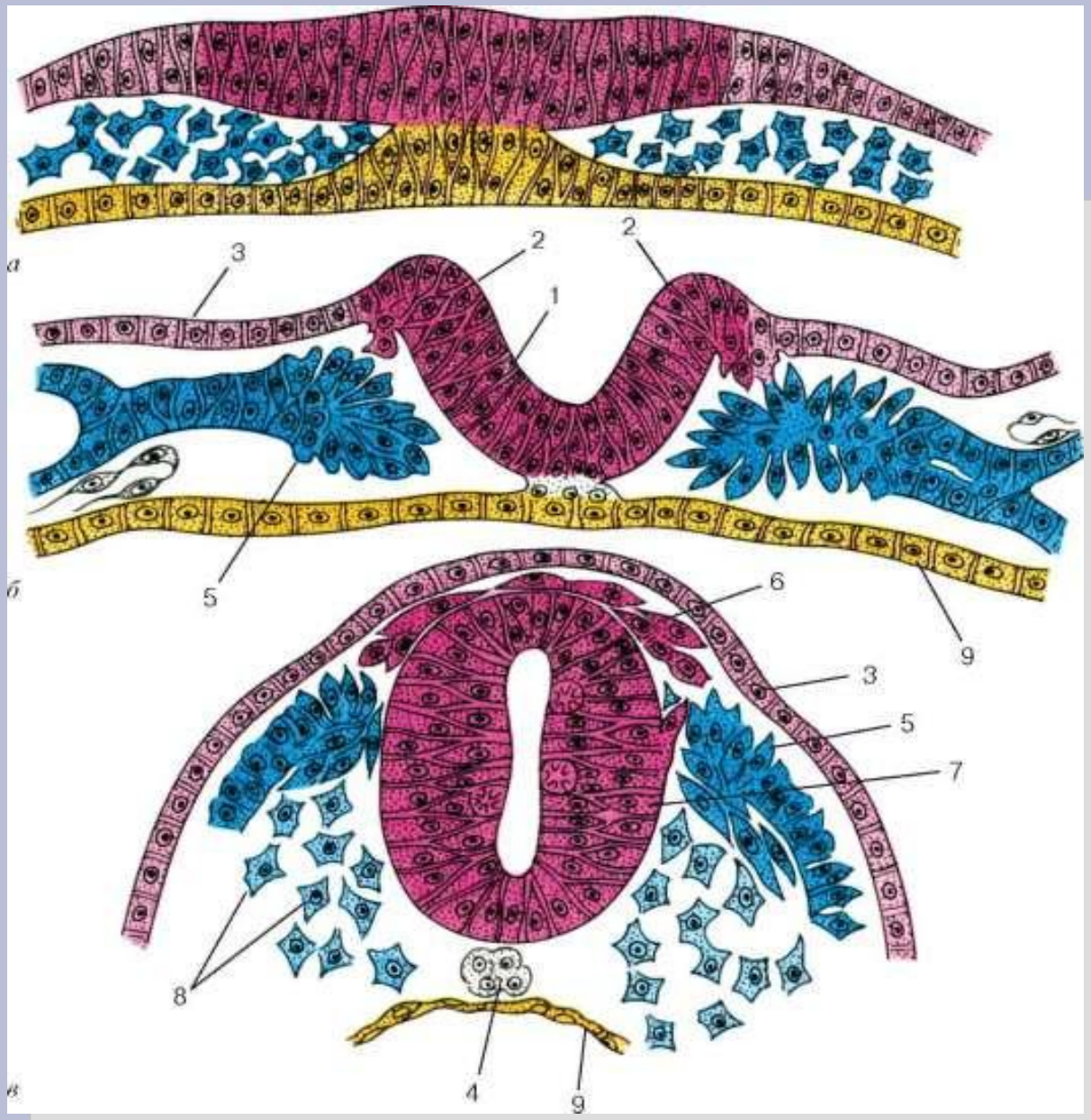
*НЕРВНАЯ ТКАНЬ

* **Нервная ткань — это система взаимосвязанных нервных клеток и нейроглии,**
* **обеспечивающих специфические функции восприятия раздражении, возбуждения, выработки импульса и передачи его.**

Развитие нервной ткани

Процесс нейруляции из дорсальной эктодермы



Формирование нервной трубки зародыша цыпленка (по А. Г. Кнорре):
***а* - стадия нервной пластинки;**
***б* - замыкание нервной трубки;**
***в* - обособление нервной трубки и ганглиозной пластинки от эктодермы.**
1 - нервный желобок;
2 - нервные валики;
3 - кожная эктодерма;
4 - хорда;
5 - мезодерма;
6 - ганглиозная пластинка (нервный гребень);
7 - нервная трубка;
8 - мезенхима;
9 - энтодерма

Дорсальное утолщение первичной эктодермы (нервная пластинка)
Утолщение эктодермы по бокам головы зародыша (нейральные плакоды)
Нервная трубка
Нервный гребешок (ганглиозная пластинка)
1-2) Головной и спинной мозг
3) Сетчатка глаза
1) Спинальные ганглии
2) Ганглии вегетативной нервной системы
3) Пигментные клетки кожи
1) Ганглии головы
2) Нервные элементы органов слуха и равновесия

Развитие нервной ткани отражается схемой

2. При этом нервный гребень **-** парное рыхлое скопление клеток между нервной трубкой и кожной эктодермой**.**

Часть данных клеток остаётся под эктодермой **-** и даёт начало пигментным клеткам кожи**.**

Другая часть распространяется глубоко в мезодерму **-** и даёт начало нервным узлам **(**ганглиям**).**

3. В процессе развития в перечисленных на схеме эмбриональных органах **(**нервной трубке**,** нервном гребешке и нейральных плакодах**)** образуются **два типа бластных клеток. –**

- **Нейробласты** дают начало нейронам и рано **теряют способность к делению.**
- **Глиобласты,** долго сохраняя пролиферативную активность**,** дифференцируются в глиоциты**.**

Некоторые из последних тоже способны к делению**.**

МЕДУЛЛОБЛАСТЫ
нервной трубки и ганглиозной пластинки делятся, образуя:

Нейробластический дифферон:

Нейробласты

Молодые нейроциты

Зрелые нейроциты

Спонгиобластический дифферон:

спонгибласты

глиобласты

глиоциты

Нервная трубка

Нервный гребень

Формируют:

1. Нейроны

2. Макроглию ЦНС (олигодендроциты, астроциты)

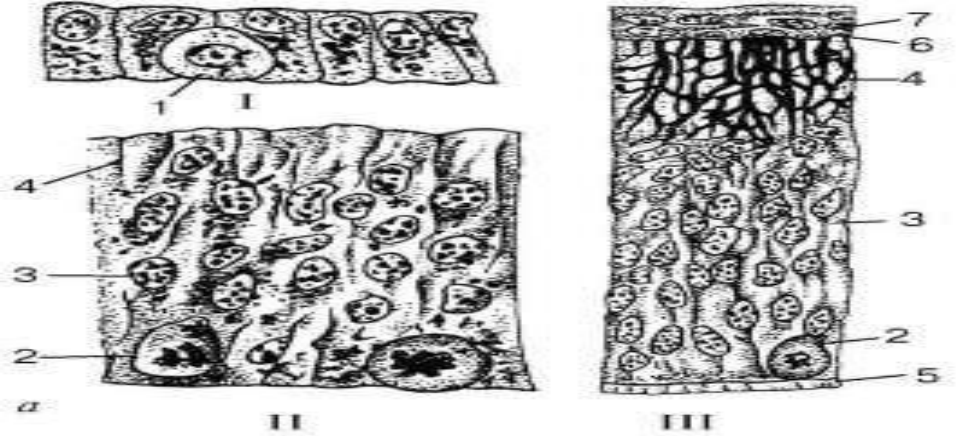
1. Спинальные ганглии

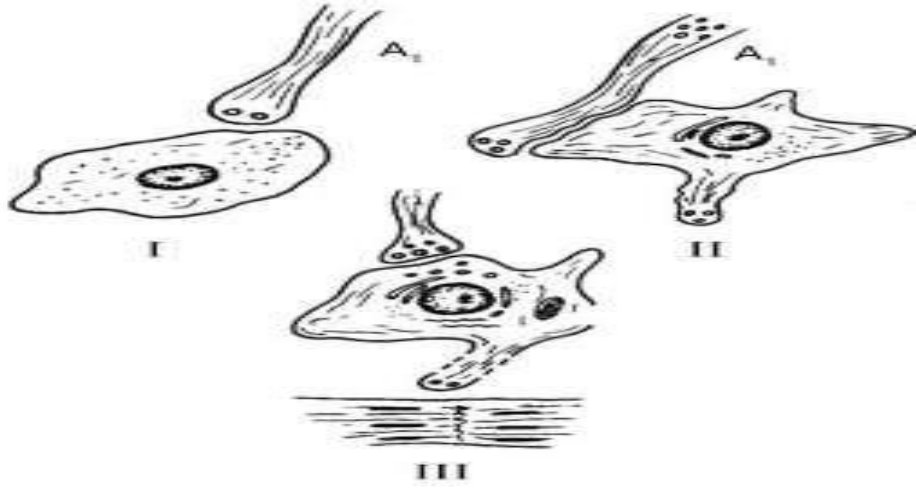
2. Узлы вегетативной нервной системы

3. Клетки мягкой и паутинной оболочек

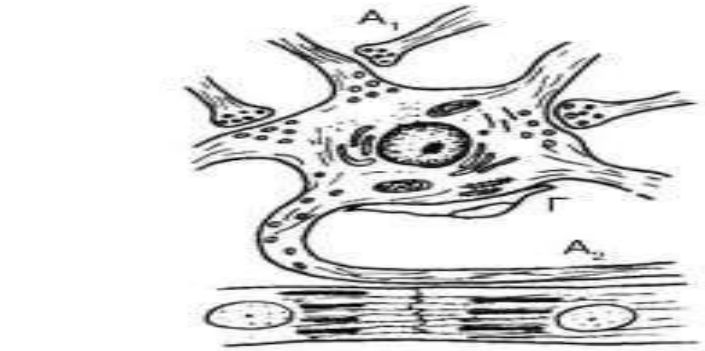
4. Глию:

