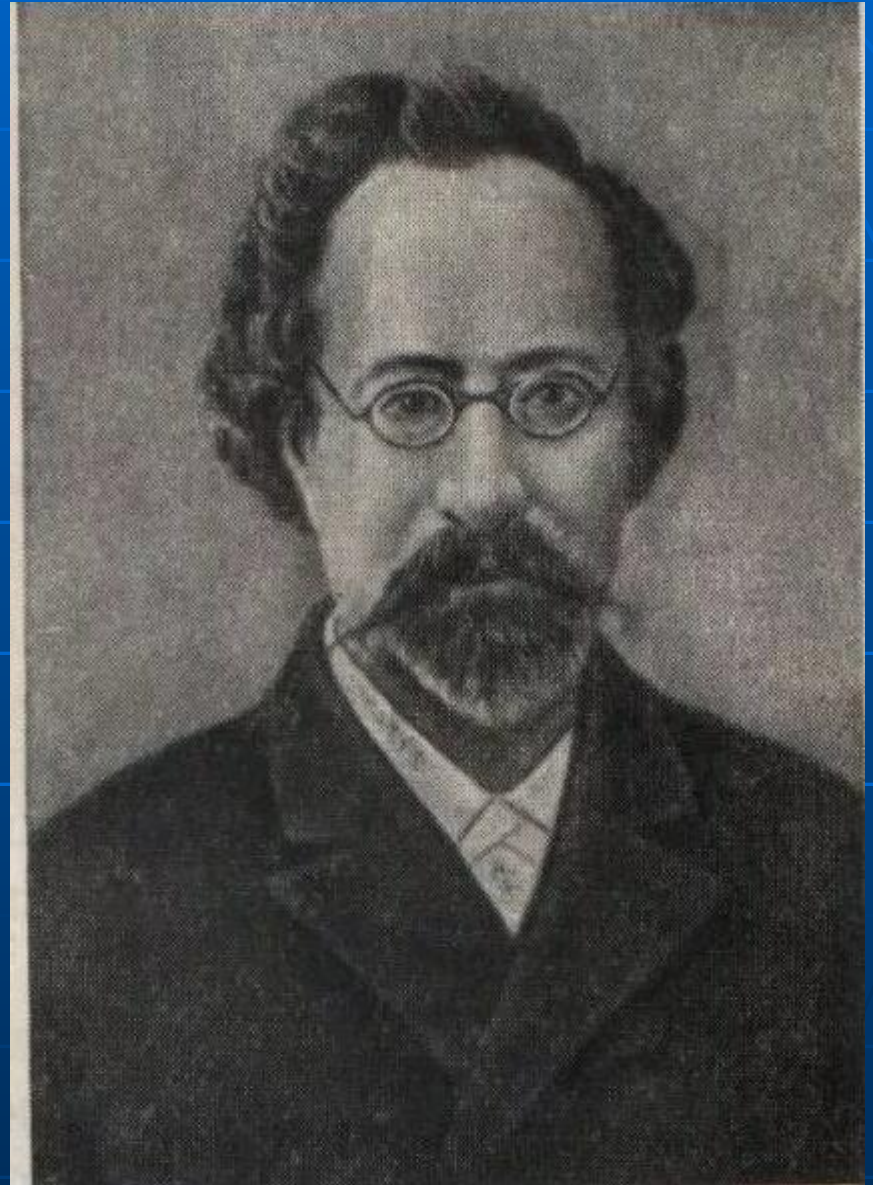
Гистология
нервной ткани,
органов чувств,
детально описал
отростки
нейронов.



- Киев

В.А. Бец (1834-1894
гг.)

Морфология головного
мозга, описал
гигантские
пирамидальные
нейроны
коры.



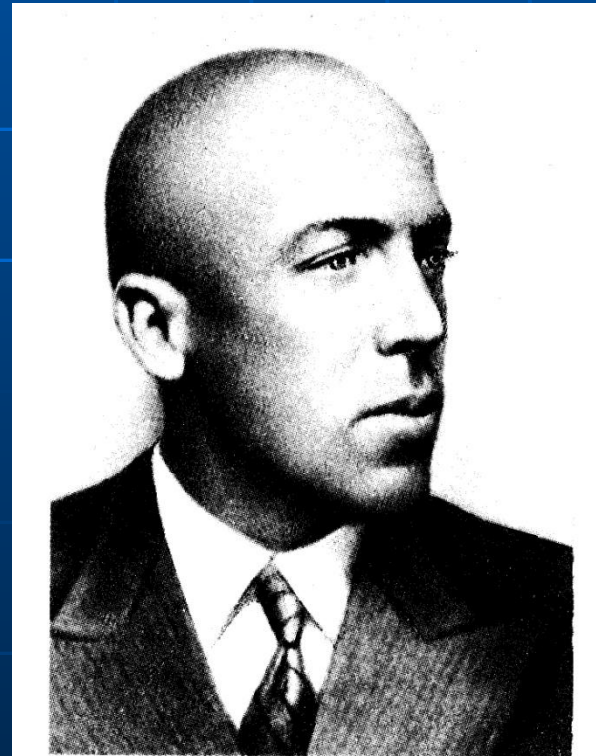
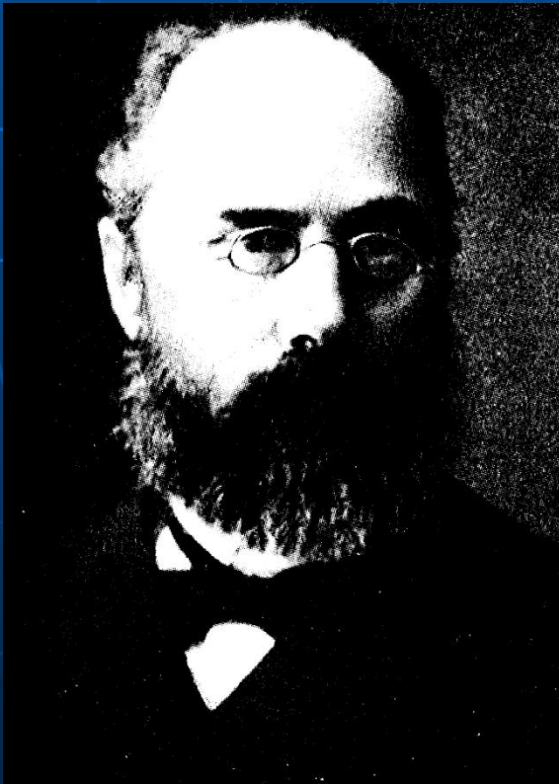
■ Казань

К.А. Арнштейн (1840-1919 гг.)

Гистология центральной и периферической нервной системы органов чувств. Разработан метод выявления нервных элементов с помощью суправитальной окраски метиленовой синью.

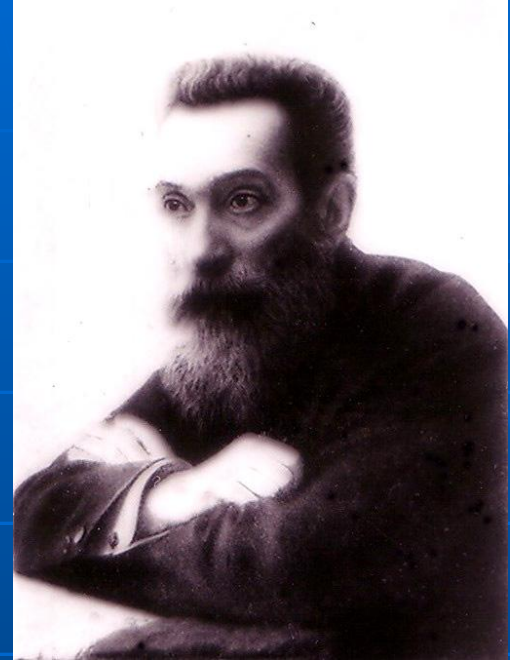
Б.И. Лаврентьев (1892-1944 гг.)

Гистология вегетативной нервной системы



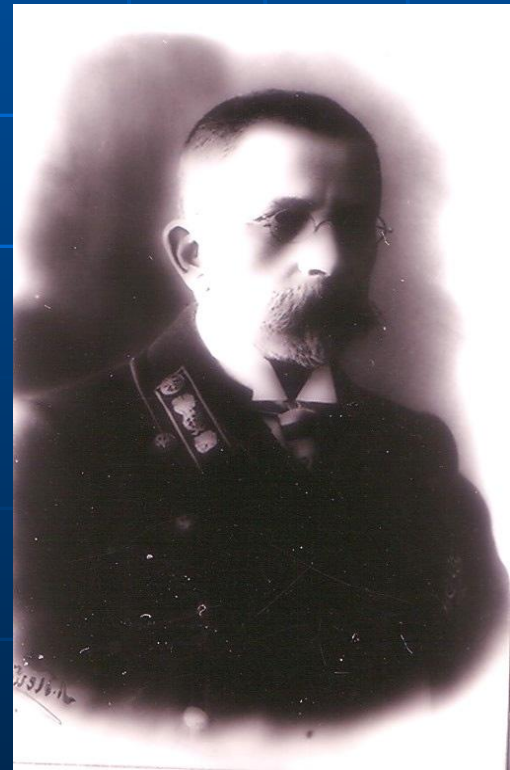
■ Томск

А.С. Догель (1852-1922
гг.)



А.Е. Смирнов (1857-1910
гг.)

Гистология сетчатки,
головного и спинного
мозга, спинальных
ганглиев, нервных
окончаний в различных
органах.



Нервная ткань состоит из 2-х основных гистологических компонентов

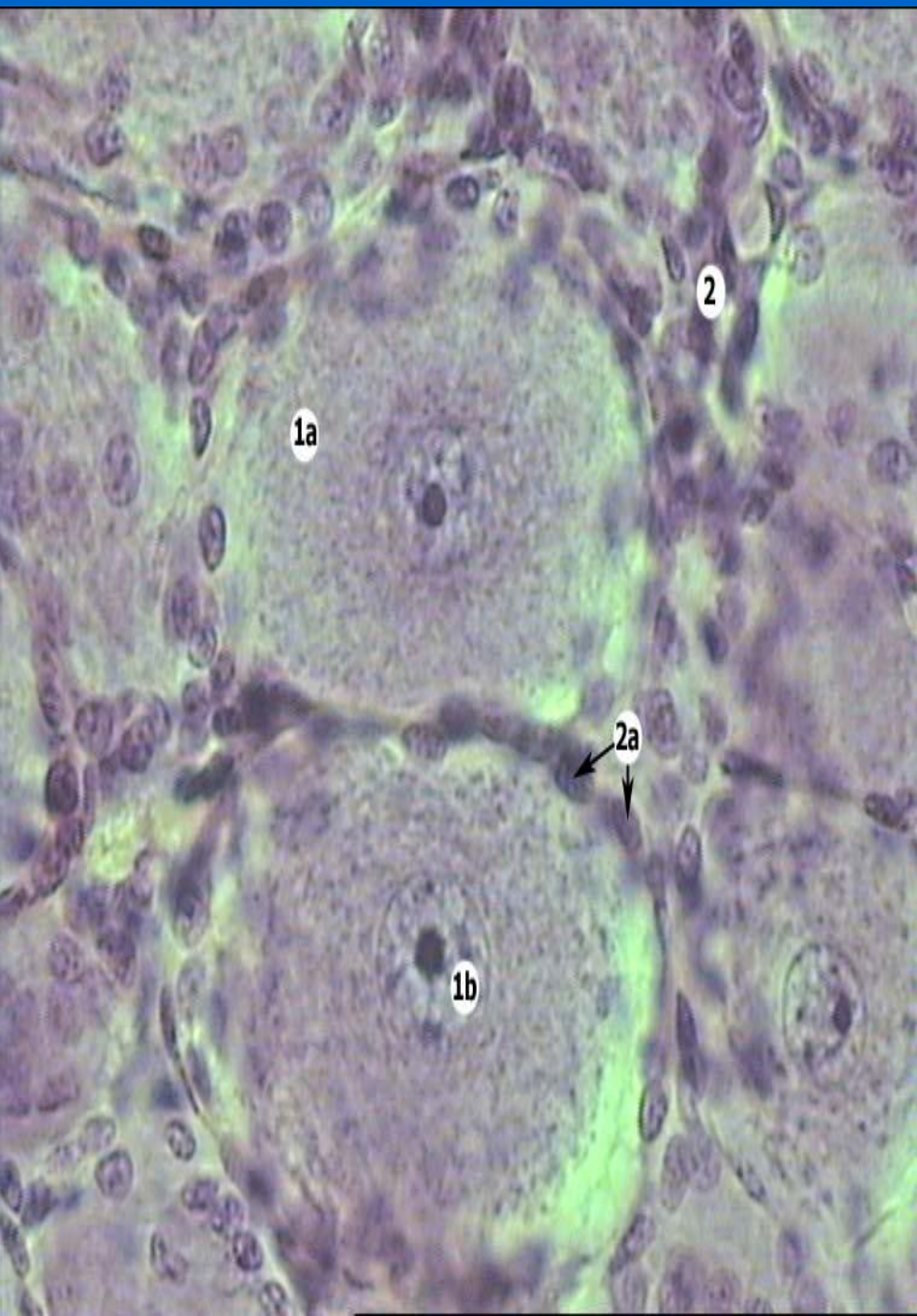
1. Нервные клетки (нейроны) с их отростками и окончаниями. Выполняют специфические функции.
2. Глиальные клетки. Выполняют вспомогательные функции.

Структурно-функциональной единицей нервной ткани является нейрон. Нейроны относятся к стабильным популяциям клеток и восстановление их происходит только путем внутриклеточной регенерации. Нервные клетки в организме не способны к пролиферации и обновлению.

Строение нейрона

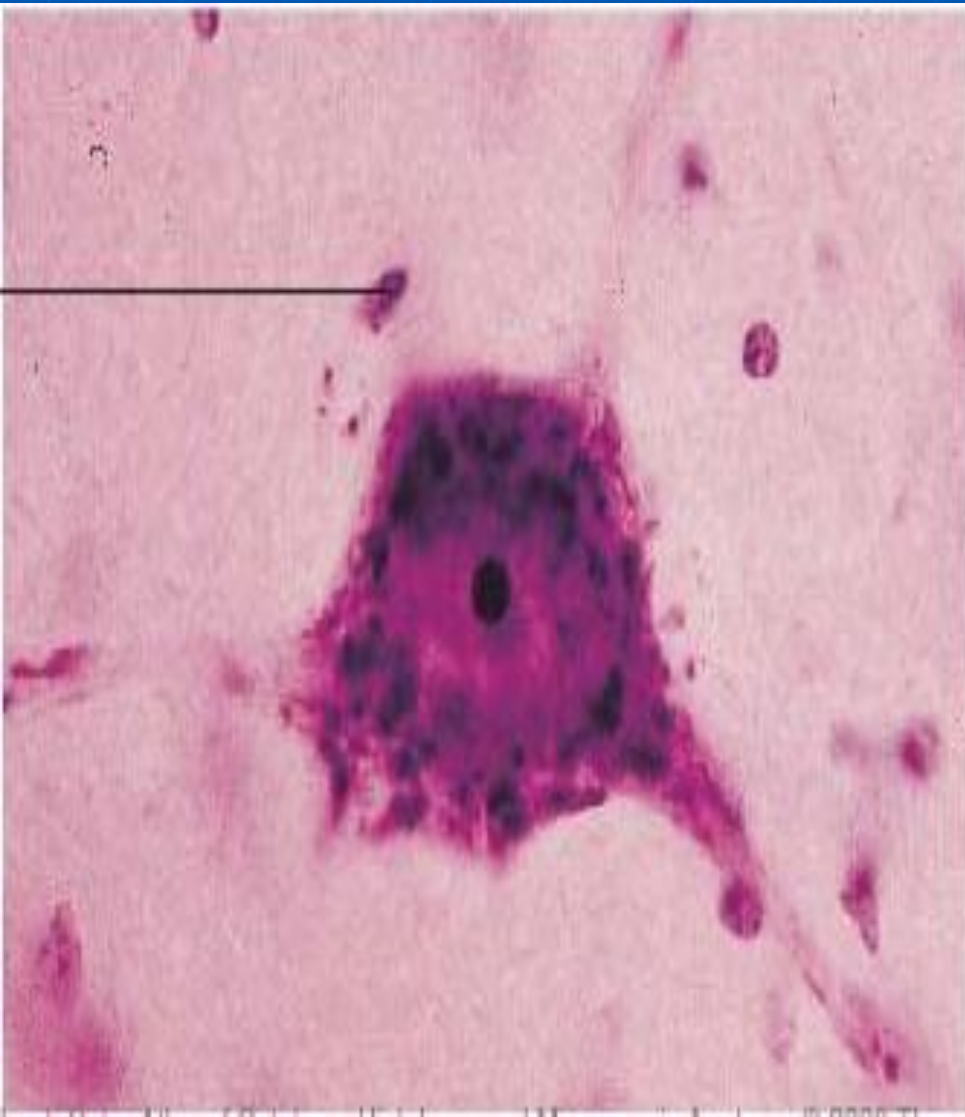


- Размеры варьируют от 4 мкм — клетки-зерна мозжечка; до 130 мкм — клетки Беца коры мозга
- В нейроне имеется плазмолемма (неврилемма) (1) тело (перикарион) (2), отростки (аксон (3) и дендриты (4)).