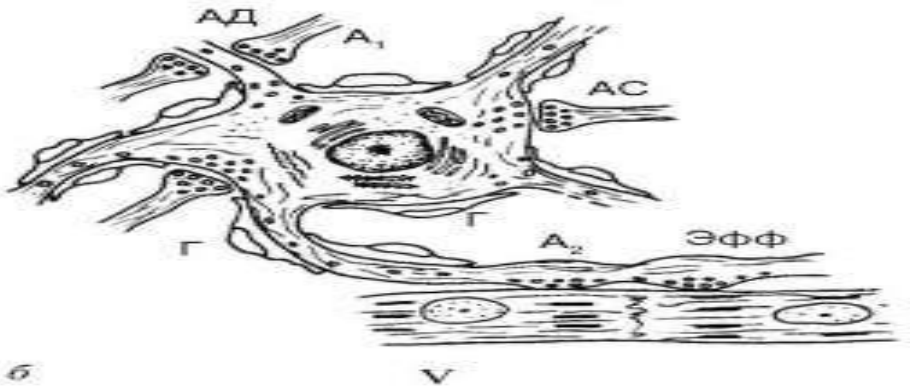
- швановские клетки
- клетки-сателлиты ганглиев
- клетки мозгового вещества надпочечников
- меланоциты кожи





Развитие мозга и дифференци-ровка нейронов**:**
а **-** спинной мозг на разных стадиях развития **(**по Хардести**); I -** нервная пластинка**, II, III -** нервная трубка на более поздних стадиях развития**:**
1 - митотиче**-**ски делящаяся клетка нервной пластинки**;**
2 - митотически делящаяся клетка в вен**-**трикулярной зоне **(**эпендимном слое**);**
3 - промежуточная зона **(**ядерный**,** плащевой слой**);**
4 - маргинальная зона **(**наружный слой**,** краевая вуаль**); 5 -** внутренняя пограничная мембрана**; 6 -** наружная пограничная мембрана**; 7 -** мезенхима**;** *б* **-** стадии дифференцировки эфферентного нейрона внутрисердечного ганглия человека **(**по В**.** Н**.** Швалеву**,** А**.** А**.** Сосунову**,** Г**.** Гуски**): I -** нейробласт**; II -** нейробласт с формирующимися отростками**; III -** юный нейрон с формирующимися синаптическими пузырьками и синапсами**; IV -** дифференцирующийся нейрон с органеллами в перикарионе и растущим аксоном**; V -** зрелый нейрон с крупным перикарионом**,** многочисленными синапсами и аксоном**,** сформировавшим нервно**-**мышечное окончание на кардиомиоцитах**;** А**1 -** пре**-**ганглионарные волокна**;** А**2 -** постгангли**-**онарные волокна**;** Эфф **-** эфферентное нервно**-**мышечное окончание**;** АС **-** аксо**-**соматические синапсы**;** АД **-** аксоден**-**дритические синапсы**;** Г **-** глиоциты





б

Общие сведения

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

Нервная ткань
Нейроны, выполняющие специфическую функцию
Нейроглия
макроглия
микроглия
эпендимоциты
астроциты
глиальные макрофаги
олигодендроциты

Функции клеток нервной ткани

Функции нейронов

Рецепция	а) 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. Например, 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.
	Наконец, возбуждающий или тормозящий сигнал передаётся нейроном (точнее, его

Способы передачи сигнала

Передача сигнала может происходить двумя способами.

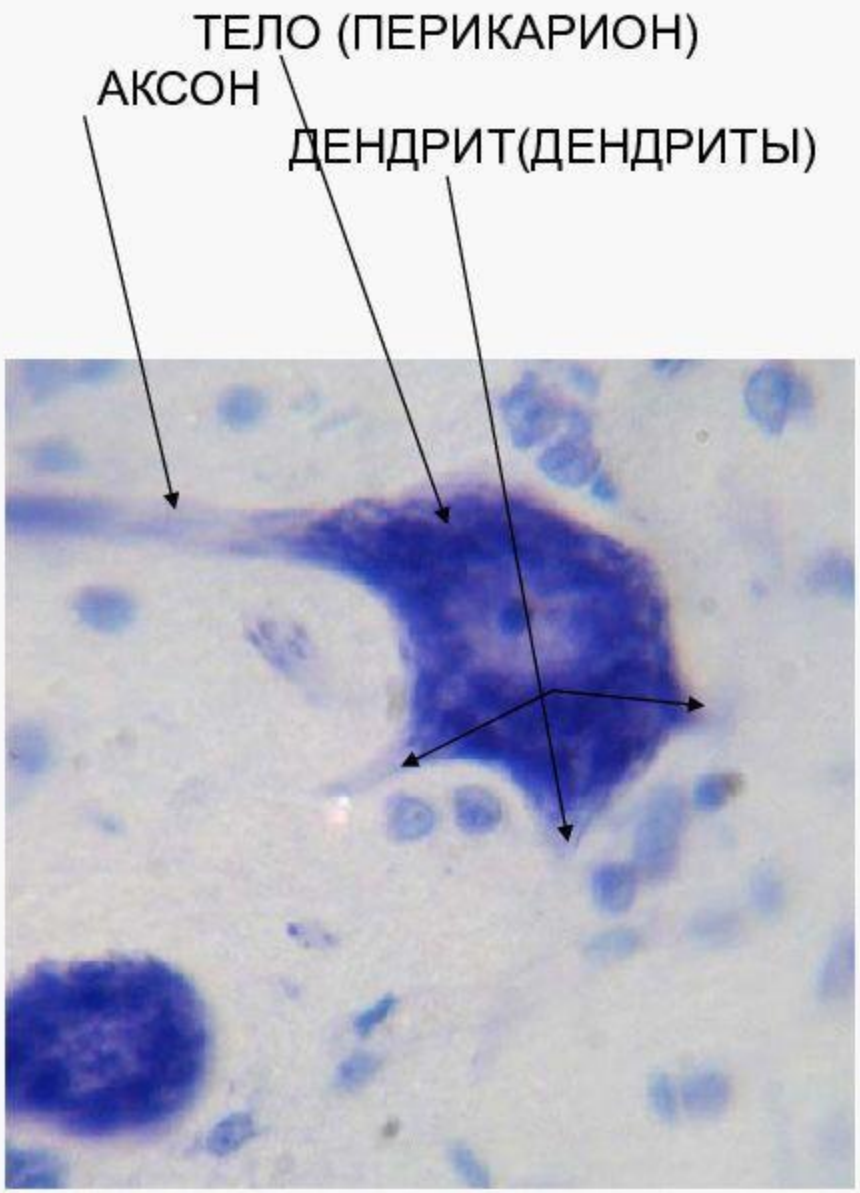
Прямой контакт с объектом	Чаще всего отросток нейрона образует непосредственный контакт **(**синапс**) с соответствующим объектом.** При этом передатчиком сигнала служит химическое вещество**,** называемое **медиатором.**
Непрямое воздействие через кровь	Реже **(**в случае секреторных нейронов**)** отростки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

Функции глии

Основные функции	Глиальные клетки обеспечивают деятельность нейронов**,** играя вспомогательную роль **-** ▯ опорную**,** ▯ трофическую**,** ▯ барьерную ▯ защитную**.**
Секретор- ная функция	Кроме того**,** некоторые глиоциты выполняют ▯ секреторную функцию**,** образуя жидкость **(ликвор),** которая заполняет спинномозговой канал и желудочки мозга**.**

НЕЙРОНЫ

ОБЩЕЕ СТРОЕНИЕ НЕЙРОНОВ:



КЛАССИФИКАЦИЯ НЕЙРОНОВ:

ПО ЧИСЛУ ОТРОСТКОВ:
- БИПОЛЯРНЫЕ
- МУЛЬТИПОЛЯРНЫЕ
- ПСЕВДОУНИПОЛЯРНЫЕ

ПО ФУНКЦИИ:
- ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ (АФФЕРЕНТНЫЕ)
- ДВИГАТЕЛЬНЫЕ (ЭФФЕРЕНТНЫЕ)
- ВСТАВОЧНЫЕ (АССОЦИАТИВНЫЕ)

ПО МЕДИАТОРНОМУ ПРОФИЛЮ:
- АЦЕТИЛХОЛИНЭРГИЧЕСКИЕ
- КАТЕХОЛАМИНЭРГИЧЕСКИЕ
- ПЕПТИДЭРГИЧЕСКИЕ
- СЕРОТОНИН, ДОПАМИНЭРГИЧЕСКИЕ
- АСПАРТАТ-, ГЛУТАМАТЭРГИЧЕСКИЕ…

ПО ФОРМЕ И РАЗМЕРУ ПЕРИКАРИОНОВ:
- ПИРАМИДНЫЕ (МАЛЫЕ, СРЕДНИЕ, БОЛЬШИЕ),
- ЗВЕЗДЧАТЫЕ,
- ВЕРЕТЕНОВИДНЫЕ
- ГРУШЕВИДНЫЕ
- КЛЕТКИ-ЗЕРНА

Подразделение нейронов по функции

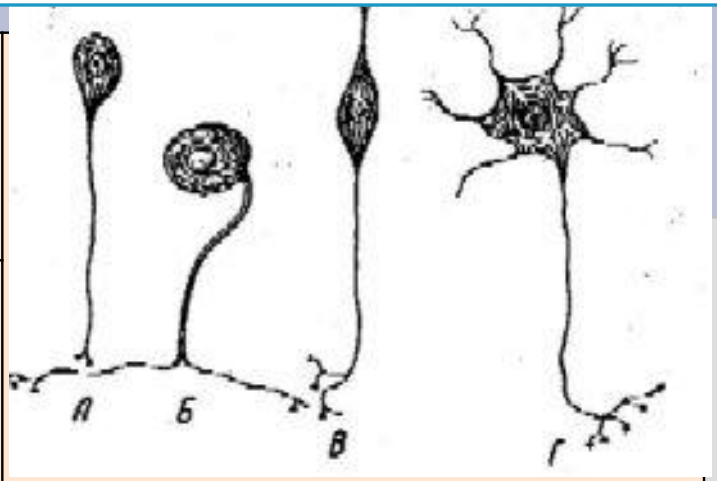
По функции нейроциты делятся на **3** вида**:**

1. афферентные **(**чувствительные**,** рецепторные**,** центростремительные**),**
2. эффекторные **(**эфферентные**,** двигательные или секреторные**),**
3. ассоциативные **(**вставочные**)**

Чувстви-тельные **(**рецепторные**)** нейроны	а**)** А**.** Чувствительные нейроны воспринимают сигналы от периферических рецепторов**.** Б**.** Эти сигналы передаются чаще всего **-** в центральную нервную систему**,** реже **(**при замыкании периферических рефлекторных дуг**) -** на соответствующий нейрон вегетативного ганглия**.** б**)** Тела нейронов находятся **всегда в ганглиях (**т**.**е**.** вне центральной нервной системы**) –** в спинномозговых узлах**,** чувствительных ганглиях черепномозговых нервов и некоторых вегетативных ганглиях**.**
Ассоциа-тивные нейроны	а**)** Данные нейроны передают сигналы от одних нейронов к другим**.** б**)** А**.** Находятся**,** чаще всего**,** в центральной нервной системе**,** т**.**е в спинном или головном мозгу**,** где участвуют в замыкании центральных рефлекторных дуг**,** а также в ганглиях вегетативной нервной системы**,** где замыкают периферические рефлекторные дуги**.**
Эффектор-ные нейроны	а**)** Эти нейроны передают сигналы на рабочие органы**.** б**)** Тела данных клеток находятся либо в центральной нервной системе **(**эфферентная иннервация скелетных мышц**),** либо в вегетативных ганглиях **(**эфферентная иннервация сосудов**,** желёз и внутренних органов**).**

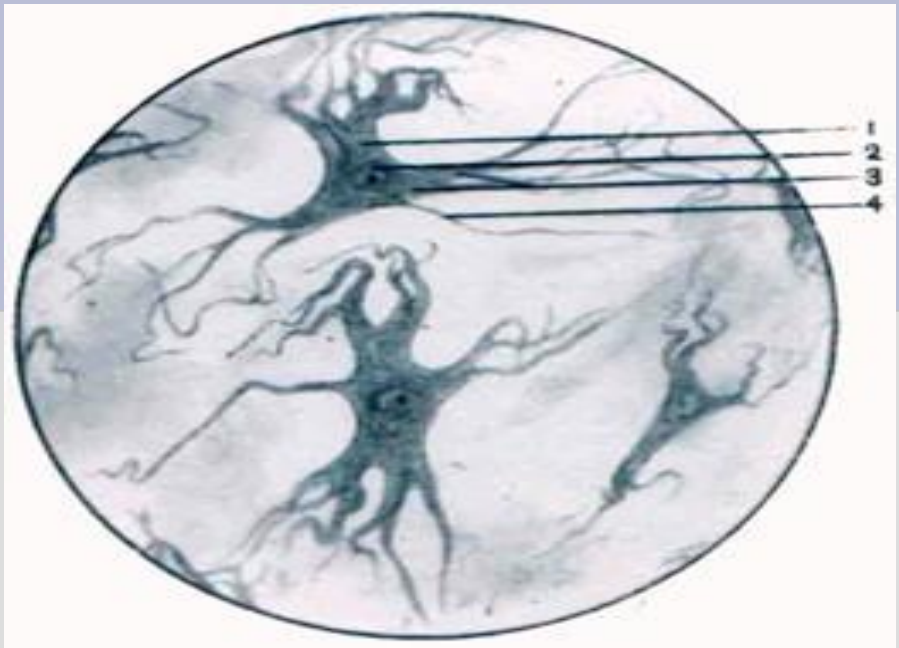
Подразделение нейронов по числу отростков

По общему количеству отростков нейроны и их предшественники делятся на несколько видов.

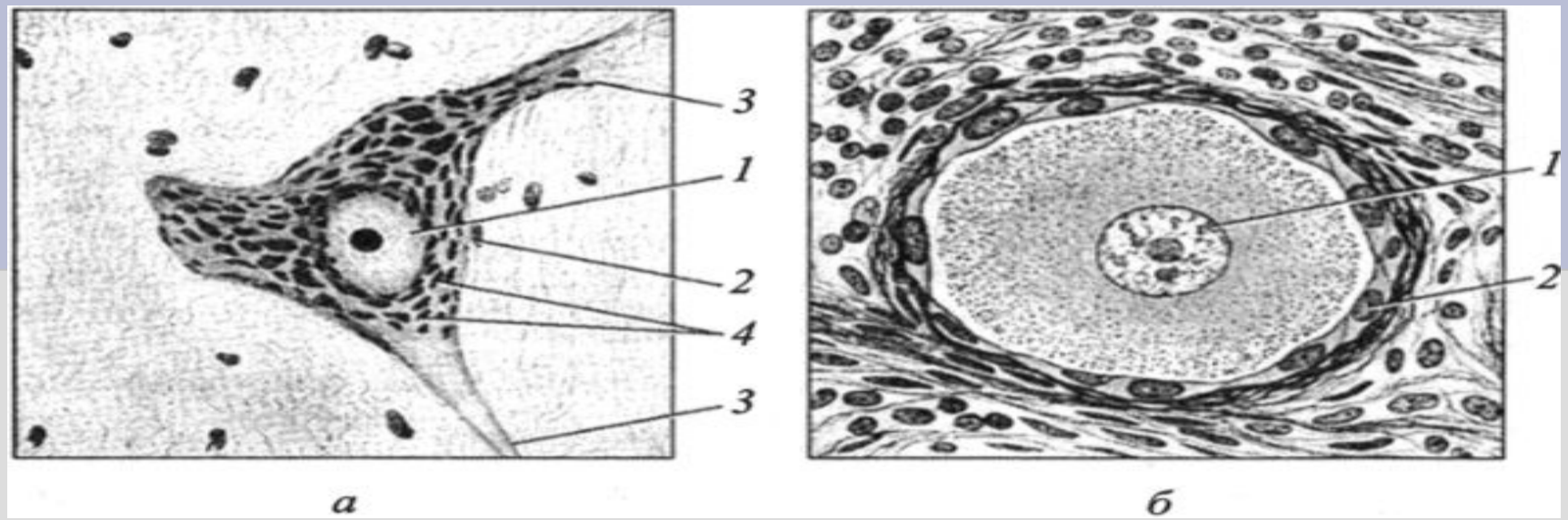


А. Уни-полярные нейроны	а) **Униполярные** клетки имеют лишь один отросток (аксон). б) Таковыми являются нейробласты на промежуточной стадии дифференцировки.
Б. Псевдоуни-полярные нейроны	Здесь места отхождения аксона и дендрита от тела клетки близки, и кажется, будто клетка имеет всего один отросток, который затем Т-образно делится на два. Таковы чувствительные нейроны. Данные нейроны имеют один (обычно весьма длинный) дендрит и один аксон. в) Большая длина дендрита обусловлена тем, что он должен обеспечивать проведение сигнала от периферического рецептора (расположенного, например, в коже пальца) до соответствующего чувствительного узла (например, спинномозгового).
В. Би-полярные нейроны	а) Эти клетки явственно имеют **2** отростка - аксон и дендрит. б) Встречаются подобные клетки нечасто.
Г. Мульти-	а) Наконец, данные нейроны содержат более двух отростков (один аксон и более одного дендрита) и

Ложноуниполярные (псевдоуниполряные) нервные клетки - один из видов биполярных нервных клеток. Гистологический препарат спинномозгового узла. Импрегнация серебром. Ув.: об.43×ок.15.
1- Т-образное разделение выроста нервной клетки на нейрит и дендрит;
2 – вырост нервной клетки;
3 – нейроплазма;
4- ядро нервной клетки;
5 – нервные волокна.