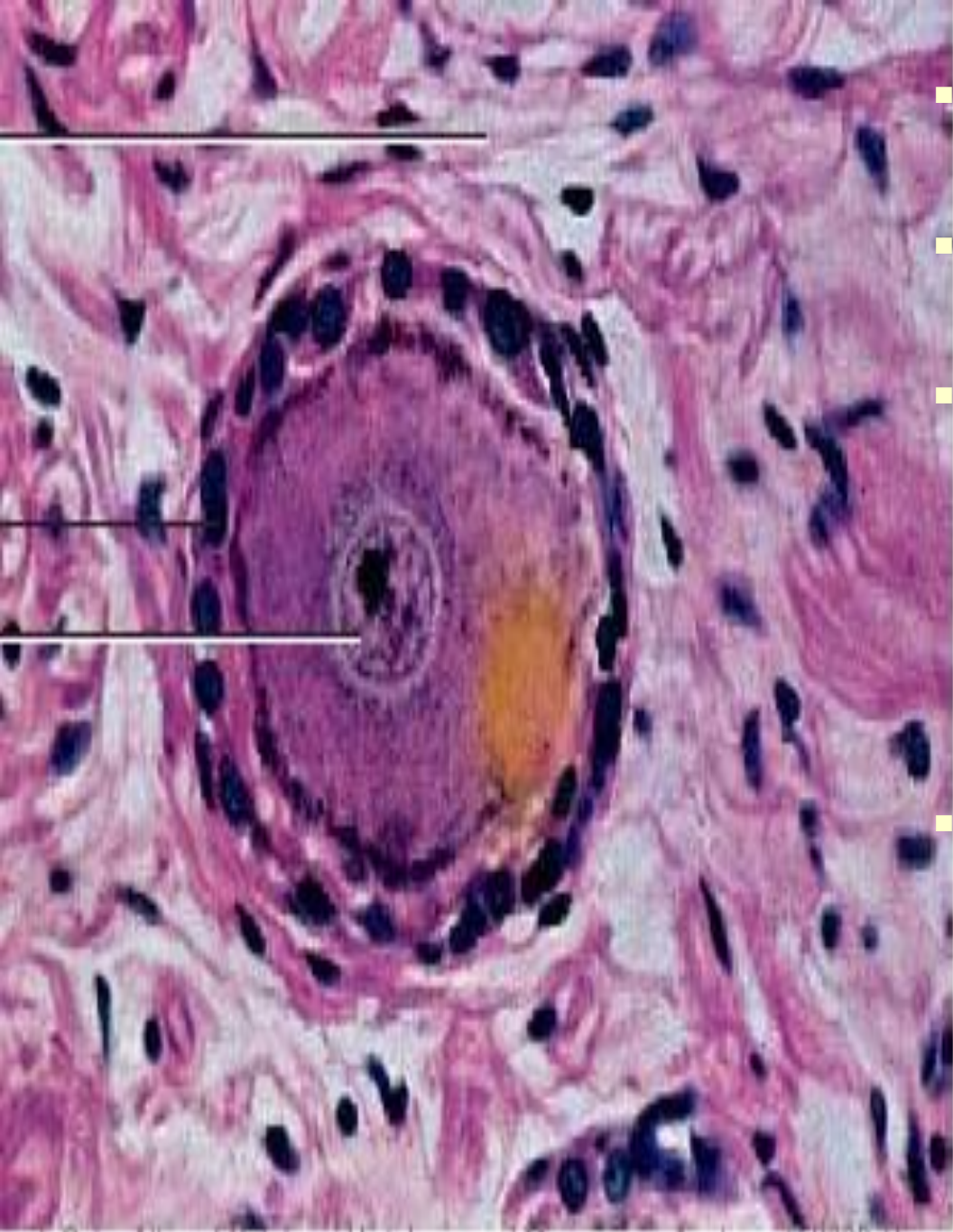
- Плазмолемма нейрона (неврилемма) выполняет барьерную, обменную, рецепторную функцию, а также осуществляет проведение нервного импульса

Строение тела нейрона (перикариона)

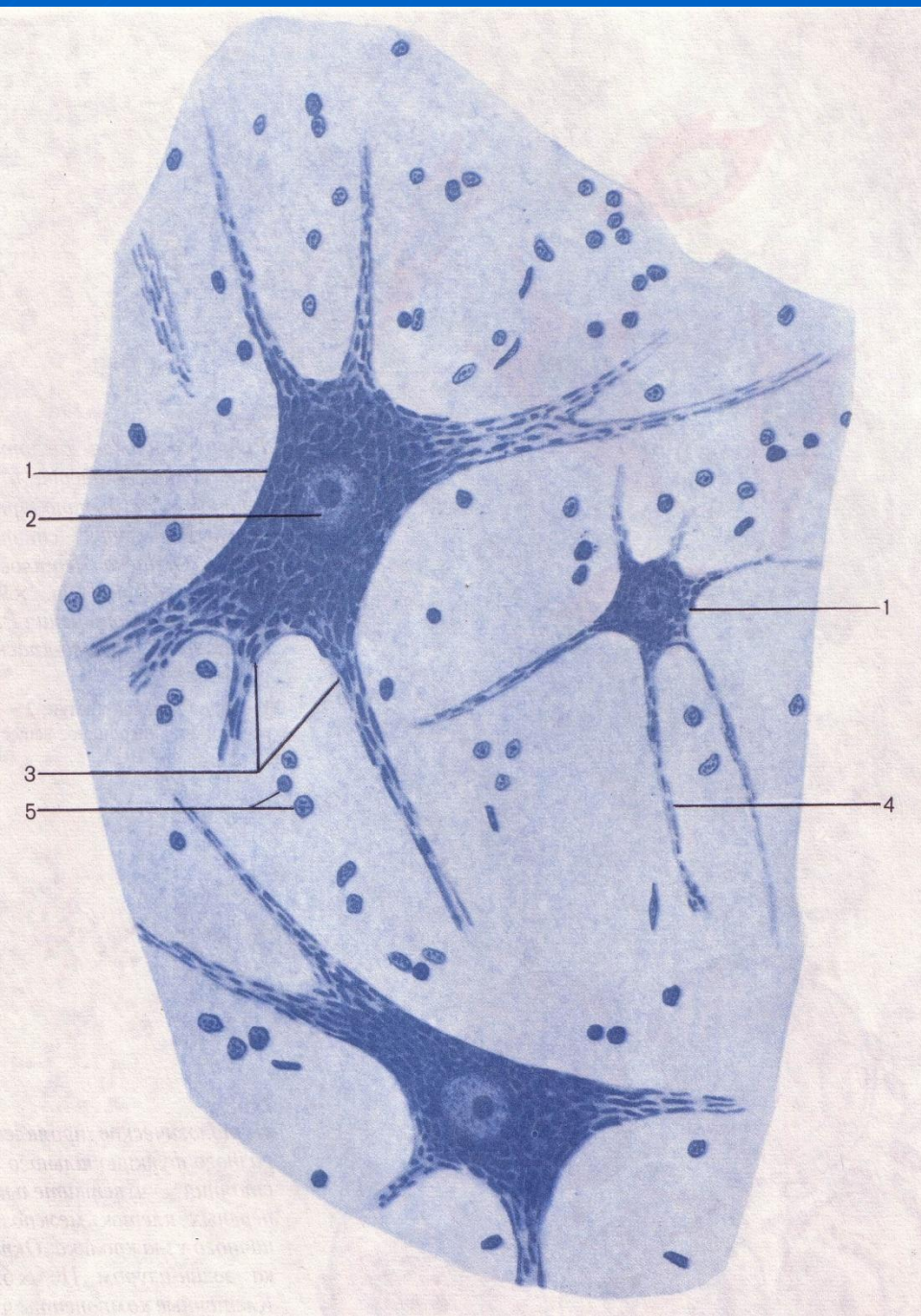


В перикарионе
выделяют:

- Ядро
- Комплекс Гольджи
- Гранулярную
эндоплазматическую
сеть
- Митохондрии
- Лизосомы
- Элементы
цитоскелета



- Хроматин в перикарионе мелкодисперсный,
- ядрышко - крупное, умеренно базофильное .
- Комплекс Гольджи выражен. Он расположен между ядром и местом отхождения аксона. Впервые был описан в грушевидных нейронах мозжечка.
- Значение: распределение синтезируемых белков, концентрация полисахаридов, образование лизосом.



- Гранулярная цитоплазматическая сеть хорошо развита. Она соответствует глыбкам хроматофильного вещества - тигроида, субстанции Ниссля.
- Митохондрии многочисленны. Преобладает аэробный путь метаболизма. Чувствительны к гипоксии.
- Лизосомы, служат для расщепления органических веществ, аутофагоцитоза, стареющих и поврежденных органелл.



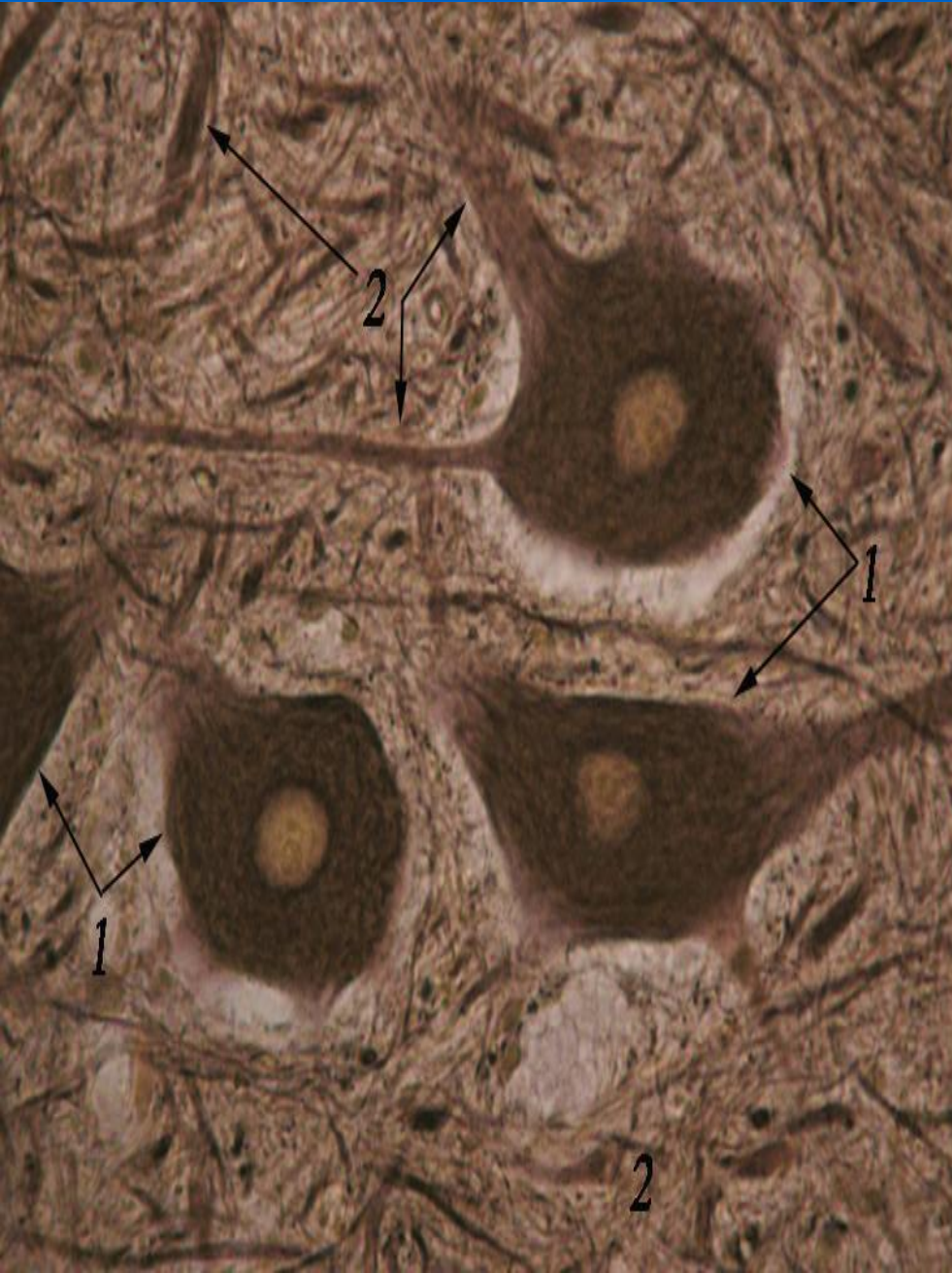
- Основными компонентами цитоскелета являются нейрофибриллы.

В теле нейрона они имеют разнообразное направление, а в отростках – параллельное. Их толщина составляет 0,5 – 3 мкм. Нейрофибриллы состоят из нейрофиламентов диаметром 6-10 нм

Функция

- Механическая, скелетная
- Обеспечение внутриклеточного транспорта.

Отростки нейронов



- Аксон (нейрит) – длинный прямой отросток. Всегда один. Длина может варьировать от 1 мм до 1 м. Он проводит раздражение от тела нервной клетки к другим нейронам или на эффекторные структуры.
- Дендриты – короткие, ветвящиеся отростки. Их множество. Они проводят раздражение к телу нейрона.

Отличия от нейрита (аксона) от дендрита

Дендриты	Аксон
многочисленны	всегда один
относительно короткие	длиннее (до 1 метра у человека)
истончаются по диаметру к периферии	толщина сравнительно постоянная
многочисленные разветвления отходят под острым углом	единичные коллатерали под прямым углом
разветвления начинаются вблизи перикариона	на значительном расстоянии

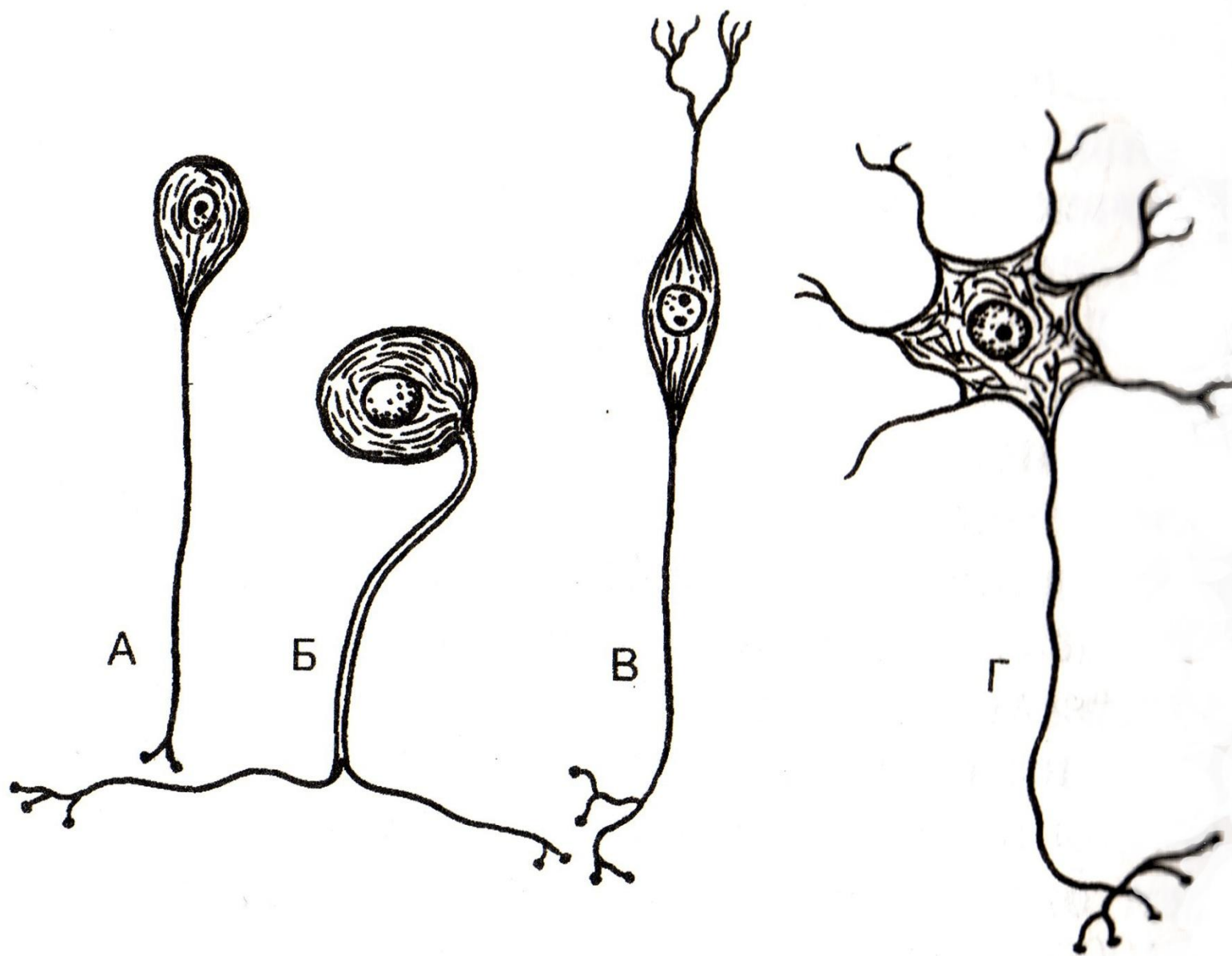
Классификация нейронов

I. Функциональная

1. Сенсорные (чувствительные, рецепторные, афферентные) – дендриты образуют чувствительные нервные окончания.
Пример: псевдоуниполярные нейроны спинальных ганглиев.
2. Двигательные (моторные, эффекторные) – аксон образует эффекторное нервное окончание на мышцах, железах.
Пример: двигательные нейроны передних рогов спинного мозга.
3. Ассоциативные – располагаются между сенсорными и двигательными.