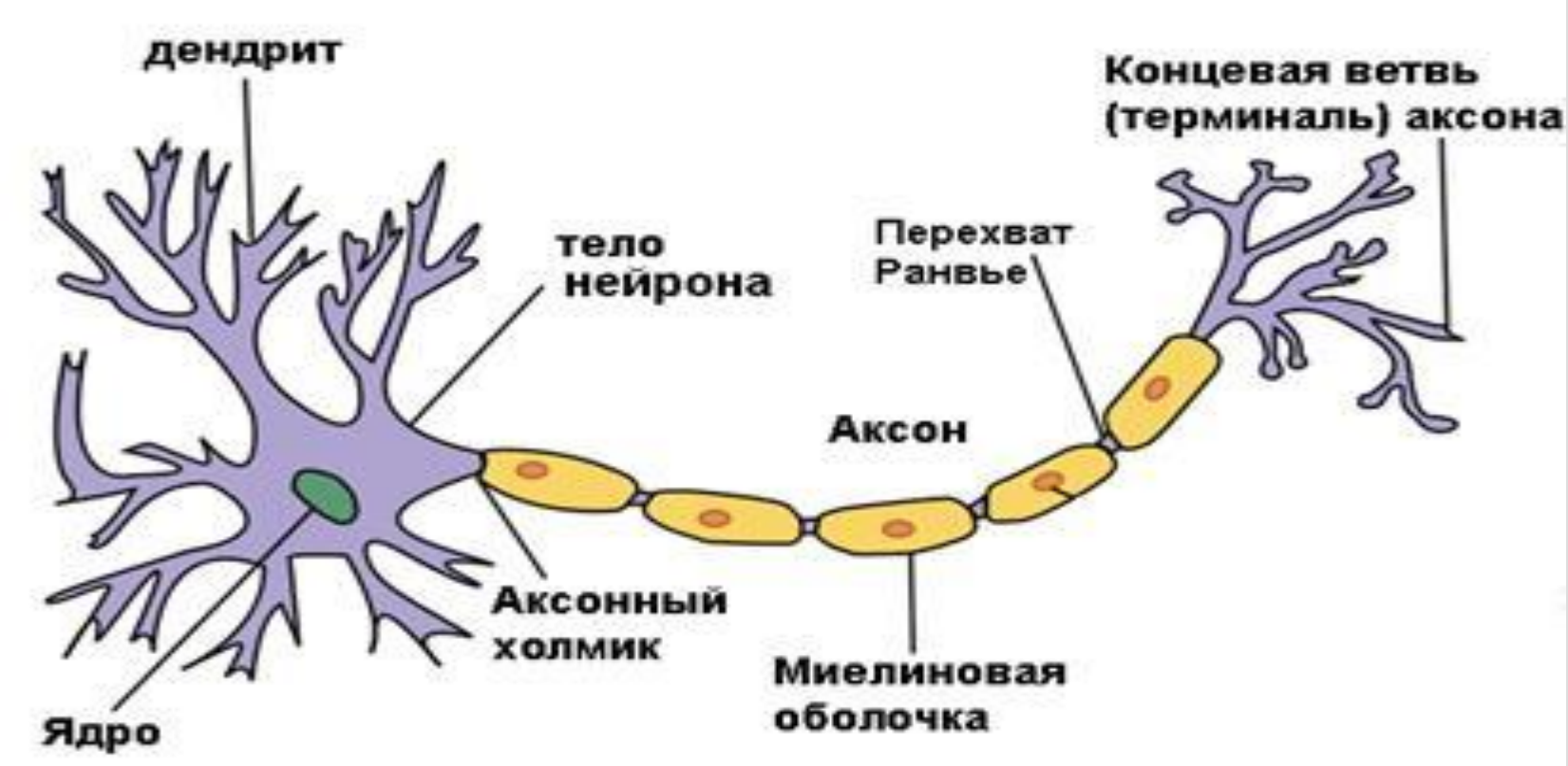
Мультиполярные нервные клетки. Гистологический препарат передних рогов спинного мозга. Окраска нигрознином Ув.:об.8×ок.15.
1-мультиполярная нервная клетка (нейроцит) спинного мозга;
2-ядро нервной клетки;
3 – дендриты;
4 – аксон (нейрит).

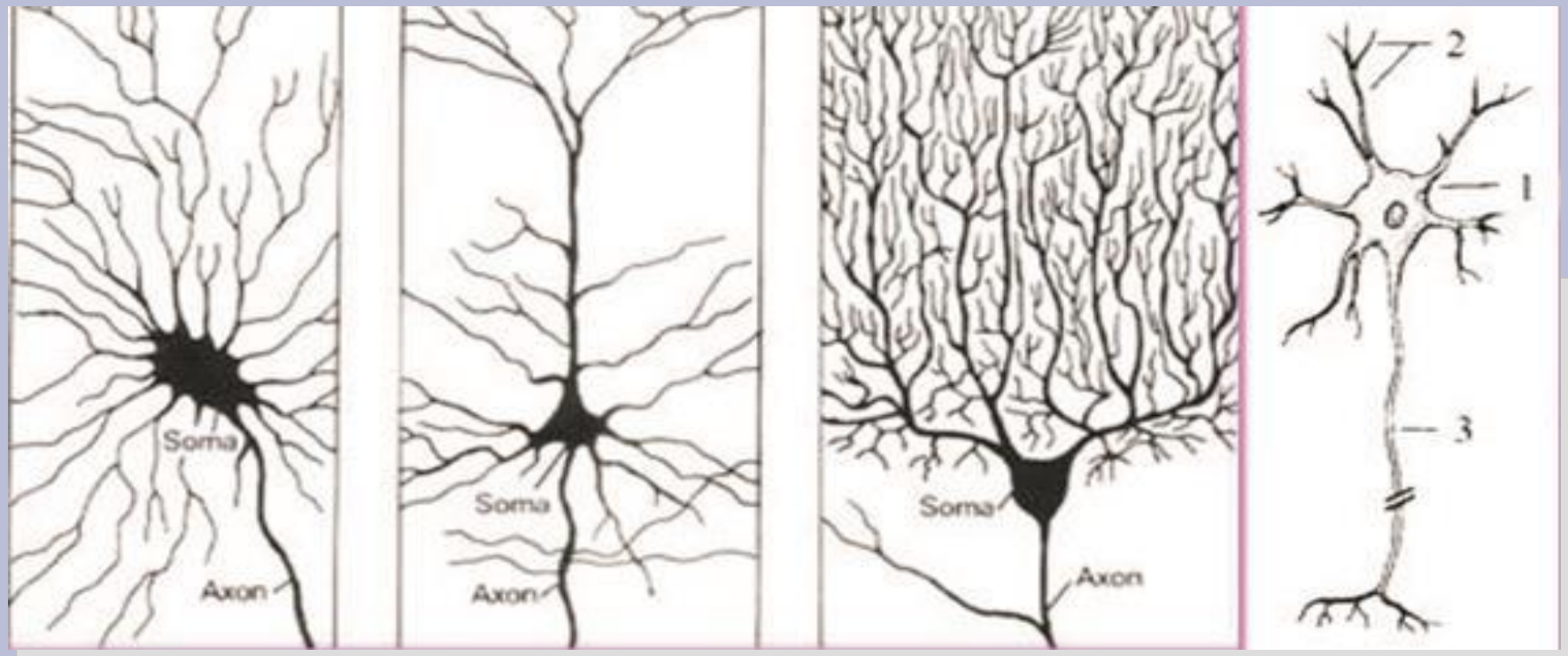


Строение нервных клеток:
а — чувствительный нейрон спинномозгового ганглия; *б* — двигательный нейрон вентральных рогов спинного мозга; *1* — ядро с ядрышком; *2* — ядро глиальной клетки; *3* — отростки; *4*— тигроид

По форме клетки и размерам нейроны могут быть сферическими, зернистыми, звездчатыми, пирамидными, грушевидными, веретеновидными, неправильными и т. д. Размер тела нейрона варьирует от **5** мкм у малых зернистых клеток до **120—150** мкм у гигантских пирамидных нейронов.

В нейроците выделяют тело **(перикарион)** и отростки.



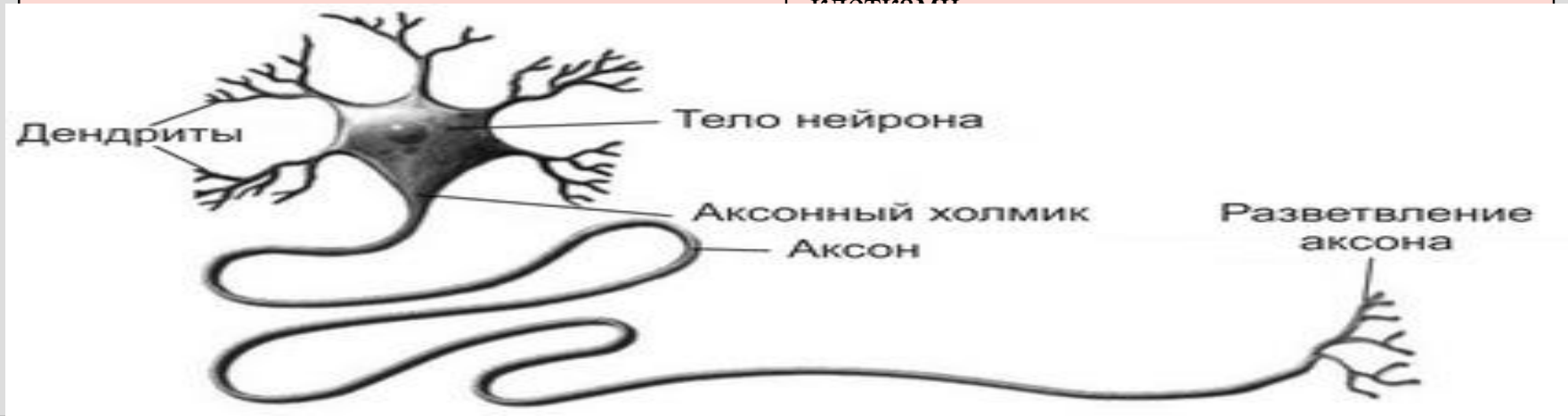


Классификация нейронов по форме тела и ветвлению отростков

А – веретеновидный нейрон; Б – пирамидальный нейрон; В – клетка Пуркинье; Г – звездчатый нейрон.