II. Морфологическая (по количеству отростков)

1. Униполярные – один отросток аксон. Имеется у беспозвоночных, у человека нет. Некоторые авторы относят фоторецепторный нейрон к униполярным.
2. Псевдоуниполярные – от тела отходит один отросток, который Т-образно делится на два: аксон и дендрит (в спинальных ганглиях).
3. Биполярные – два отростка: дендрит и аксон (в сетчатке, внутреннем ухе).
4. Мультиполярные – многоотростчатые, много дендритов, один аксон.



III. По составу нейромедиаторов (много типов)

- Холинергические – нейромедиатор ацетилхолин (ядро блуждающего нерва, передние рога спинного мозга и др.)
- Адренергические – норадреналин (симпатический отдел вегетативной нервной системы)
- Пептидергические – различные аминокислоты (нейросекреторные клетки)
- Дофаминергические – дофамин (базальные ядра мозга)
- Серотонинергические – серотонин
- и др.

IV. По форме клеточного тела

- Более 60 типов: грушевидные, звездчатые, пирамидные,





- Функции нейрона:
 1. Восприятие нервного импульса
 2. Проведение нервного импульса

Нейроглия

- Глия от греч. – клей, склеивающее, связующее. Нейроглия – нервный клей. Термин ввел Рудольф Вирхов в 1846 г.
- Склеивает, соединяет нейроны, их отростки друг с другом, удерживая их на месте. В ЦНС почти нет соединительной ткани, только около крупных кровеносных сосудов.
- Количество глиоцитов примерно в 10 раз больше, чем нейронов.

Классификация

Глия ЦНС

1. Макроглия

а) астроглия (астроциты)

- плазматическая
- волокнистая

б) олигодендроглия (олигодендроглиоциты)

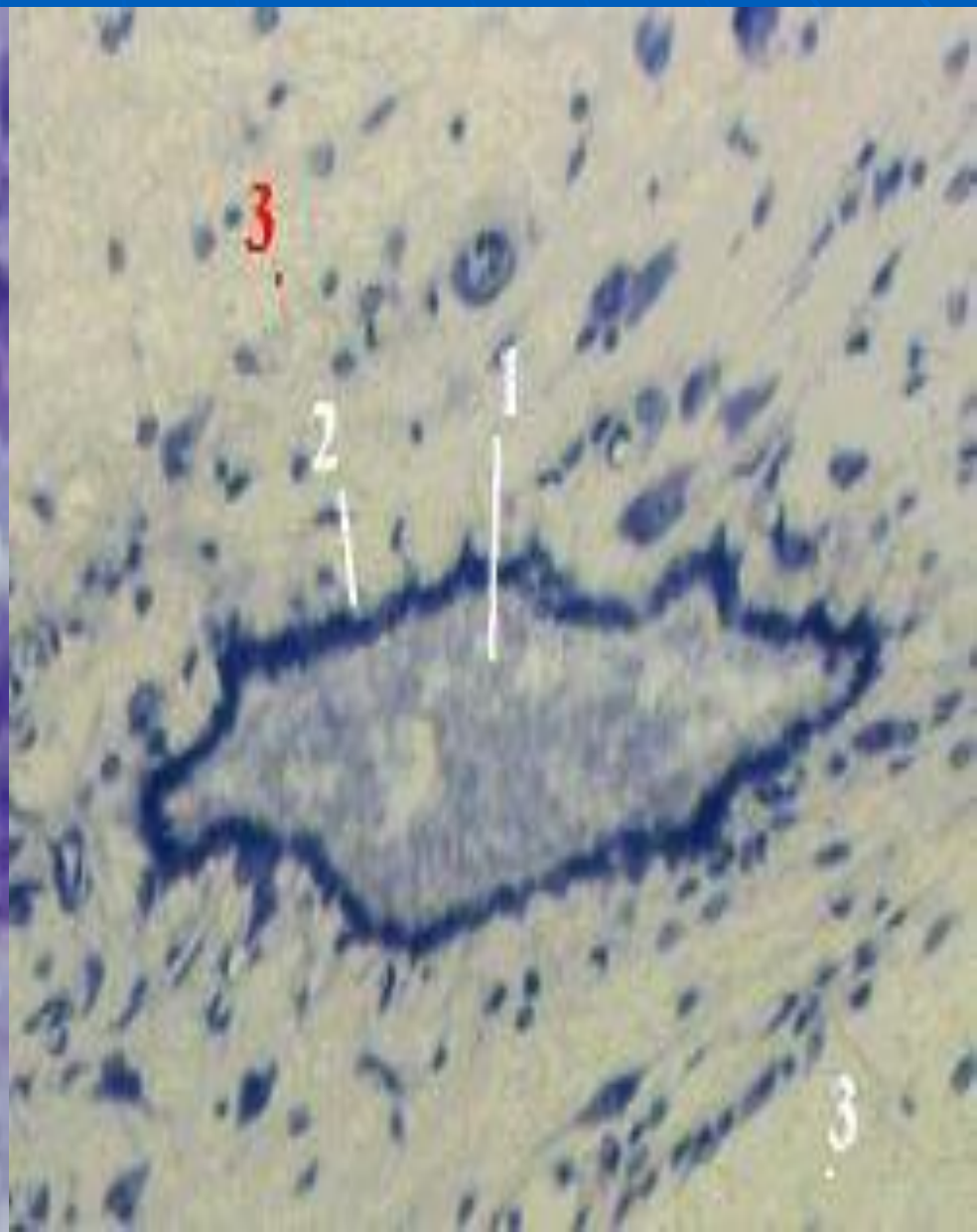
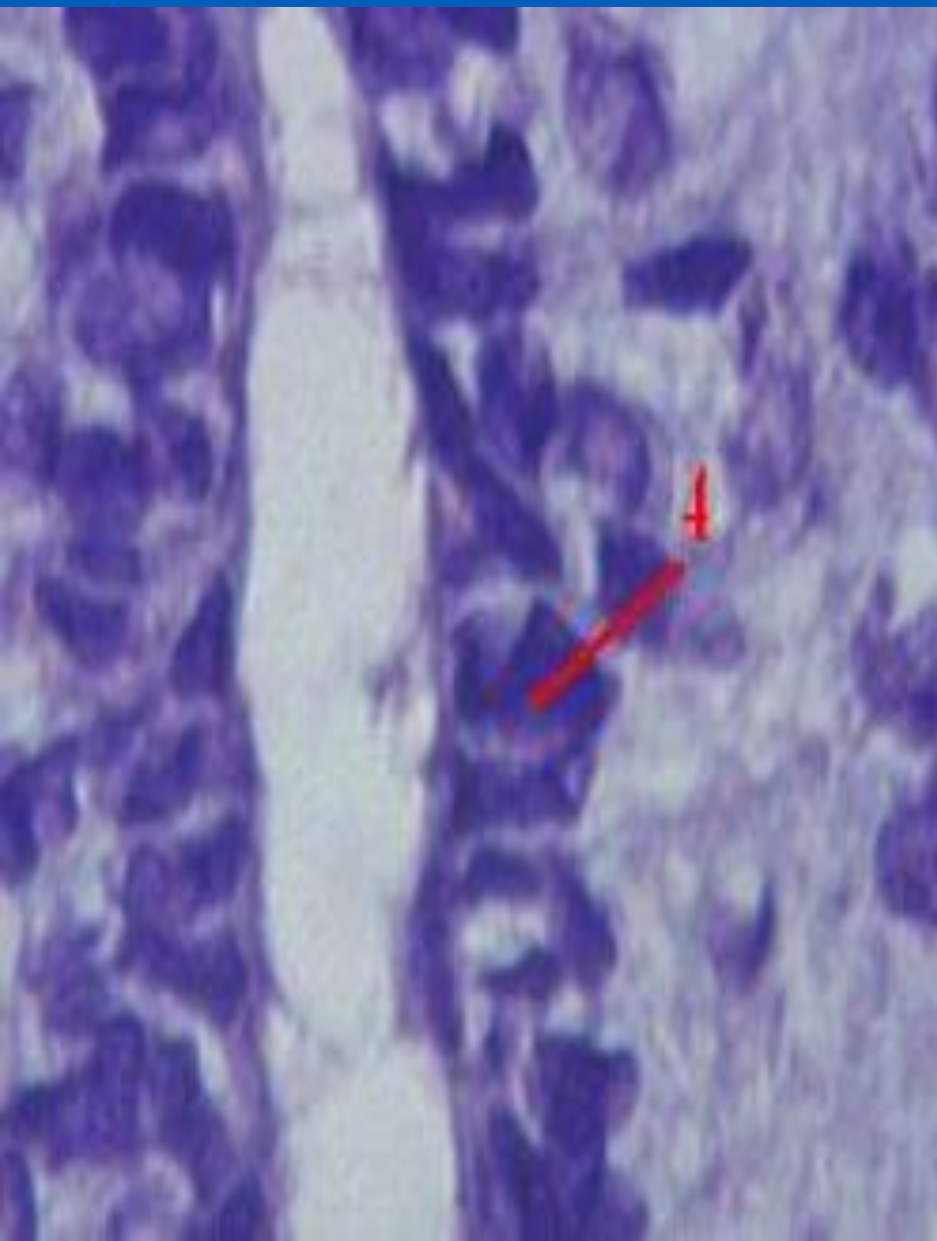
в) эпендимная глия (эпендимоглиоциты).

2. Микроглия

Эпендимная глия (ЭГ)

- Филогенетически самая древняя.
У низших животных единственный вид глии.
- У высших позвоночных выстилает желудочки мозга и спинномозговой канал.

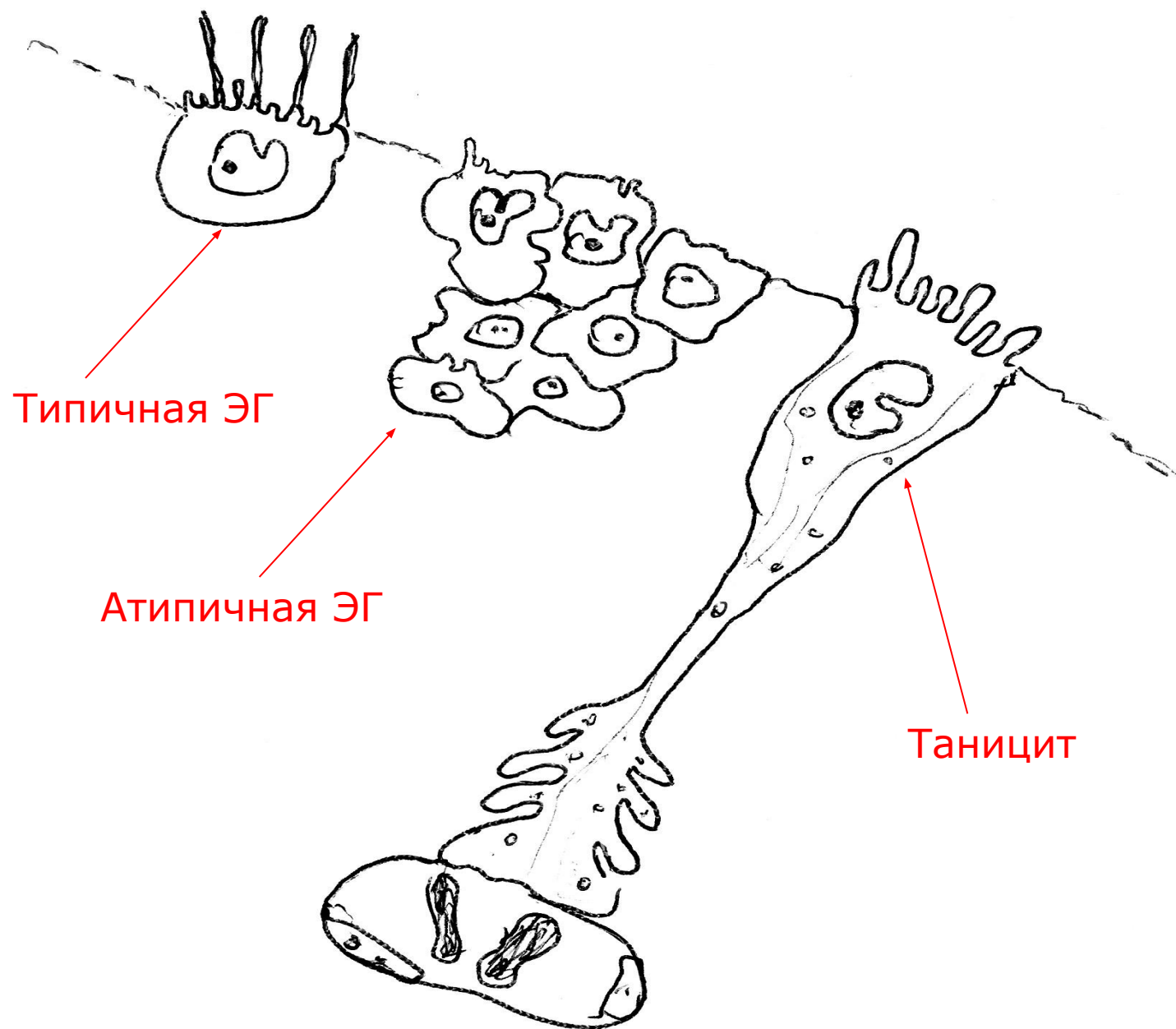
Эпендимоглиоциты



Напоминает эпителий, но не имеет:

- базальной мембраны
- кератиновых филаментов
- межклеточных десмосом

Выделяют типичную, атипичную ЭГ и танициты.



Типичная ЭГ

- Один слой цилиндрических или кубических клеток.
- На апикальной поверхности микроворсинки и реснички.
- В цитоплазме развит комплекс Гольджи, много митохондрий, пузырьков, мало рибосом, ЭПС, лизосом.
- Ядро овальное, с инвагинациями кариоплазмы, выраженным ядрышком.

Атипичная ЭГ (многослойная)

- В некоторых участках водопровода, III и IV желудочков.
- Несколько слоев уплощенных клеток, с интердигитациями.
- Отсутствие микроворсинок и ресничек.

Танициты

- Дно III и IV желудочков, водопровод, зона гипоталамуса, спинной мозг.
- Длинный базальный отросток, нередко оканчивающийся на сосудах.

Функции ЭГ

- Движение спинномозговой жидкости
- Транспорт ликвора в мозговую ткань
- Секреция
- Танициты транспортируют вещества к аденогипофизу и гипоталамусу

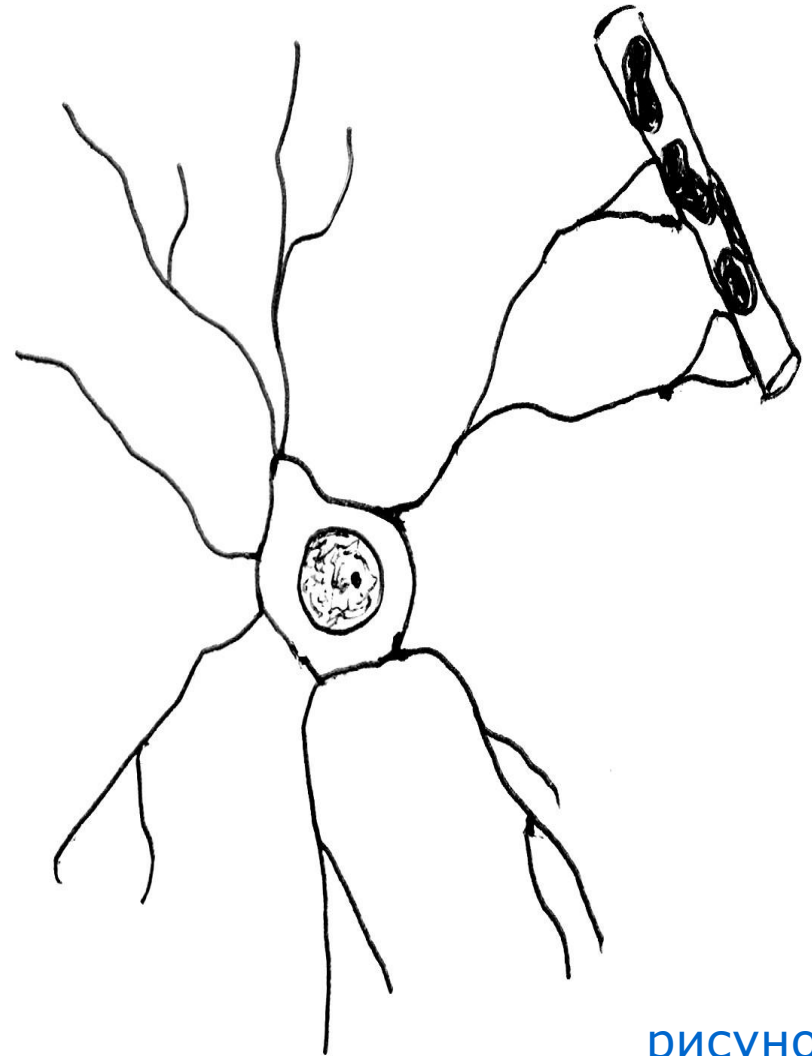
Астроциты (АС)

- От греч. астрон – звезда, имеют много отростков, отходящих от тела клетки подобно лучам звезды.
- Составляют 20-25% глиальной популяции.

- Выделяют
2 формы АС

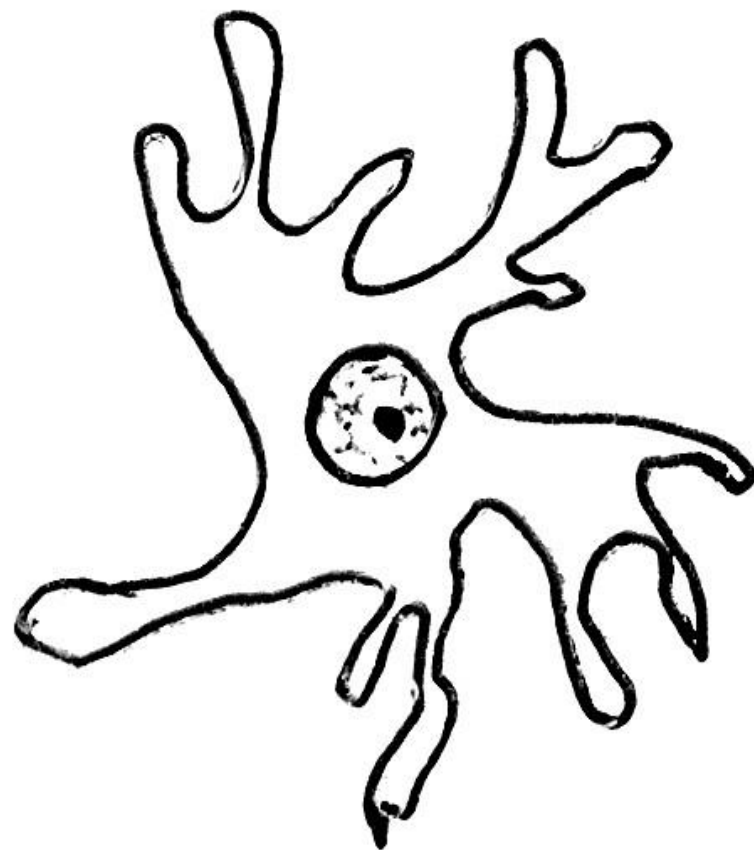
- 1) волокнистые
(длиннолучистые)

- длинные
слабоветвящиеся
отростки,
локализуются в
белом веществе.



рисунок

2) Плазматические
(коротколучистые)
– короткие,
сильноветвящиеся
отростки, в сером
веществе.
Существуют
многочисленные
переходные
формы.

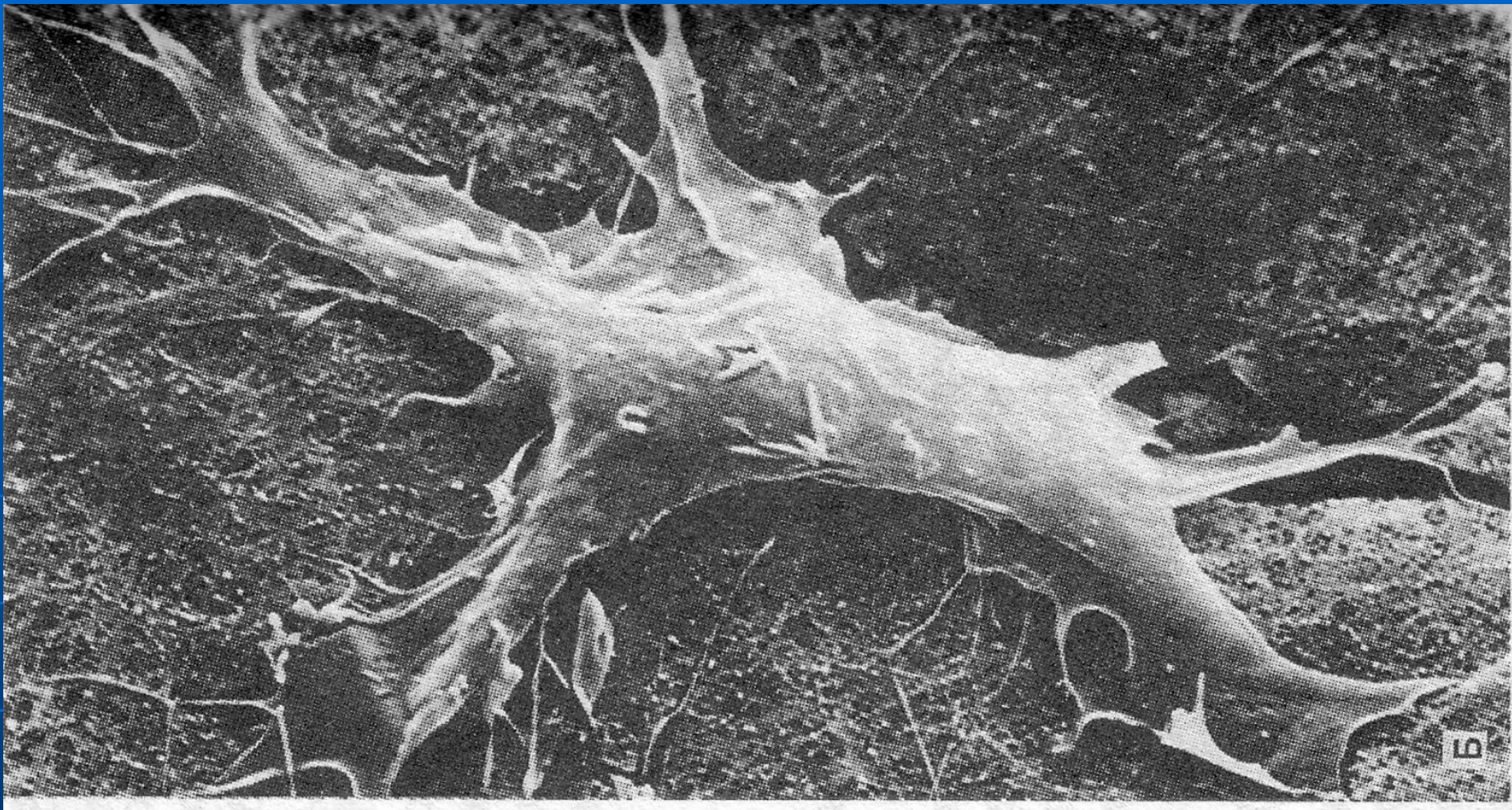


рисунок

Строение АС

- Размеры тела 10-25 мкм
- Основные крупные отростки оканчиваются на:
 - капиллярах (80% поверхности) – сосудистые отростки
 - мягкой мозговой оболочке – пиальные отростки
 - телах нейронов и их отростках.

- Ядро крупнее, чем у других видов глии, овальное, круглое, бедно гетерохроматином.
- Цитоплазма светлая, легко набухает.
- Немного органелл: митохондрии, ЭПС, мелкий комплекс Гольджи.



Астроцит



Волокнистый астроцит

Протоплазматический астроцит



Функции АС

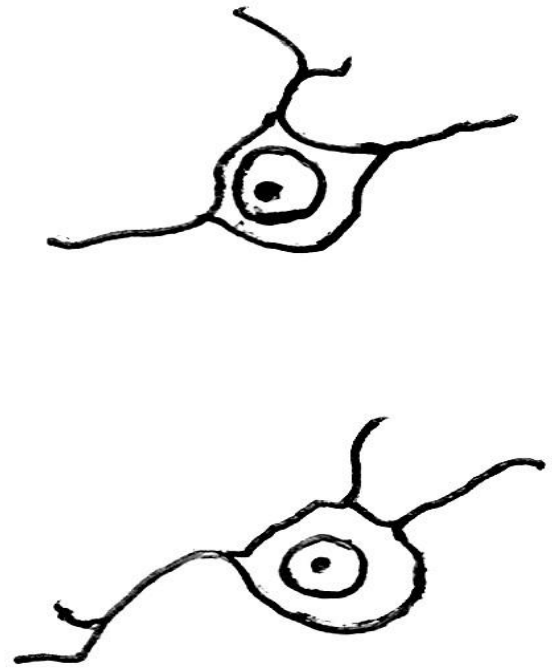
- Изоляционная – пластинчатые отростки отделяют нейроны, синапсы.
- Опорная
- Компонент гематоэнцефалического барьера (сосудистые отростки)
- Регуляция состава межклеточной жидкости, ионного обмена.
- Фагоцитарная

Олигодендроглия (ОЛ)

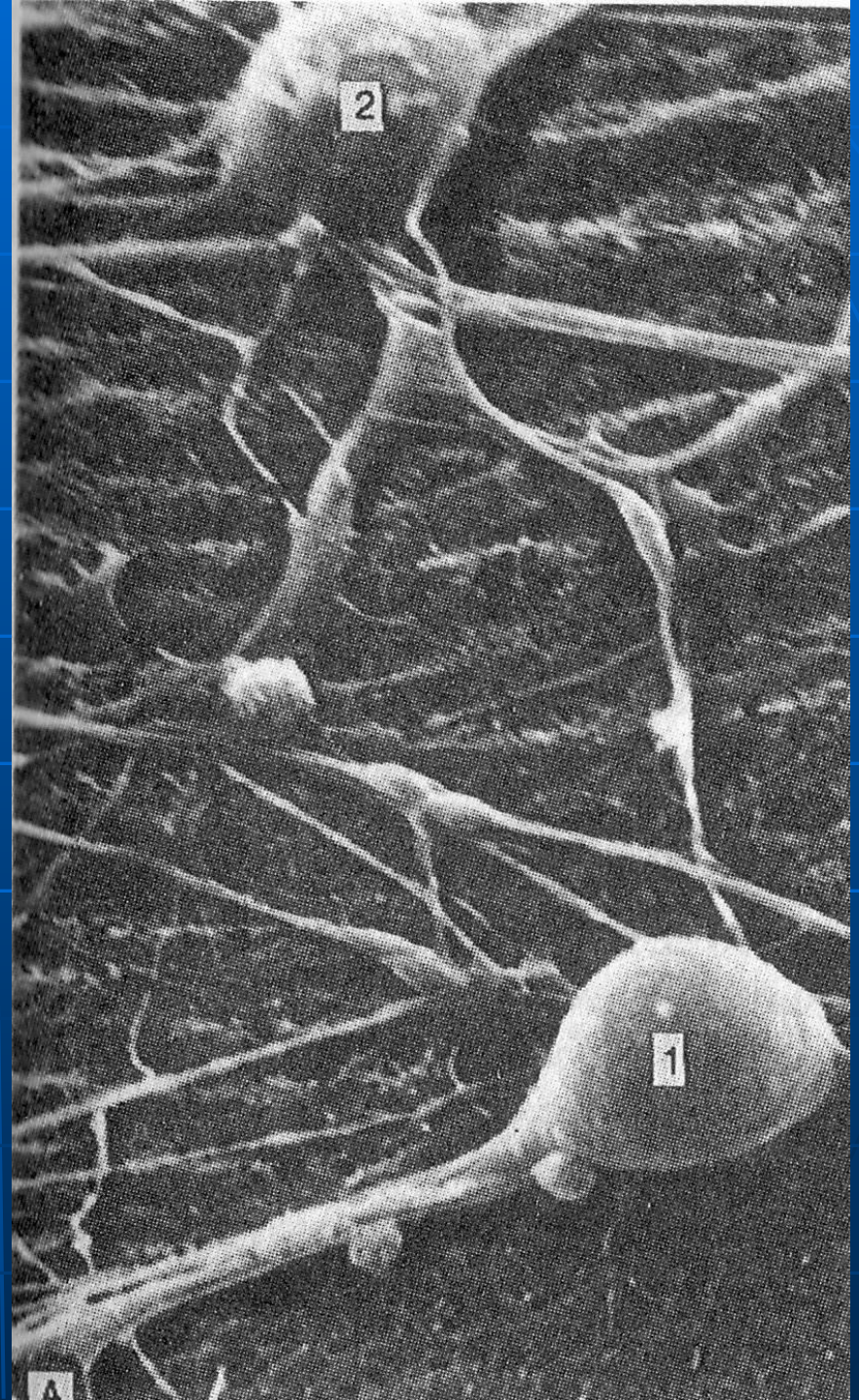
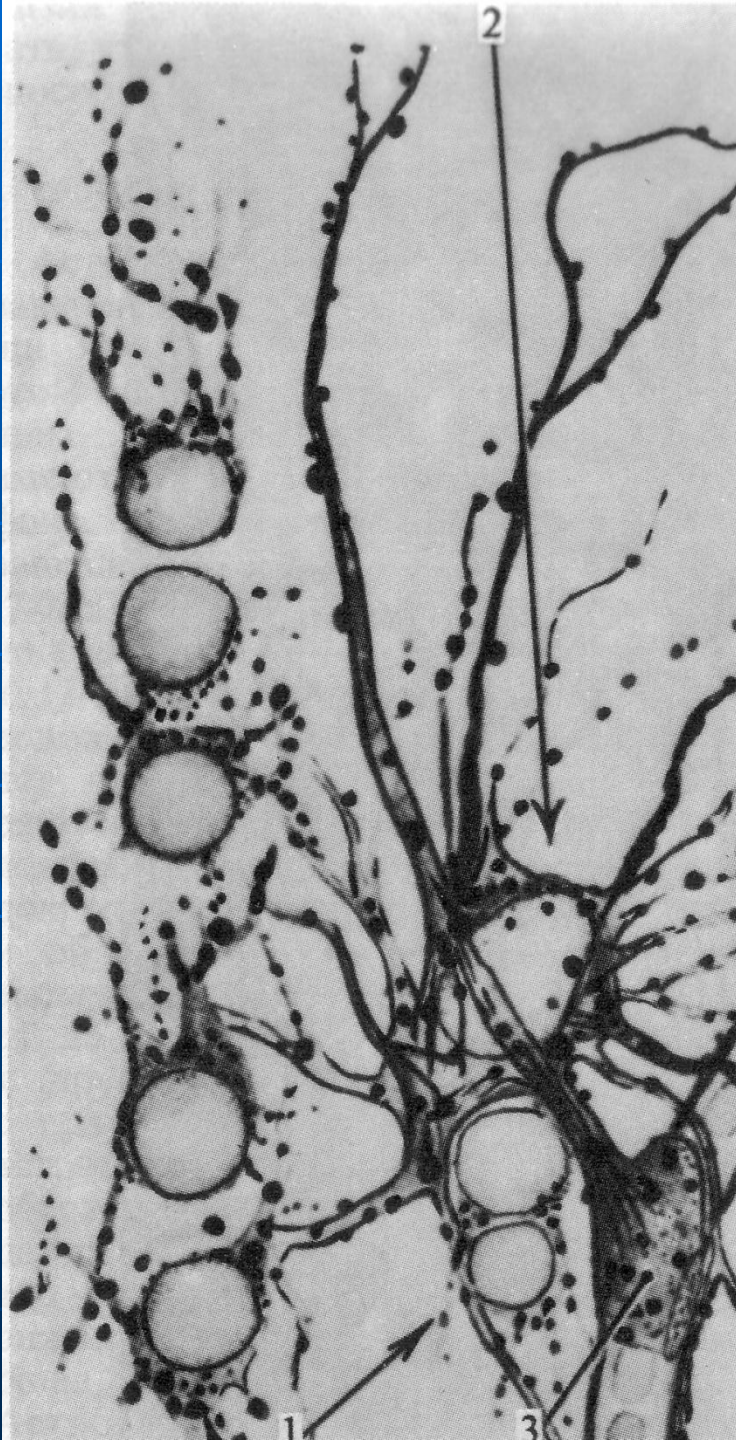
- От греч. олигос – мало, дендрон – дерево; имеющие мало отростков.
- Мелкие клетки – размер тела 6-8 мкм.
- Наиболее многочисленны – 70% глиальной популяции.
- Локализуются в сером и белом веществе мозга.