Отростки нейронов

Дендриты	**Аксон (**нейрит**)**
а**)** Это отростки**,** по которым импульс идёт **к телу** нейрона**.**	а**)** Это отросток**,** по которому импульс идёт **от тел** нейронов**.**
б**)** Клетка может иметь несколько или даже много дендритов**.**	б**) Аксон всегда один.**
в**)** Обычно дендриты ветвятся**,** с чем связано их название **(**греч**. dendron -** дерево**).**	в**)** В своей конечной части аксон может отдавать коллатерали и контактировать сразу с несколькими



Просмотр препаратов: общий вид нейронов
1. Мультиполярные нейроциты

Препарат - мультиполярные нейроциты спинного мозга. Импрегнация азотнокислым серебром.

а) На данном снимке видны нейроны

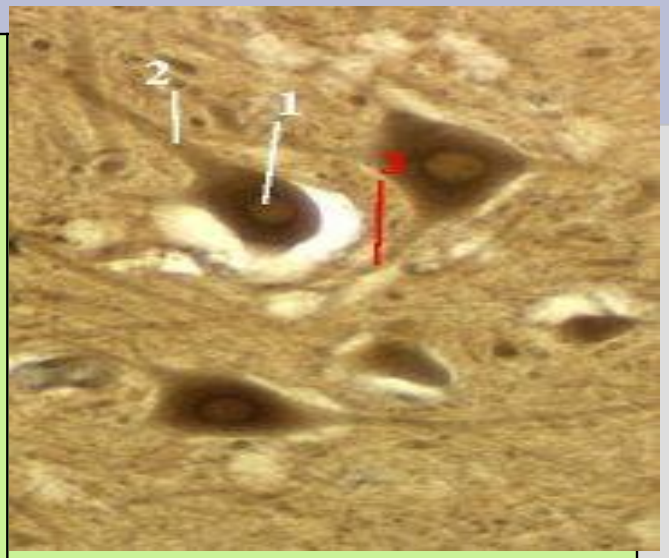
со светлым ядром **(1),**

тёмной цитоплазмой и

несколькими **(4-5)** отростками.

б) Длинный отросток является аксоном **(2),**

остальные - дендритами **(3).**



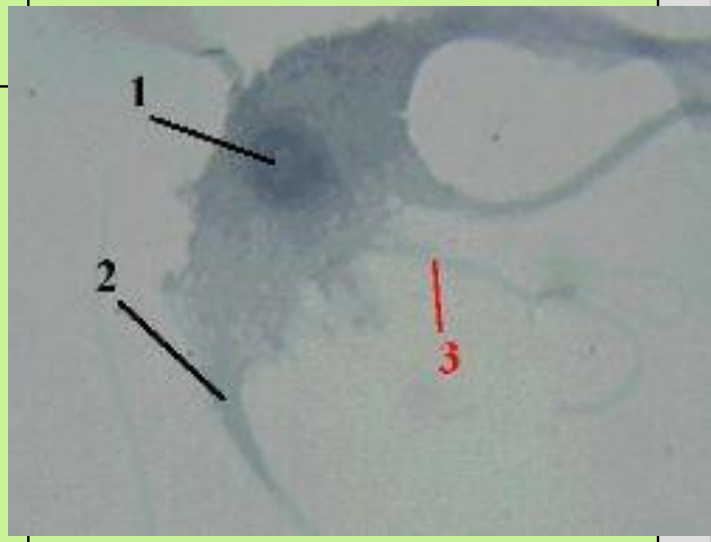
Препарат - изолированный мультиполярный нейроцит спинного мозга. Окраска нигрозином.

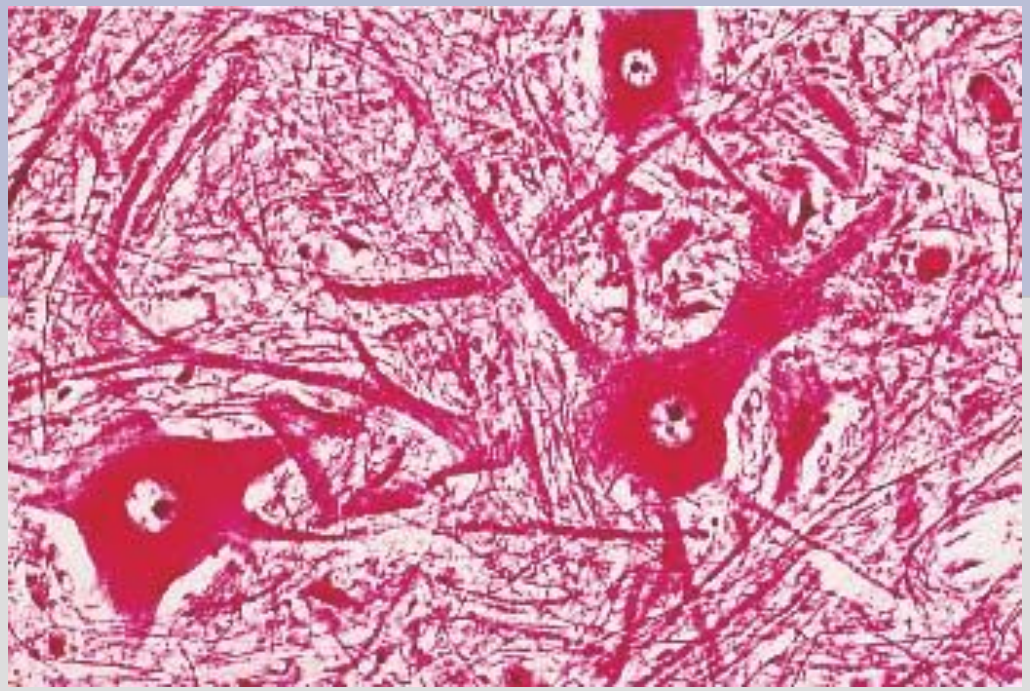
а) При данном методе окраски нейрон

имеет **тёмно-серый цвет;**

в его центре - тёмное округлое ядро **(1).**

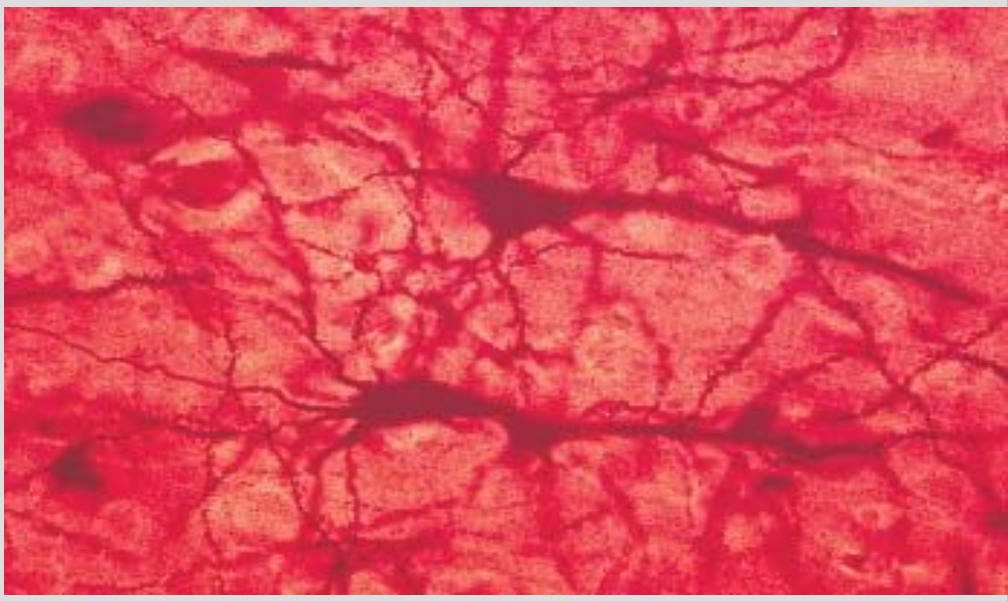
б) Многочисленные дендриты **(3)** ветвятся;

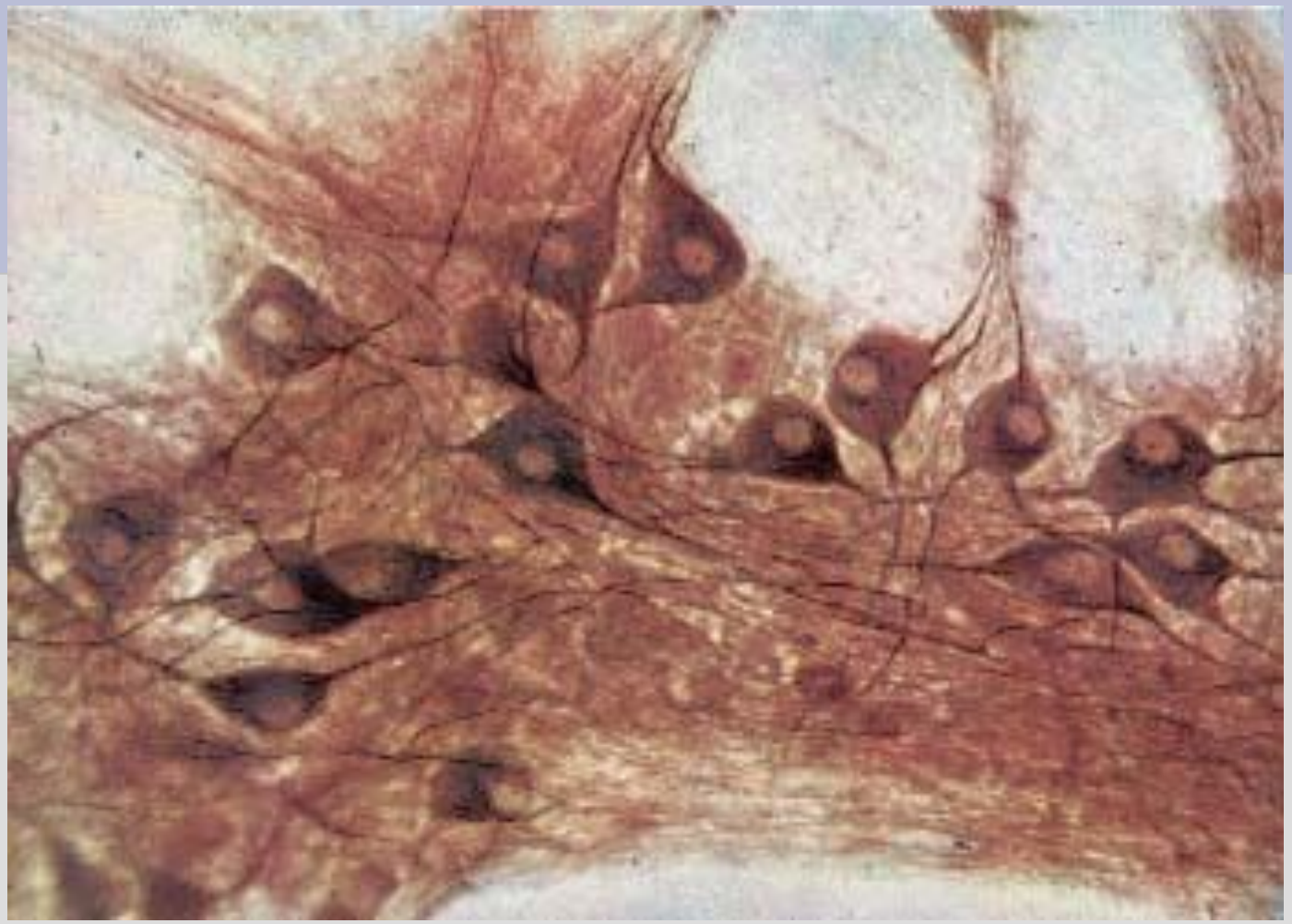




Мультиполярные нейроны спинного мозга
Окраска Вейгерт кармин; увеличение: × 200, здесь не видны аксоны.

Мультиполярные нейроны коры головного мозга (пирамидные клетки).
Окраска - серебряная пропитка Гольджи: х 300.



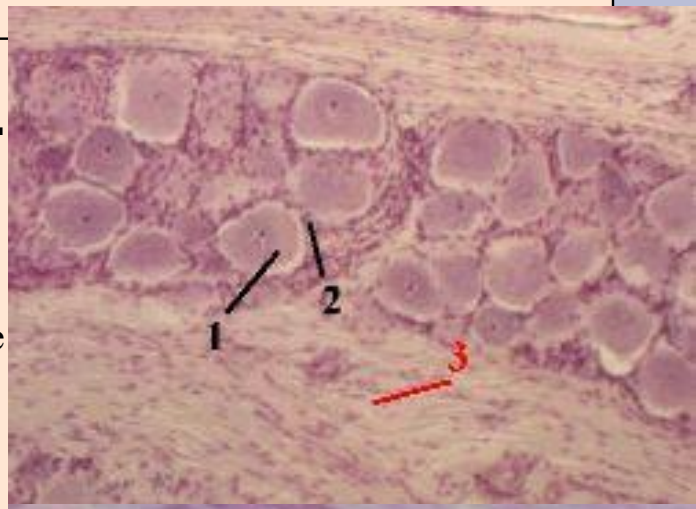


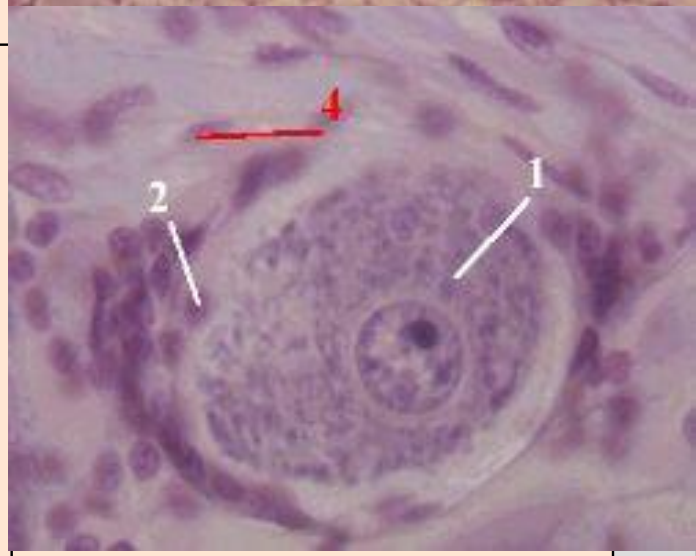
Мультиполярные нейроны интрамурального ганглия вегетативной нервной системы между кольцевым и продольным слоями мышц кишечной стенки.
Это висцеральные моторные нейроны, которые передают возбуждение в кишечник, железы и сосуды.
Окраска: серебряная пропитка Бельшовского-Грос; увеличение: × 90

Псевдоуниполярные нейроциты

Препарат - псевдоуниполярные нейроциты спинномозгового узла. Окраска гематоксилин-эозином.

Малое увеличение	а) Тела нейроцитов **(1) -** крупные, округлой формы. б) Они окружены многочисленными мелкими глиальными клетками-сателлитами **(2).** в) Видны также нервные волокна **(3),** образованные отростками нейроцитов и специальными глиальными клетками.
Большое увеличение	а) А. В центре нейроцитов **(1)** хорошо различимо небольшое округлое ядро с плотным ядрышком. Б. Отростки, отходящие от клетки, не видны. б) Клетки-сателлиты **(2)** имеют овальные ядра и очень узкий ободок цитоплазмы.
	в) А. Вокруг них находятся фибробласты **(4),**