Строение ОЛ

- Немногочисленные отростки, короткие, мало ветвятся, содержат множество параллельных микроканальцев.

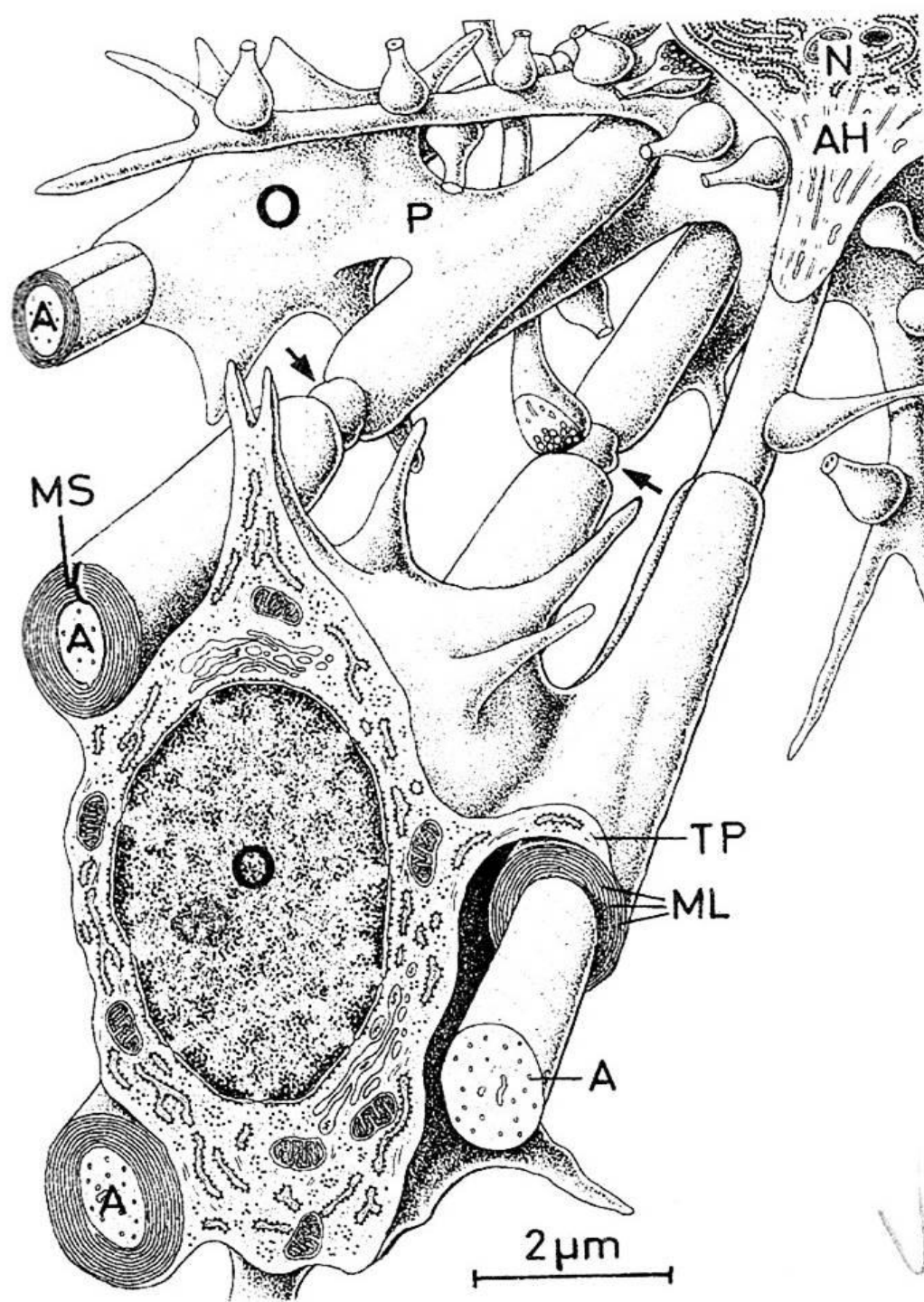


рисунок



- Ядро шаровидное, овальное, выражен гетерохроматин, небольшое ядрышко.
- Цитоплазма в виде узкой полоски вокруг ядра.
- Множественные рибосомы, гранулярная ЭПС (сходство с мелкими нейронами)

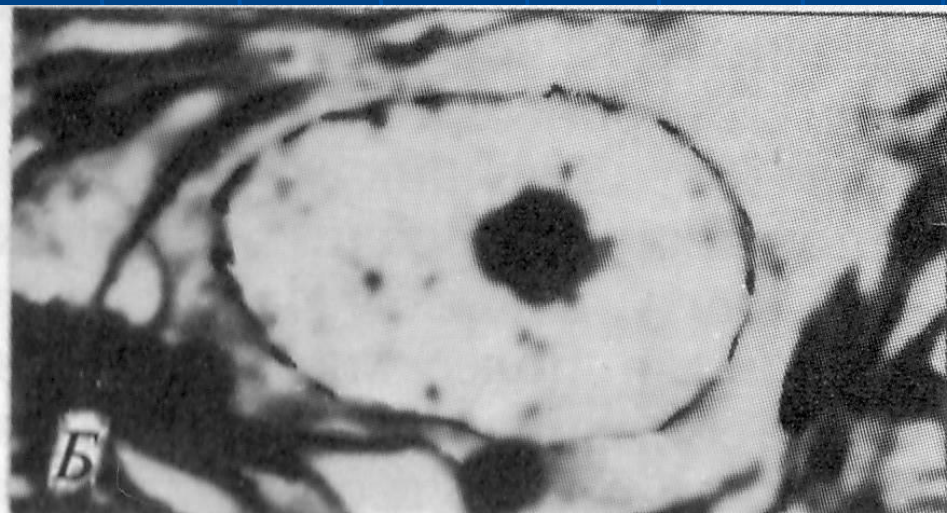
- Небольшой комплекс Гольджи, микроканальцы.
- Кристаллы холестерина – для строительства миелина.



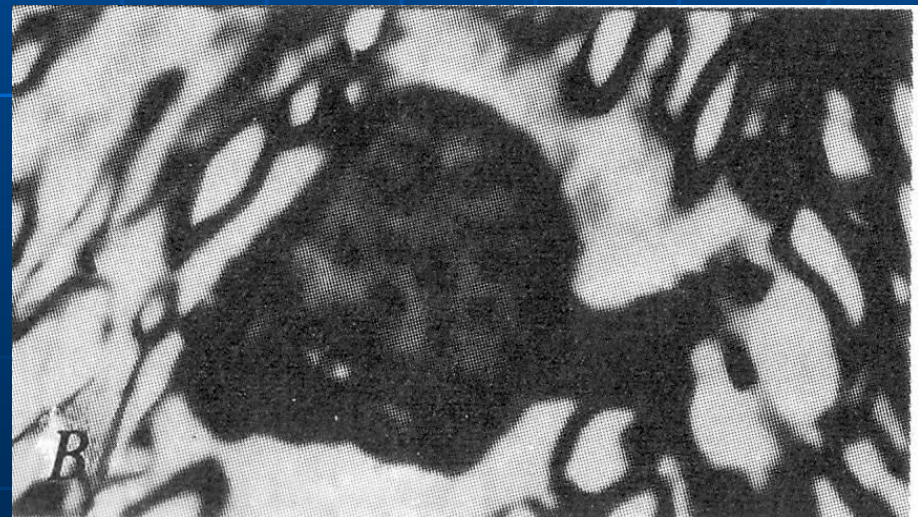
Выделяют 3 типа ОЛ

- крупные светлые
- мелкие темные
- промежуточные

У взрослого преобладают темные
(светлые переходят в темные)



светлые



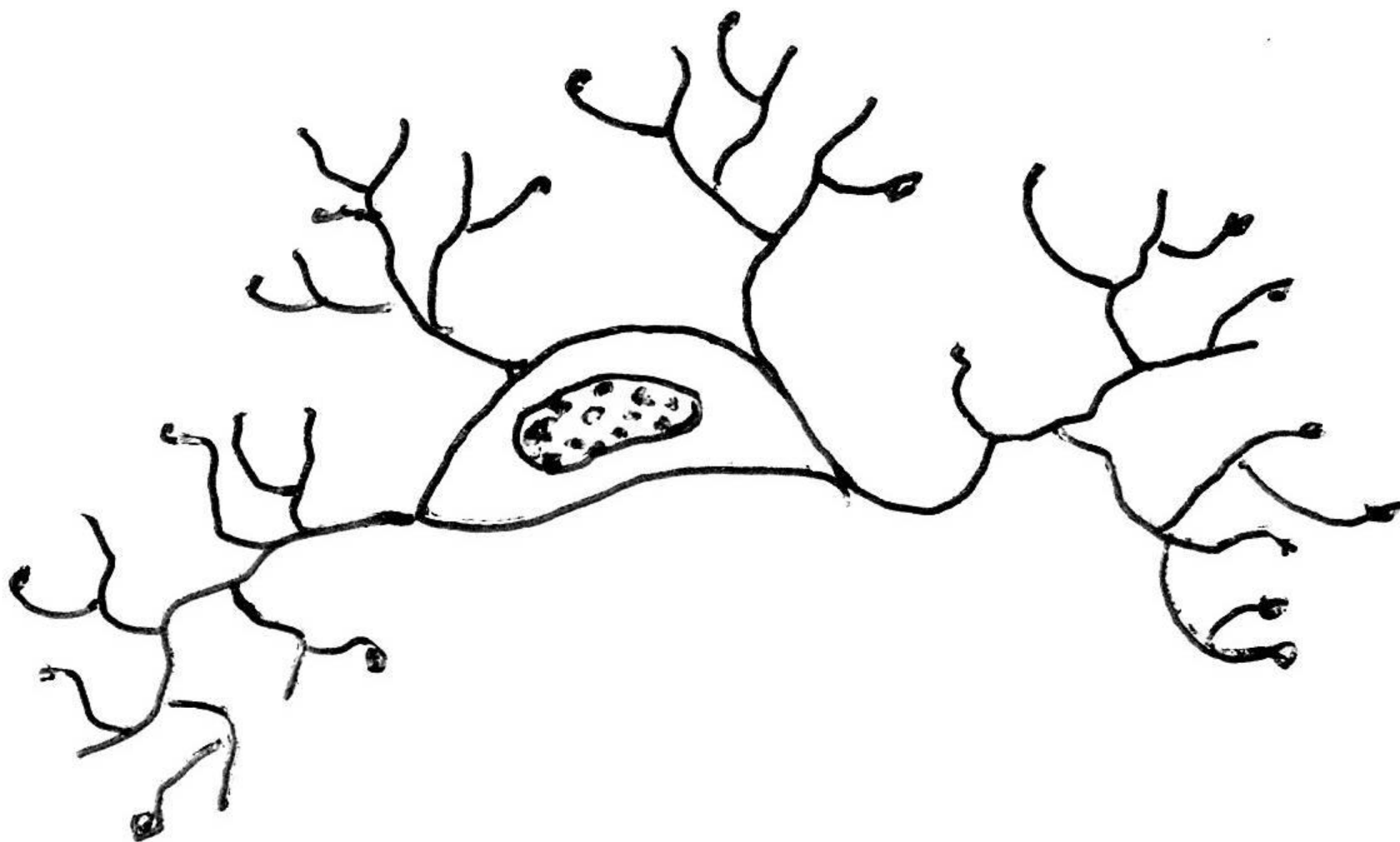
темные

Функции ОЛ

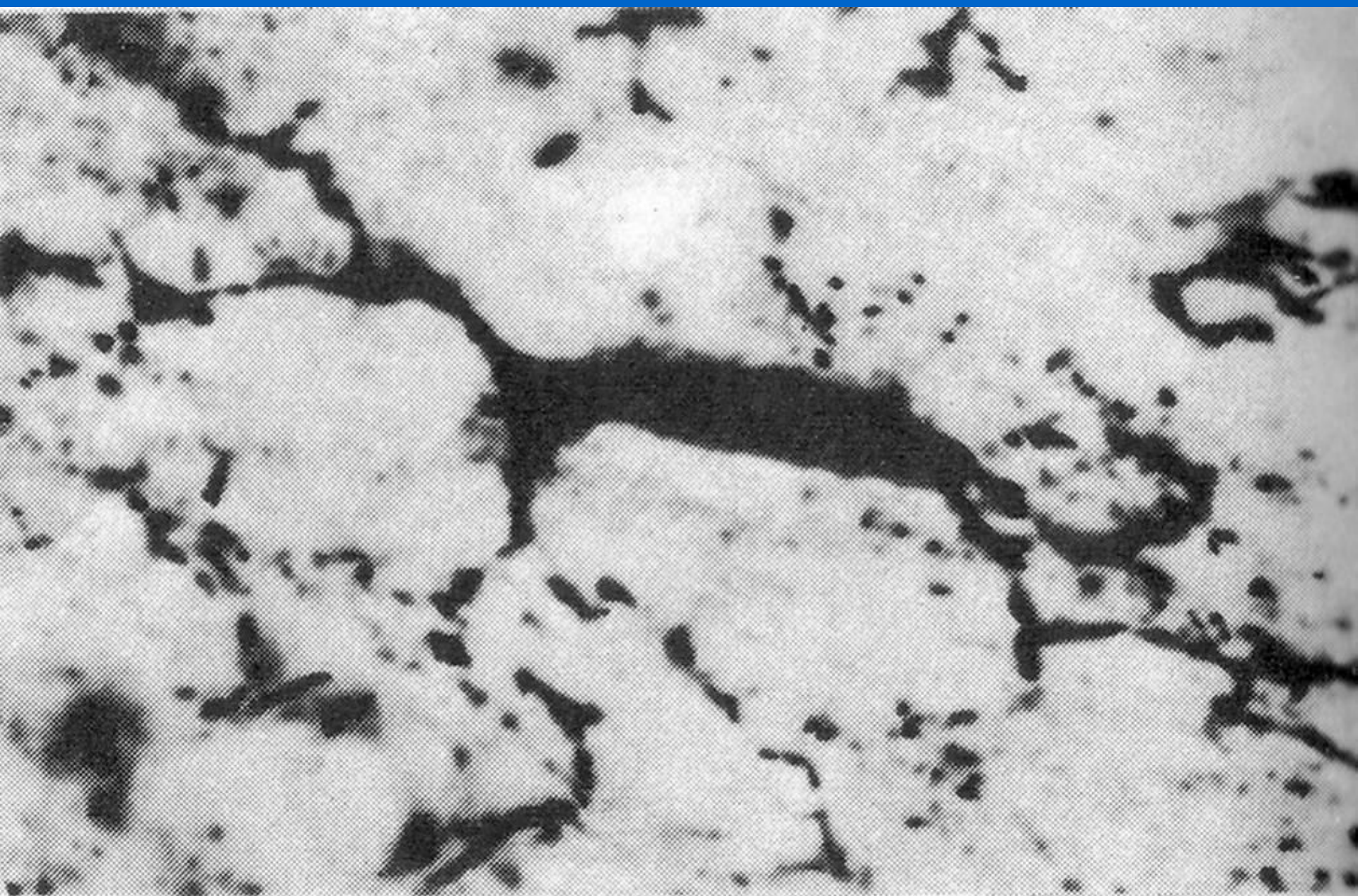
1. миелинообразующая
2. трофическая (по отношению к нейронам)
3. фагоцитарная ?