Цитоплазма нейроцитов

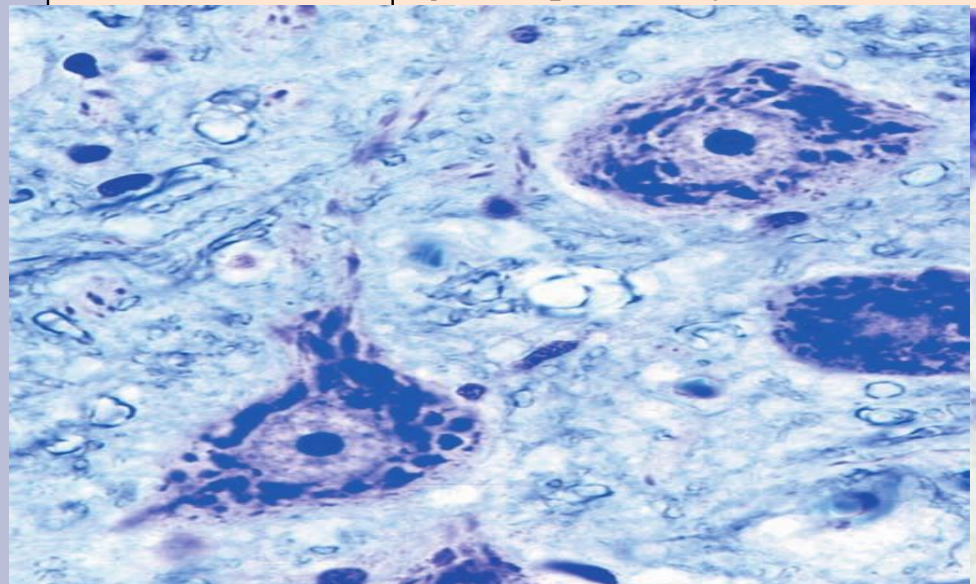
Специфические структуры цитоплазмы

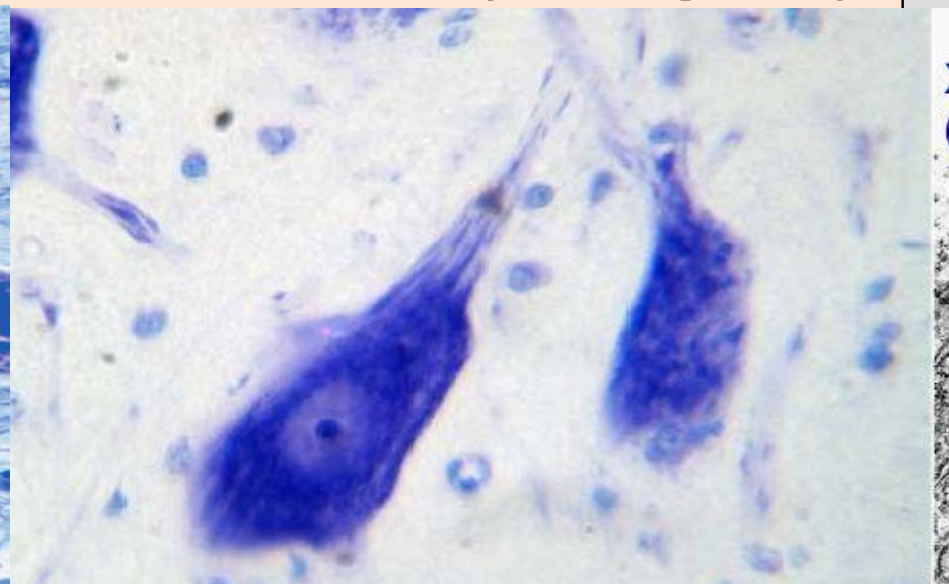
Системы тран-спорта ионов	а) Способность нейронов к возбуждению и его проведению связана с наличием в их плазмолемме систем транспорта ионов - **Na+,K+-**насосов, К**+-**каналов и (что имеет ключевое значение) **Na +-каналов.** б) При возбуждении последние открываются, что приводит к изменению потенциала мембраны.
Другие структуры	а) При специальных методах окраски в цитоплазме нейронов выявляется ряд характерных образований - ▯ глыбки базофильного вещества, ▯ нейрофибриллы, ▯ гранулы нейросекрета (в секреторных нейронах).

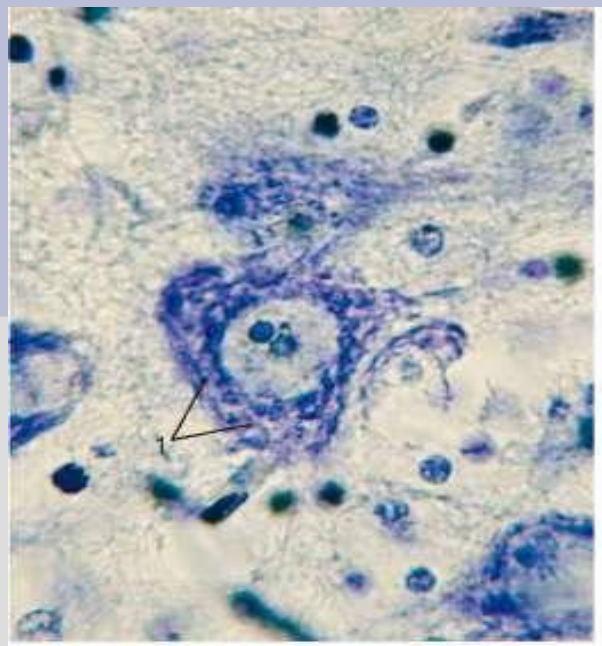
Базофильное вещество

3. Препарат - базофильное вещество в нейроцитах спинного мозга. Окраска тионином по методу Ниссля.

Морфоло-гия и локализа-ция	а) Базофильное вещество (или **хроматофильная субстанция**) представлено в виде глыбок и зёрен различных размеров. б) Оно находится в теле и в дендритах, но **не обнаруживается в аксоне** и его основании.
Природа базофиль-ного вещества	а) Базофильное вещество - это скопления уплощённых цистерн **гранулярной** эндоплазматической сети, в которой интенсивно происходит белковый синтез. б) Базофилия обусловлена большим количеством **РНК** (в составе рибосом).

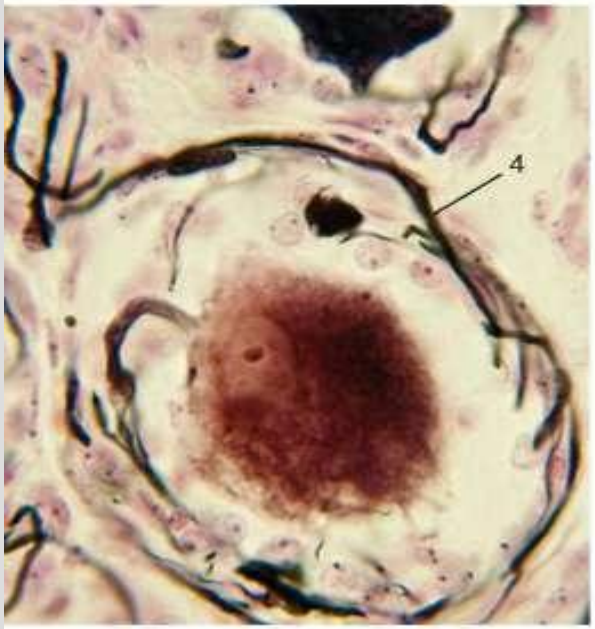




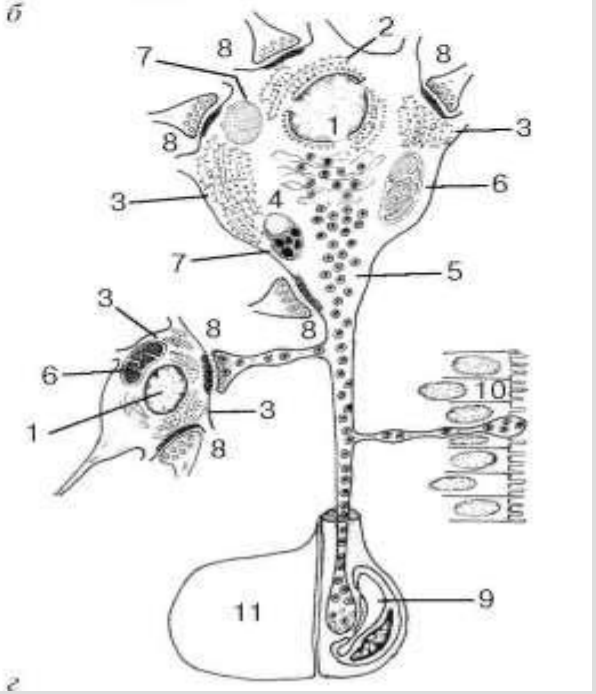


а

б



в



г

Хроматофильное вещество **(**глыбки Ниссля**)** и нейрофибриллярный аппарат в нейронах **(**микропрепараты**).**

Строение секреторного нейрона**:**

а **-** хроматофильное вещество **(**окраска толуидиновым синим по методу Ниссля**);**

б **-** нейрофибриллы**;**
в **-** униполярный нейрон

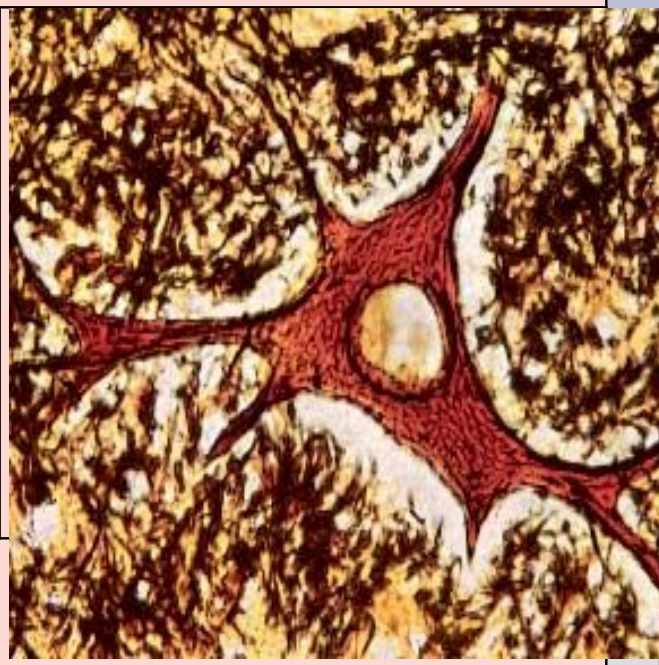
1 - хроматофильное вещество**;**
2 - аксон**; 3 -** дендриты**;**
4 - отросток нейрона**;**

г **-** секреторный нейрон**: 1 -** ядро**; 2 -** канальцы эндоплазматической сети**; 3 -** скопления канальцев**; 4 -** комплекс Гольджи**; 5 -** нейросекреторные гранулы**; 6 -** митохондрия**; 7 -** лизосомы**; 8 -** синапсы**; 9 -** гемокапилляр**; 10 -** эпендимный эпителий желудочков мозга**; 11 -** передняя доля гипофиза

Нейрофибриллы

Препарат - нейрофибриллы в нейроцитах спинного мозга. Импрегнация азотнокислым серебром.

Локализация и ориентация	а) Нейрофибриллы образуют плотную сеть в теле нервных клеток. б) Они находятся также в дендритах и в аксоне, где располагаются параллельно друг другу.
Природа	а) Нейрофибриллы представлены **пучками нейротрубочек и нейрофиламентов (**не видимыми в световом микроскопе**).** б) На них оседает **азотнокислое серебро,** что и делает видимыми нейрофибриллы при данном методе окраски.



Нейросекреторные гранулы

Препарат - секрет в клетках нейросекреторных ядер головного мозга. Окраска по методу Ниссля.