Микроглия (клетки Гортега)

- Выявил Рио-дель-Гортега с помощью импрегнации карбонатом серебра.
- Отличается от остальных видов глии мезенхимальным происхождением.
- Наименьший по количеству вид глии – 3% глиальной популяции.



- Тело клетки продолговатое, многочисленные сильно ветвящиеся отростки.
- Ядро полиморфное, иногда С-образной формы, выражен гетерохроматин.
- В цитоплазме много лизосом, мелкие митохондрии, мало ЭПС.



Импрегнация карбонатом серебра

Функции микроглии

- Выраженная подвижность и фагоцитоз; «патрулируют» ткань и ликвидируют повреждения.
- Выделяют цитотоксины, иммуномодуляторы, цитокины, которые влияют на астроглию, т-лимфоциты.

Патоморфология нейроглии

- Нейрон и глия – единый комплекс, связанный структурно, функционально и метаболически.
- Нарушения в нейроне вызывают глиальную реакцию.
- И наоборот, первичное поражение глии вызывает изменения нейрона.

Реакция глии при некоторых патологиях

1. При инфекционных заболеваниях. СПИД.

- Полидистрофия астроглии.
- Пролиферация микроглии, образование узелков, но без нейронофагии (микроглиальный энцефалит).

2. При закрытой черепно-мозговой травме.

- Ранняя реакция астроглии: набухание, попарное расположение, миграция в зону травмы, пролиферация.
- Разрушение отростков, гибель части астроцитов.

3. При открытой черепно-мозговой травме

- Проплифepация и гипертрофия астроцитов.
- Через 20 дней на границе повреждения 3-4 слоя астроцитов.

4. При хронической морфинной интоксикации

- Поражение астроглии в области синапсов.
- Изменение формы тел нейронов и глии, увеличивается количество синапсов.

5. При отравление фосфорорганическими пестицидами.

- Дистрофические изменения астроглии, олигодендроглии.
- Изменения глии раньше, чем в нейронах.

6. При шизофрении

- дистрофия нейронов при отсутствии глиальных реакций.
- повышенная реактивность дофаминергической системы, что связывают с увеличением количества D2-рецепторов дофамина

7. При болезни Паркинсона

- патологическое уменьшение количества нейронов в чёрном веществе и других областях мозга с уменьшением уровня дофамина и метионин-энкефалина, с преобладанием эффектов холинергической системы.

8. При маниакально-депрессивных состояниях

- **При депрессии** происходит снижением количества двух нейромедиаторов (норадреналина и серотонина) и увеличением экспрессии их рецепторов.
- **При маниакальном синдроме** – происходит увеличения уровня норадреналина на фоне снижения количества серотонина и адренорецепторов.
- **Аутизм.** Гиперсеротонинемия, но в 30–50% случаев без явных нарушений обмена серотонина в мозге.

9. Эпилепсия

- Внезапные синхронные вспышки активности групп нейронов в разных областях мозга, связывают со снижением тормозного действия г-аминомасляной кислоты.

10. Состояние тревоги

- Психическая реакция, связанная с уменьшением тормозного эффекта г-аминомасляной кислоты.

Обновление глии

- Митозы в нервной ткани – редкость.
- Увеличение глии в очагах поражения за счет миграции и деления.
- К делению способны:
 - 25% малодифференцированных глиоцитов
 - 6% астроцитов
 - 1% олигодендроцитов
 - 3% микроглиоцитов

Нервные волокна

- ❖ Отростки нейронов почти всегда покрыты оболочками. Исключение составляют свободные окончания некоторых отростков.
- ❖ Отросток нейронов вместе с оболочкой называется нервным волокном.

Нервное волокно состоит из 2-х компонентов

1. Осевой цилиндр – отросток нервной клетки (аксон или дендрит).
2. Глиальная оболочка, окружающая осевой цилиндр в виде муфты:
 - в ЦНС образована олигодендроглией
 - в периферической нервной системе – Шванновскими клетками (нейролеммоцитами – разновидность олигодендроглии)

Классификация

1. Безмиелиновые (безмякотные)
2. Миелиновые (мякотные) –
снабжены миелиновой оболочкой.

Безмиелиновые нервные волокна

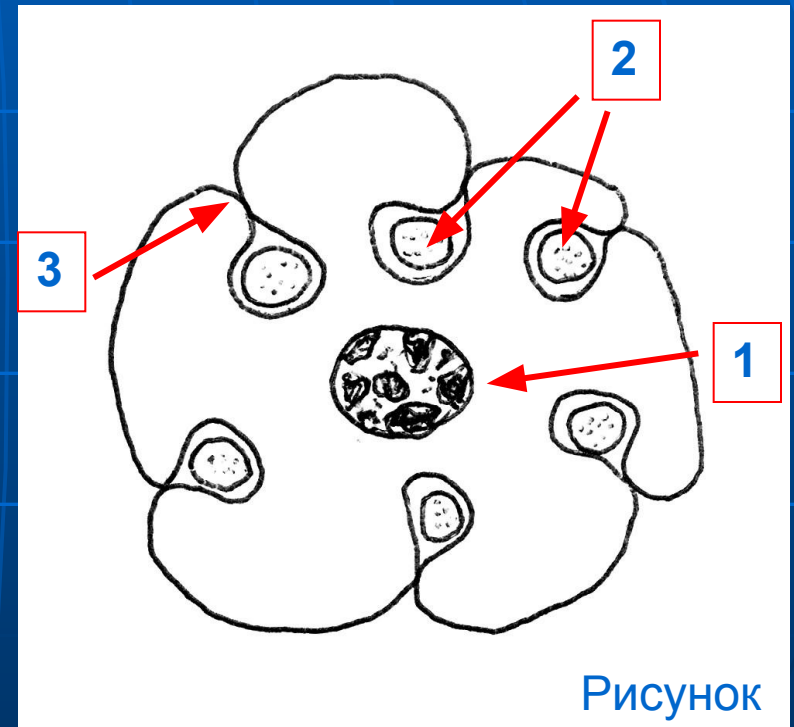
Локализация

- ❖ преимущественно - в составе вегетативной нервной системы, где содержат, главным образом, аксоны эффекторных нейронов;
- ❖ в меньшей степени - в ЦНС.

Строение.

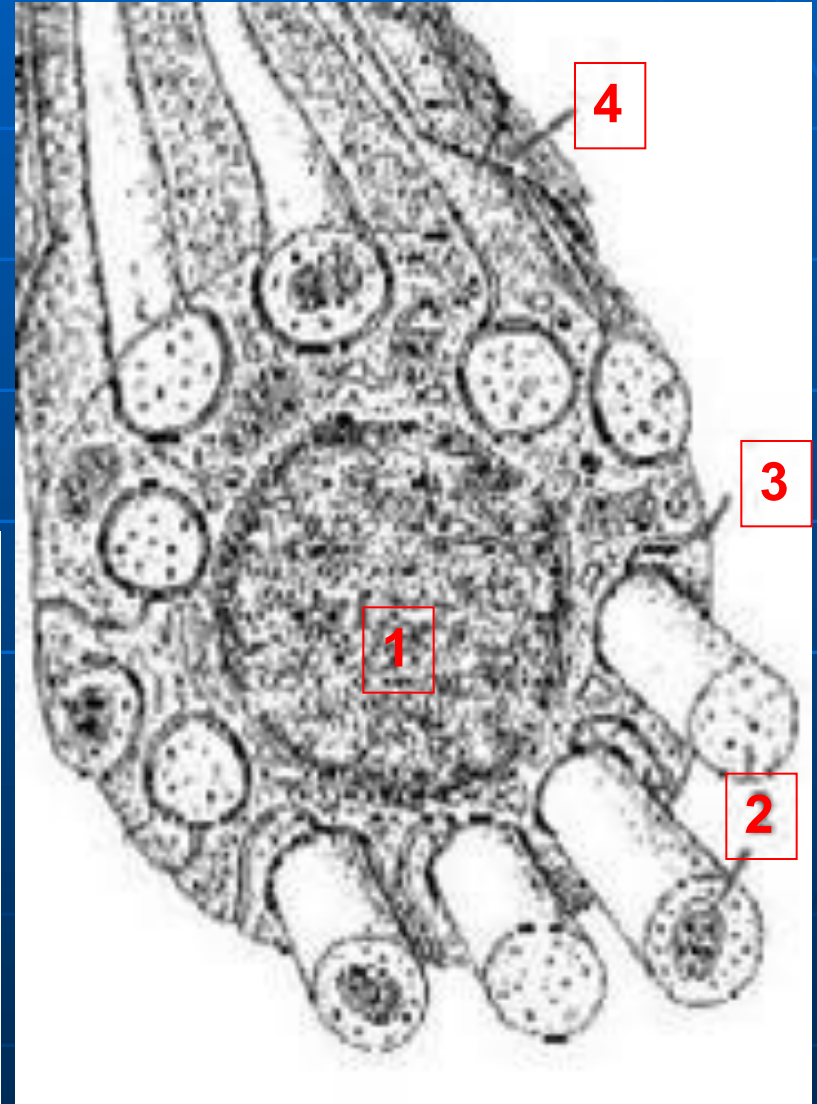
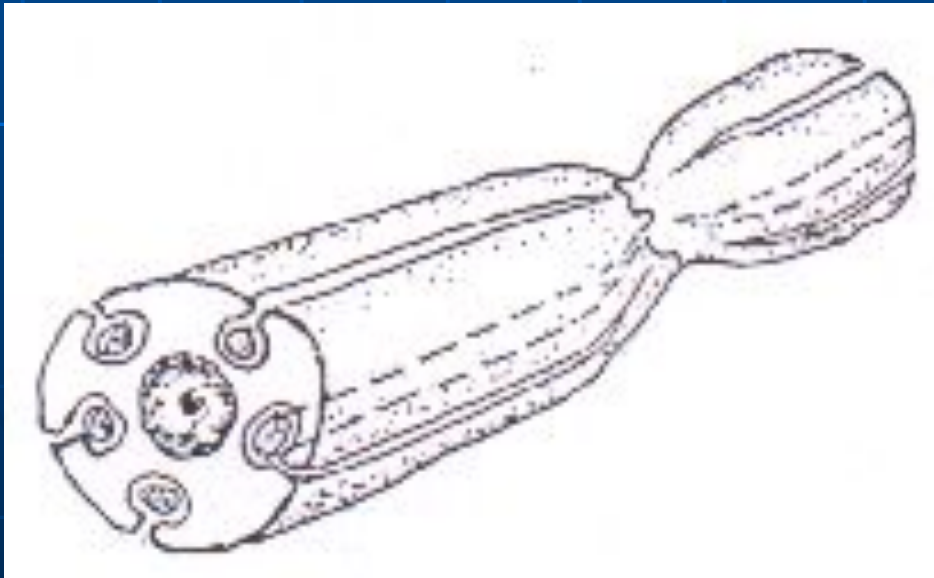
На поперечном сечении (схематично).

- ❖ В центре располагается ядро олигодендроцита (леммоцита) (1)
- ❖ По периферии в цитоплазму погружено обычно несколько (10-20) осевых цилиндров (2). На месте погружения образуется сдвоенная плазмолемма (мезоксон)(3).



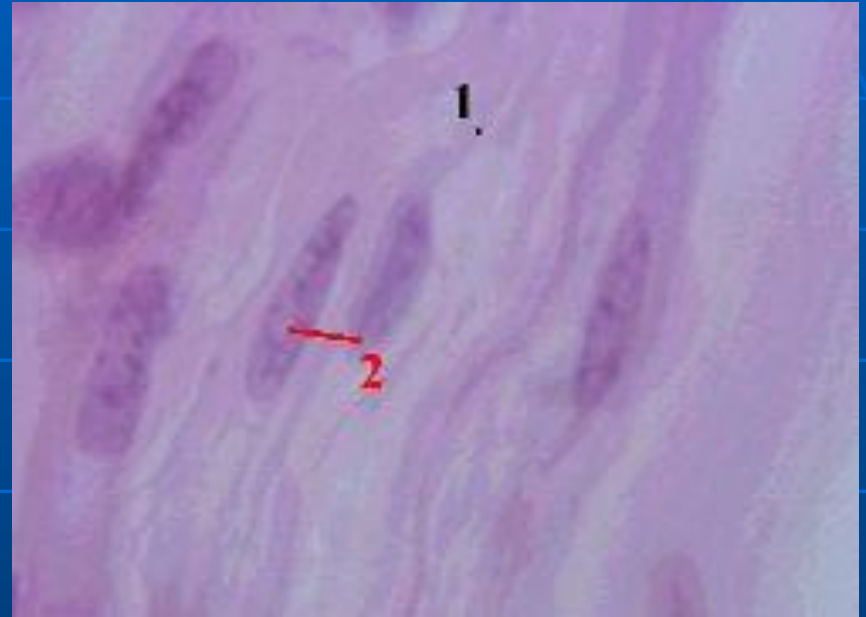
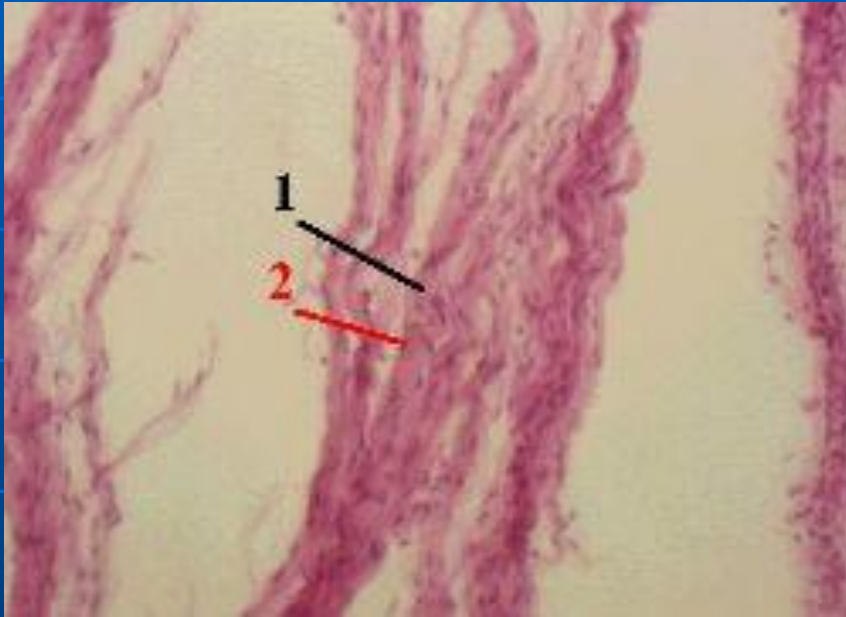
Рисунок

- С поверхности нервного волокно покрыто базальной мембраной (4). Волокна кабельного типа.



Световая микроскопия.

Препарат - безмиелиновые нервные волокна (расщипанный препарат).



а) На снимках - нервные волокна (1). Они отделены друг от друга (в процессе приготовления препарата - отсюда термин - "расщипанный препарат") и окрашены в розовый цвет.

б) По ходу волокон видны удлинённые ядра (2) олигодендроцитов.



Миелиновые волокна

Локализация

- - в центральной нервной системе
 - в **соматических** отделах периферической нервной системы
 - в преганглионарных отделах вегетативной системы
- Могут содержать как аксоны, так и дендриты нервных клеток.

Строение (схема).

Осевой цилиндр (1)

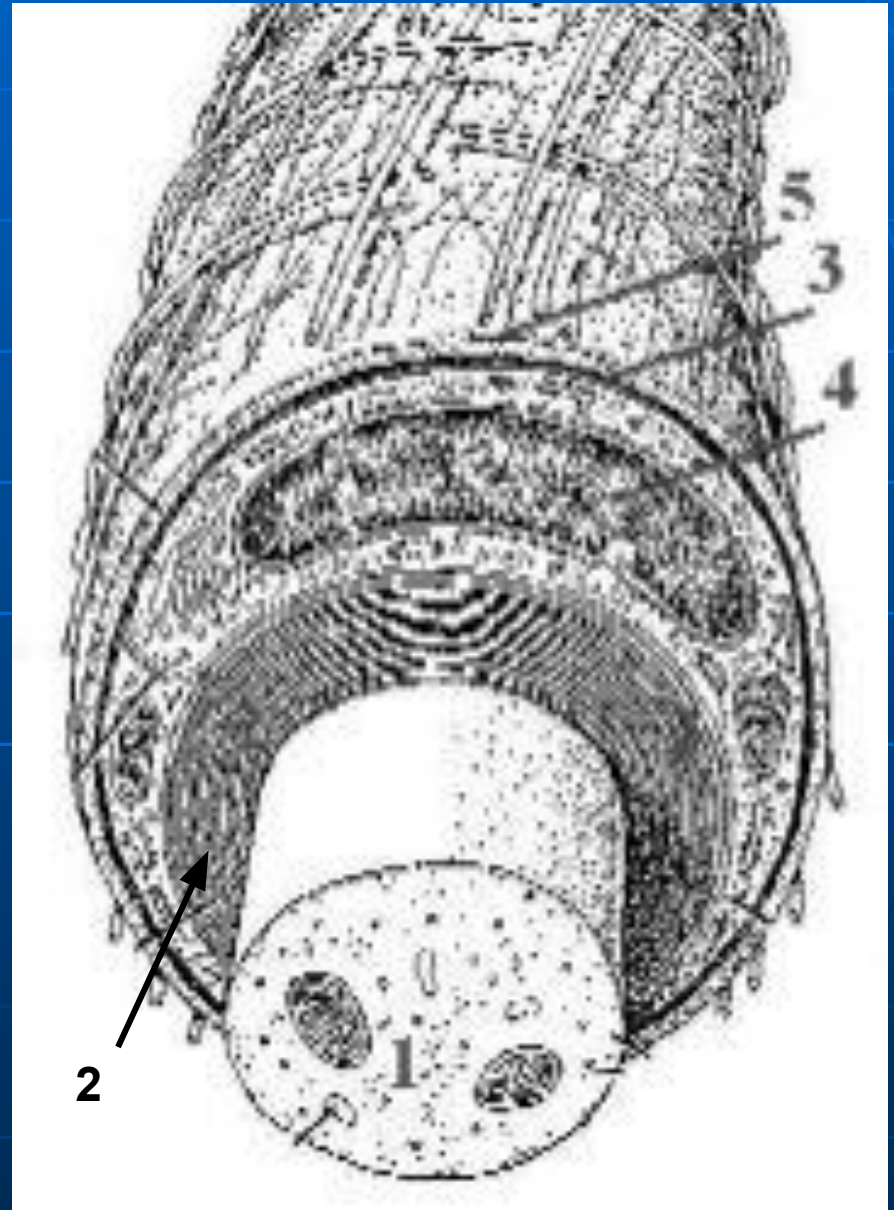
в волокне

- всего один и
- располагается в центре.

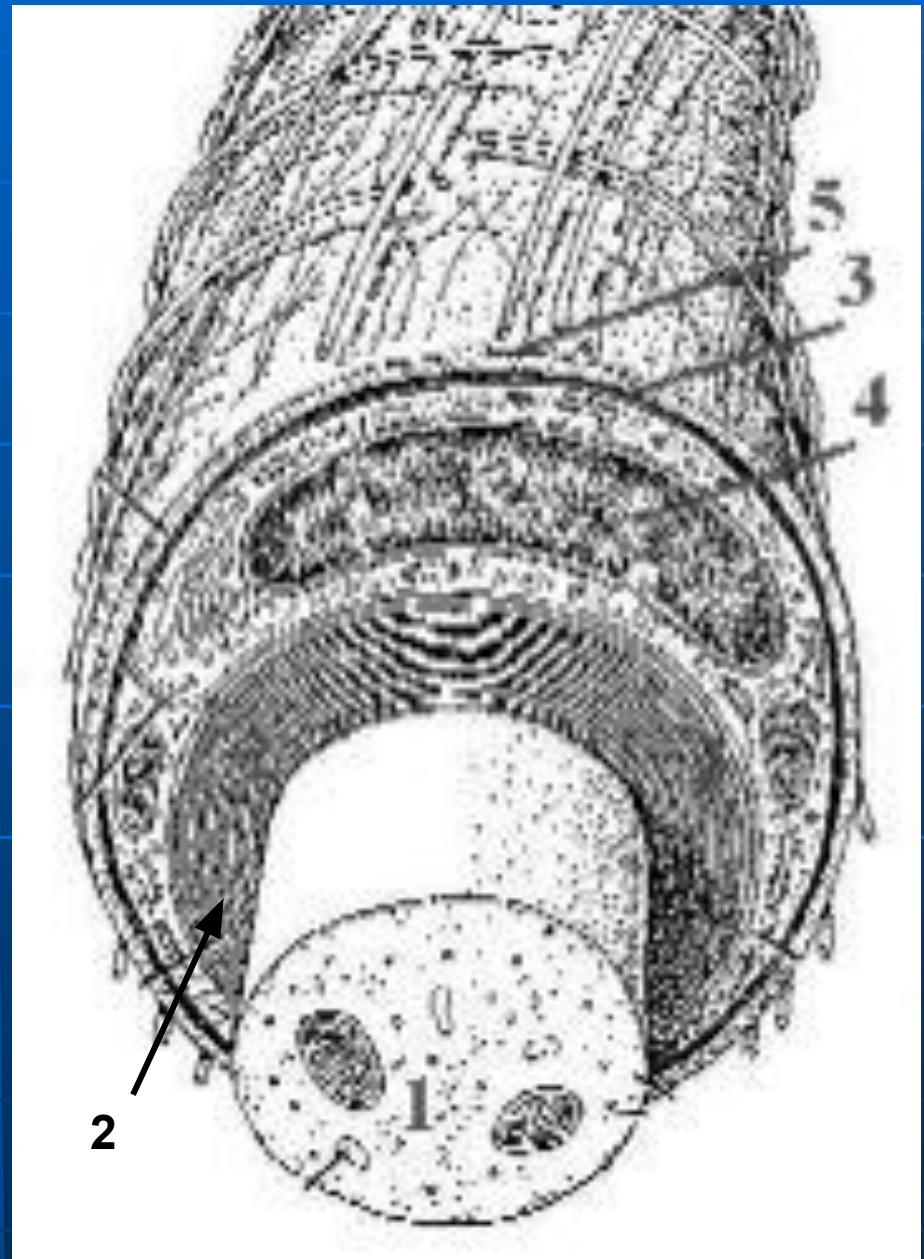
Оболочка волокна

имеет два слоя:

- внутренний —
миелиновый слой (2)
- наружный —
нейролемма, ядро (4)
цитоплазма (3)
шванновской клетки.



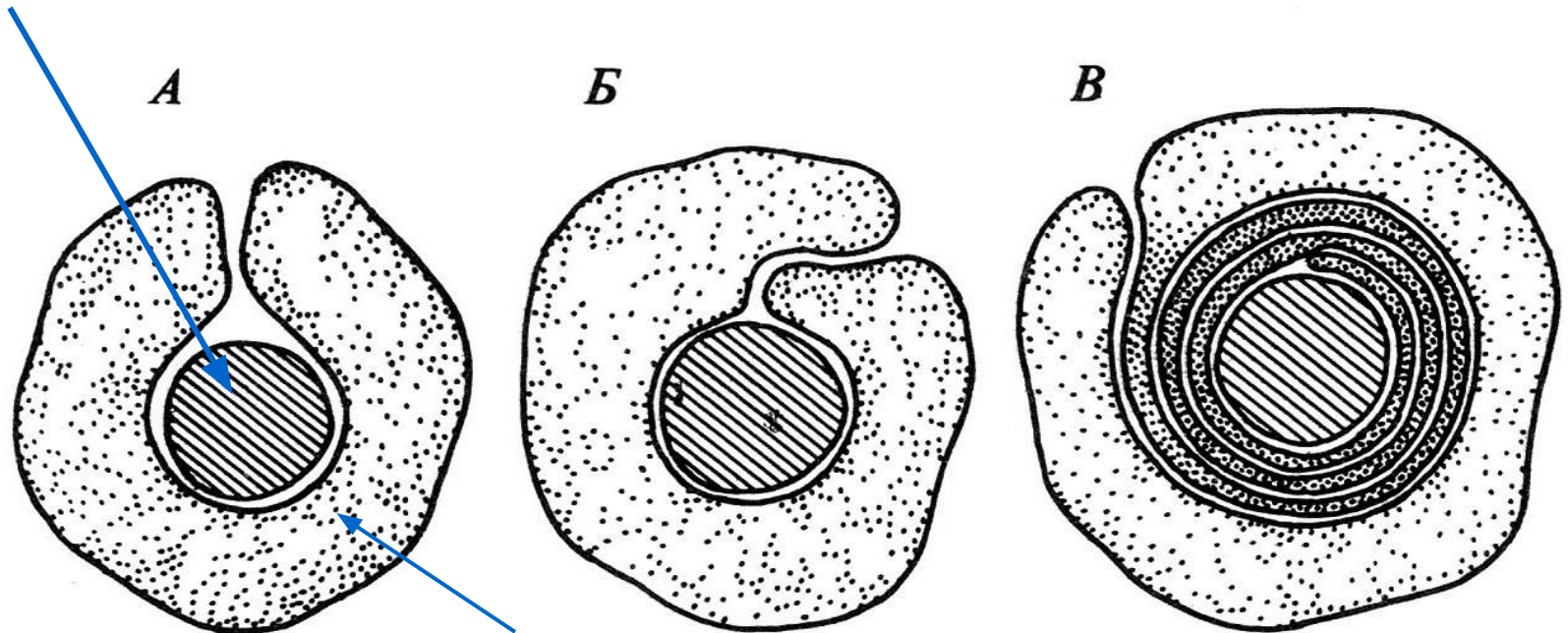
- ❖ Миелиновый слой (2) представлен несколькими слоями мембраны олигодендрокита (леммоцита),
- ❖ concentrically twisted around the axis cylinder.
- ❖ Фактически это очень удлинённый мезаксон.
- ❖ Outside the fiber in the peripheral nerve is covered by the basal membrane (5).



Процесс миелинизации

- Миелинизация – образование миелиновой оболочки. На поздних стадиях эмбриогенеза и в первые месяцы после рождения.
- Шванновская клетка охватывает осевой цилиндр в виде желобка (а).

Осевой цилиндр

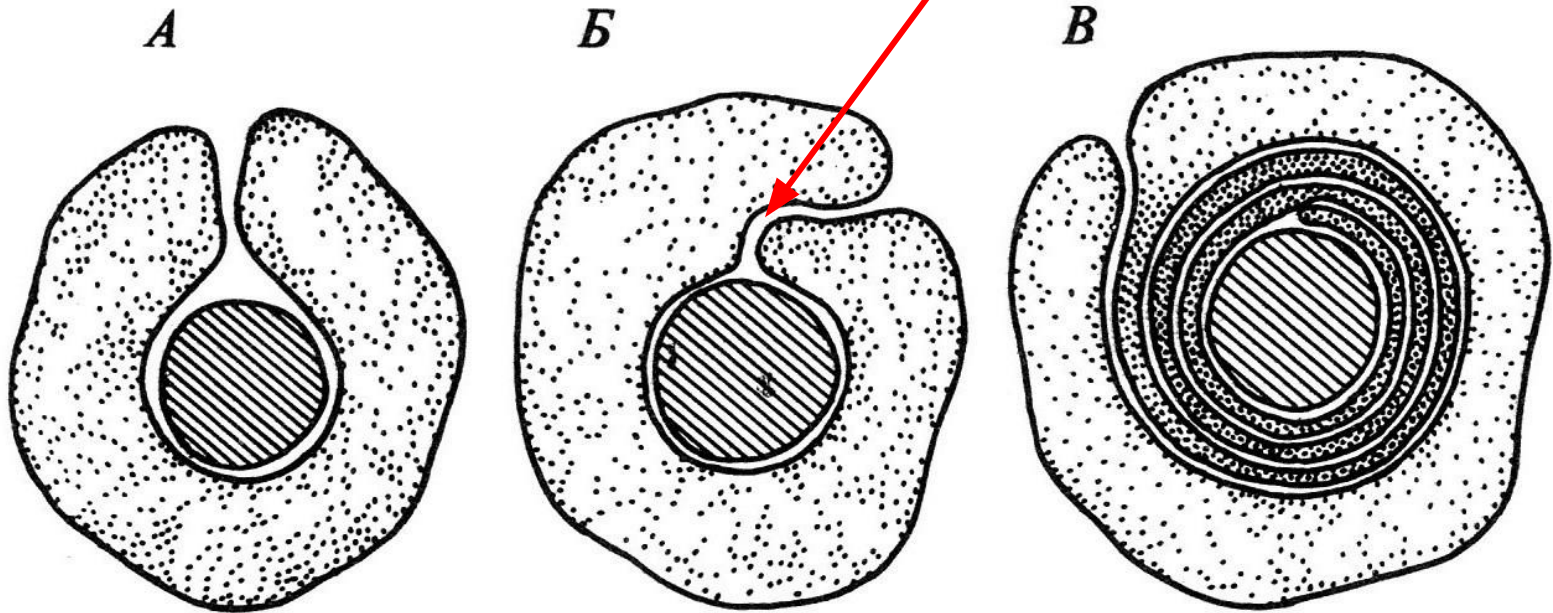


Шванновская клетки

рисунок

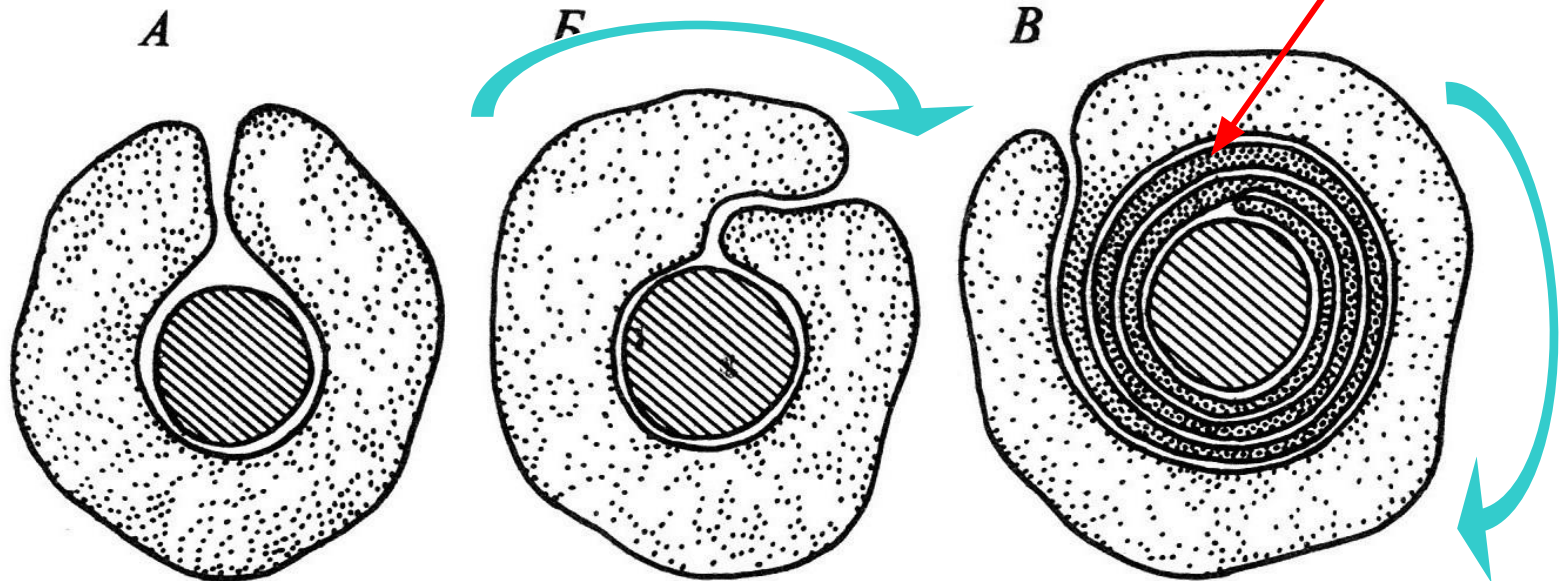
- Края «желобка» смыкаются, образуется мезаксон (б).

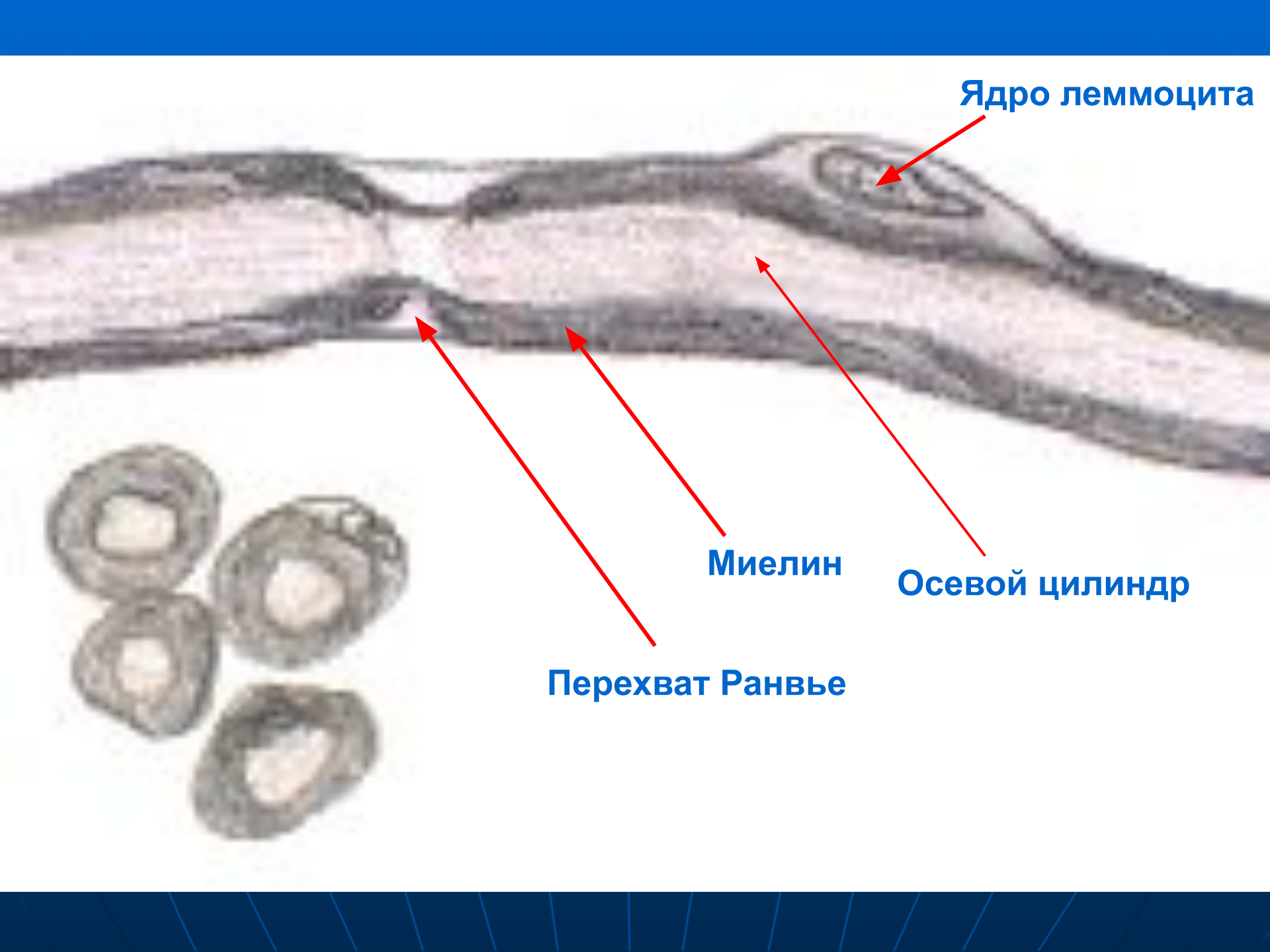
Мезаксон



- Шванновская клетка вращается вокруг осевого цилиндра. Мезаксон concentрически наматывается (в).
- Образуется миелиновая оболочка – concentрически наложенные сдвоенные мембраны. Цитоплазма и ядро оттесняется на периферию.

Миелин





Ядро леммоцита

Миелин

Осевой цилиндр

Перехват Ранвье

Различия между миелиновыми и безмиелиновыми волокнами

Безмиелиновые волокна	Миелиновые волокна
1. Обычно - несколько осевых цилиндров по периферии волокна.	1. Один осевой цилиндр в центре.
2. Осевые цилиндры - это, как правило, аксоны эфферентных нейронов вегетативной нервной системы.	2. Осевой цилиндр - аксон или дендрит, <u>толще</u> чем у безмиелинового волокна
3. Ядра олигодендроцитов в центре волокон.	3. Ядра и цитоплазма леммоцитов на периферии в-на.
4. Мезаксоны осевых цилиндров - короткие.	4. Мезаксон многократно закручивается вокруг осевого цилиндра, образуя миелиновый слой.
5. Na^+ -каналы располагаются по всей длине осевого цилиндра.	5. Na^+ -каналы - только в перехвате Ранвье.

Строение периферического нерва

- Нерв состоит из миелиновых и безмиелиновых волокон, сгруппированных в пучки.
- Содержит как афферентные, так и эфферентные волокна.

Нервные окончания

- Нервные окончания – это концевые терминальные структуры отростков нейронов (дендритов или аксонов) в различных тканях.

Классификация (морфофункциональная)

1. Эффлекторные – терминальные аппараты аксонов эффлекторных нейронов.
 - а) двигательные нервно-мышечные – на поперечнополосатой и гладкой мускулатуре.
 - б) секреторные – на секреторных клетках желез.

2. Рецепторные – концевые аппараты дендритов рецепторных нейронов.

свободные

несвободные

неинкапсулированные

инкапсулированные



- Свободные – «оголенные» лишённые глиальных элементов терминальные ветвления осевых цилиндров.
- Несвободные – сопровождаются элементами глии.
- Инкапсулированные – имеют соединительно-тканную капсулу.

По происхождению воспринимаемых сигналов (из внешней или внутренней среды).

- Экстерорецепторы
- Интерорецепторы

По природе воспринимаемых сигналов

- Механорецепторы
- Барорецепторы
- Хеморецепторы
- Терморецепторы и др.

3. Межнейронные синапсы – окончания одного нейрона на другом (коммуникационные контакты).

Межнейронные синапсы

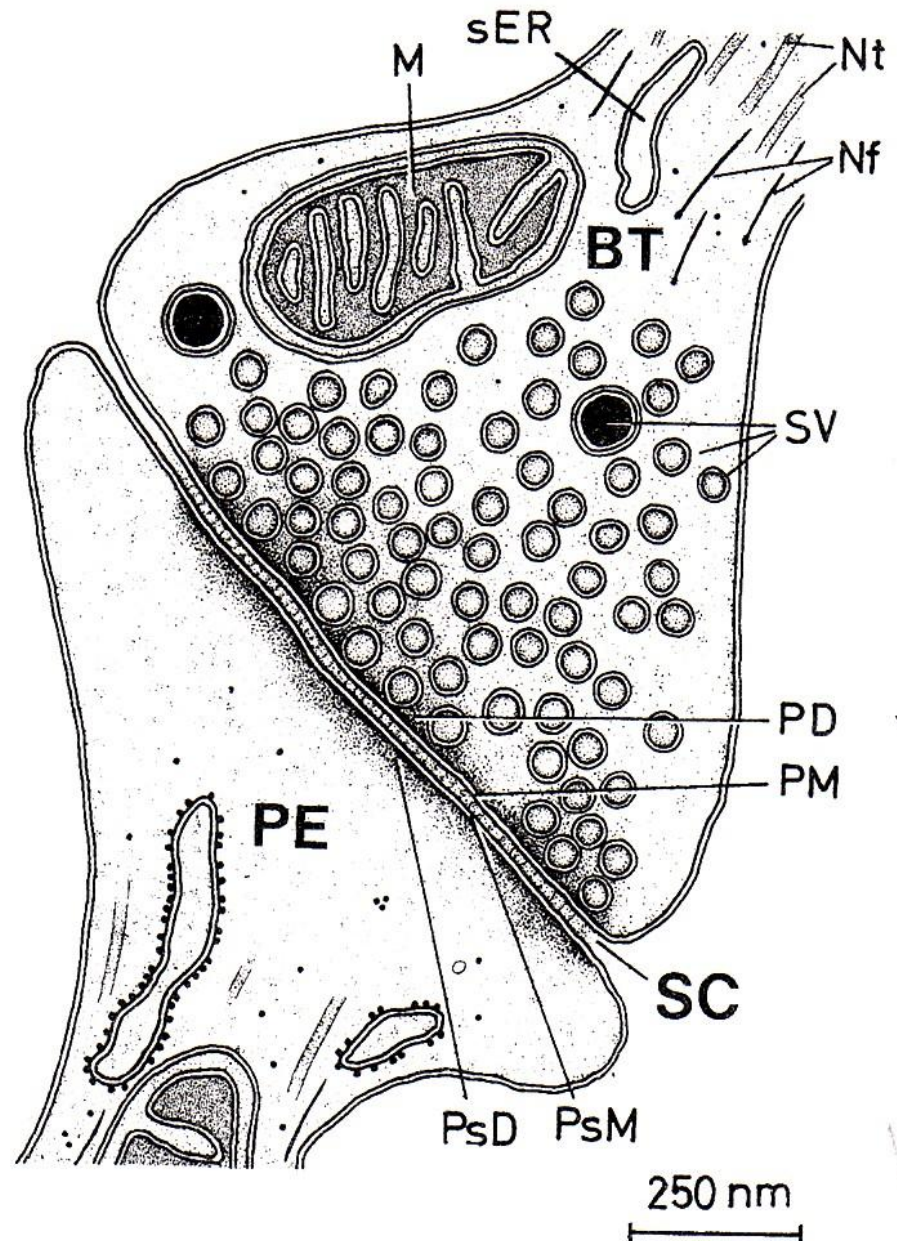
Шеррингтон в 1897 году предложил термин синапс для гипотетического образования, специализирующегося на обмене сигналами между нейронами.

Классификации

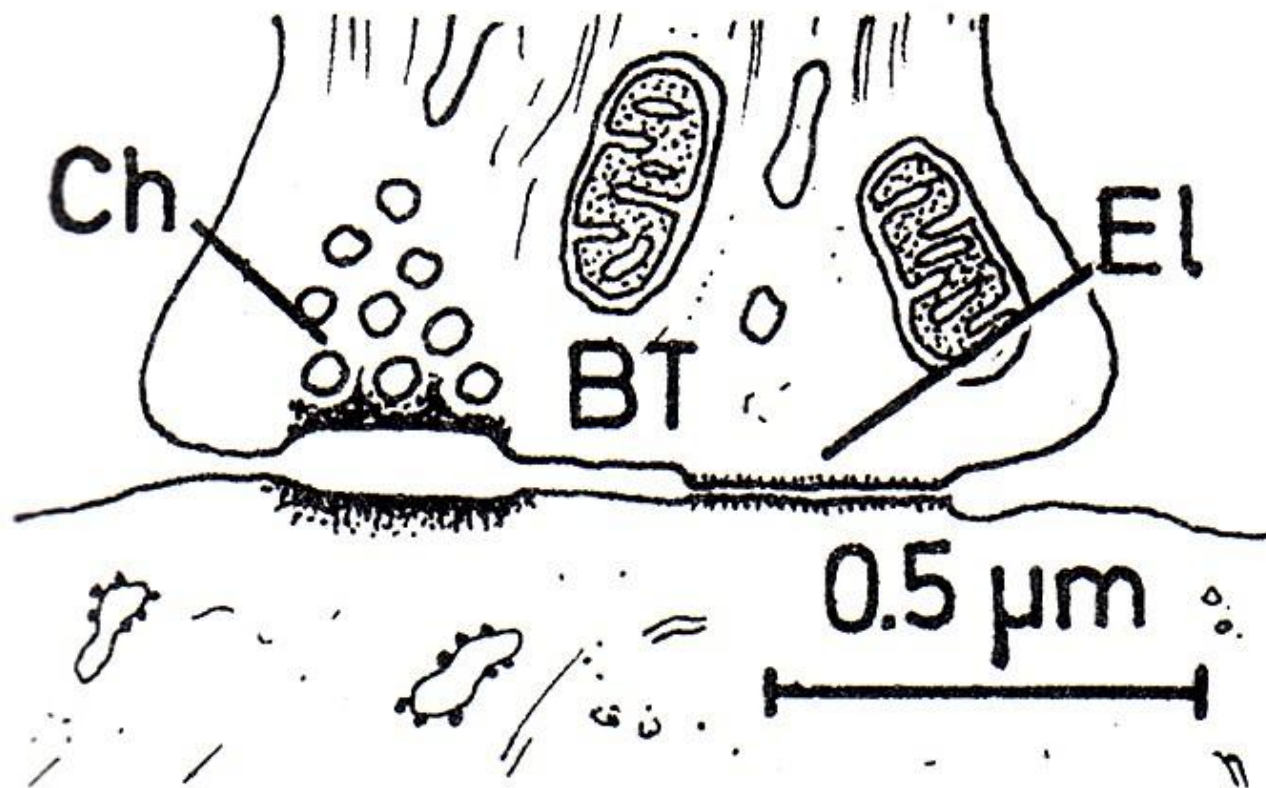
I. По способу (механизму) передачи импульса.

а) электрические – прямое прохождение потенциалов действия от нейрона к нейрону. Описан в 1959 г. Мембраны сближены на 2 нм, некусы, специальные каналы.

6) химические –
передача с
помощью
нейромедиаторов.



в) смешанные



BT – КБ, Ch – X, El – Э

II. Морфологическая (контактирующие отделы нейронов).

Аксо-дендрические, аксо-соматические,
аксо-аксонные, дендро-дендрические
(рецепторные).

Более редки сомато-аксонные, сомато-
соматические и др.

III. По эффекту действия:

- возбуждающие
- тормозные

IV. По составу нейромедиатора

- Холинергические – медиатор ацетилхолин.
- Адренергические – норадреналин.
- Серотонинергические – серотонин.
- Аминокислотергические.
 - ГАМК-ергические
(гаммааминомасляная кислота)
 - глицинергические

Тормозные

Строение



- Пресинаптический отдел содержит:
 - синаптические пузырьки;
 - митохондрии;
 - агранулярные ЭПС;
 - нейротубулы и нейрофиламенты;
- Пресинаптическая мембрана покрыта плотными проекциями – конусовидные бугорки, образующие гексагональную решетку.

- Постсинаптический отдел
 - постсинаптическая мембрана;
 - субсинаптическое уплотнение;
- Синаптическая щель 20-40 нм, заполнена олигосахаридами.

При проведении нервного импульса

- деполяризация пресинаптической мембраны;
- увеличивается ее проницаемость для ионов Ca^{++} (поступают в пресинаптический отдел);
- пузырьки сливаются с пресинаптической мембраной, изливают медиатор в синаптическую щель.

- в постсинаптической мембране рецепторы связываются с медиатором, открываются каналы для ионов Na^+ , деполяризация (в возбуждающих синапсах);
- открываются каналы для ионов Cl^- , гиперполяризация (в тормозных синапсах).

- В коре мозга постоянное обновление синапсов – редукция существующих и образование новых;
- Это касается 10-20 % синапсов, остальные стабильны.
(по Н.Н. Боголепову)

Функция нервной ткани

1. координирует физиологические процессы отдельных клеток, тканей, органов, их систем и организма в целом.
2. хранит информацию (память)
3. перерабатывает и интегрирует следы памяти и сигналы из внешней и внутренней среды