Морфология клеток	а) На снимках видны многочисленные нейроциты. б) Они имеют овальную форму, светлые ядра и неоднородную цитоплазму **(1).** в) Неоднородность цитоплазмы обусловлена наличием в ней многочисленных мелких нейросекреторных гранул.
Содержимое и локализация гранул	а) Гранулы окружены мембраной. Внутри содержатся вещества, имеющие, в основном, пептидную и белковую природу и предназначенные на экспорт. б) Поэтому, кроме тела нейрона, секреторные гранулы могут обнаруживаться в его аксоне, по которому они перемещаются к кровеносному сосуду.
Локализация	Нейросекреторные клетки с такими гранулами располагаются, в основном, в

Схема строения нейрона

Ультрамикроскопическое строение нейрона.
Схема.

1. Завершая обсуждение структуры нейронов**,** приведём схему строения мультиполярной нервной клетки**.**

2. Изображённая клетка имеет один аксон и несколько дендритов **(**остальные отростки**).**

б**)** Во всех отростках содержатся параллельно расположенные нейрофибриллы **(10).**

3. В теле клетки показаны органеллы**:**

ядро **(11)** с преобладанием эухроматина **(**что характерно для нейронов**),**

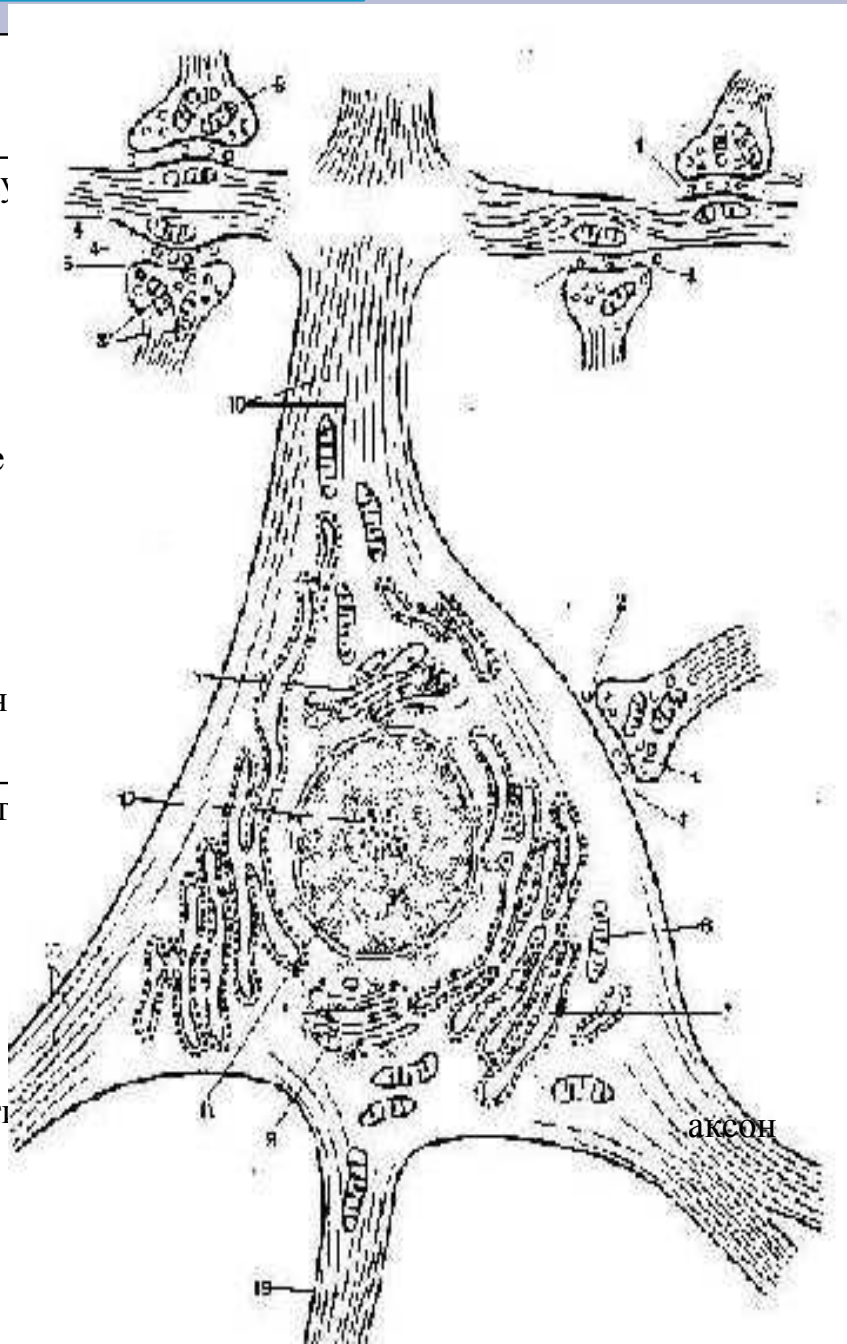
шероховатая эндоплазматическая сеть **(7),** которая при свет микроскопии воспринимается как базофильная субстанция**;**

сетчатый аппарат Гольджи **(9)** и

митохондрии **(8).**

4. Видно также**,** что к нейрону подходят аксоны многих други нейронов**,**

образуя синапсы **(2)** с его телом и



Транспорт веществ по отросткам нейронов

Виды транспорта

По отросткам нейронов постоянно происходит транспорт веществ**:**

- медленный ток **(**транспорт**)** по аксонам в прямом направлении **(**от тела клетки**) -** со скоростью **1-3** мм**/**сутки**;**
- быстрый ток по аксонам в прямом направлении **- 100-1000** мм**/**сутки**;**
- ток по дендритам в прямом направлении **- 75** мм**/**сутки**;**
- ретроградный ток **(**в обратном направлении**)** по аксонам и дендритам**.**

Транспортируемые вещества

В ходе этого транспорта переносятся от тела клетки

1. метаболиты, за счёт которых в окончаниях нейронов происходит образование медиаторов и энергетическое обеспечение данного процесса;
2. кислород, используемый для окисления в митохондриях (находящихся в нервных окончаниях);
3. соответствующие белки (в т.ч. ферменты),
4. нейрогормоны (в аксонах нейросекреторных клеток) и др. вещества;
5. к телу клетки - конечные продукты обмена.

При этом многие перечисленные вещества переносятся в растворённой форме, другие же вещества (например, гормоны и медиаторы) - в составе пузырьков или гранул.

Механизм транспорта

Расчёты показывают, что быстрый транспорт растворённых веществ, скорее всего, осуществляется

не путём диффузии веществ по нейротрубочкам и

не путём тока жидкости по нейротрубочкам под действием гидродинамического давления,

- а путём тока жидкости (под действием гидродинамического давления) **через межтубулярное пространство.**

В транспорте же пузырьков и гранул, видимо, участвуют нейрофибриллы:

- частицы связаны с ними специальным белком и перемещаются по ним, как по рельсам.

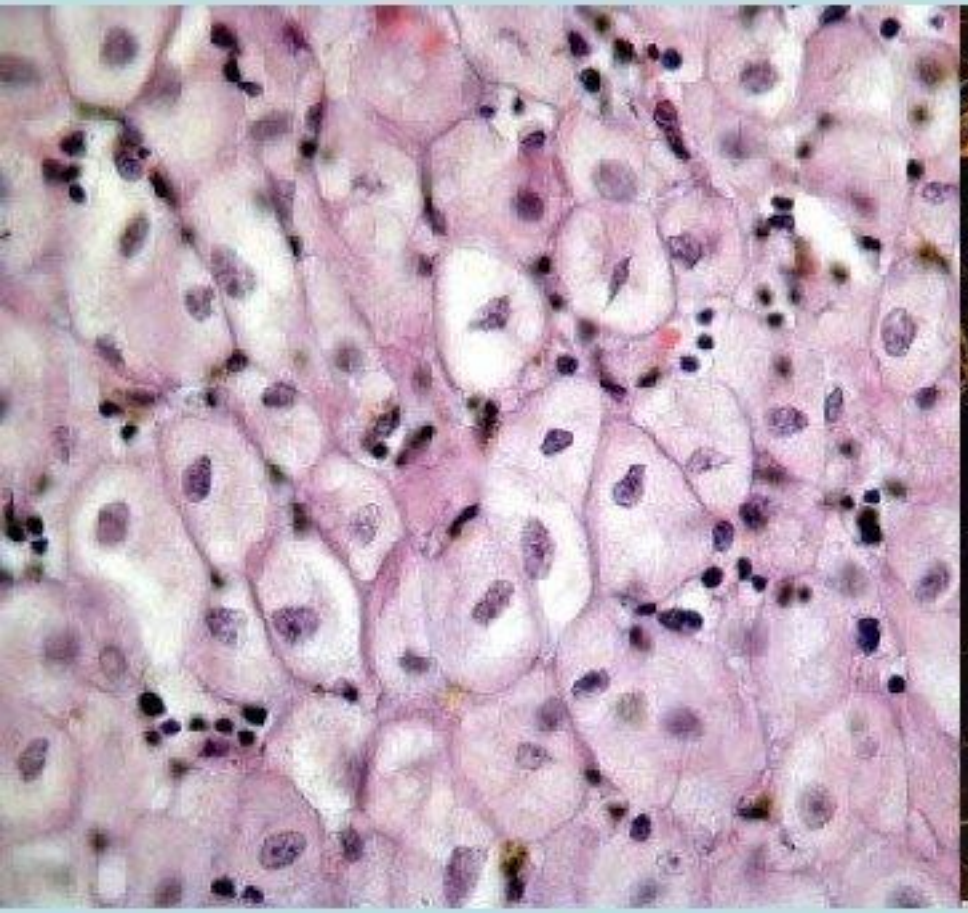
Три типа проводящих путей

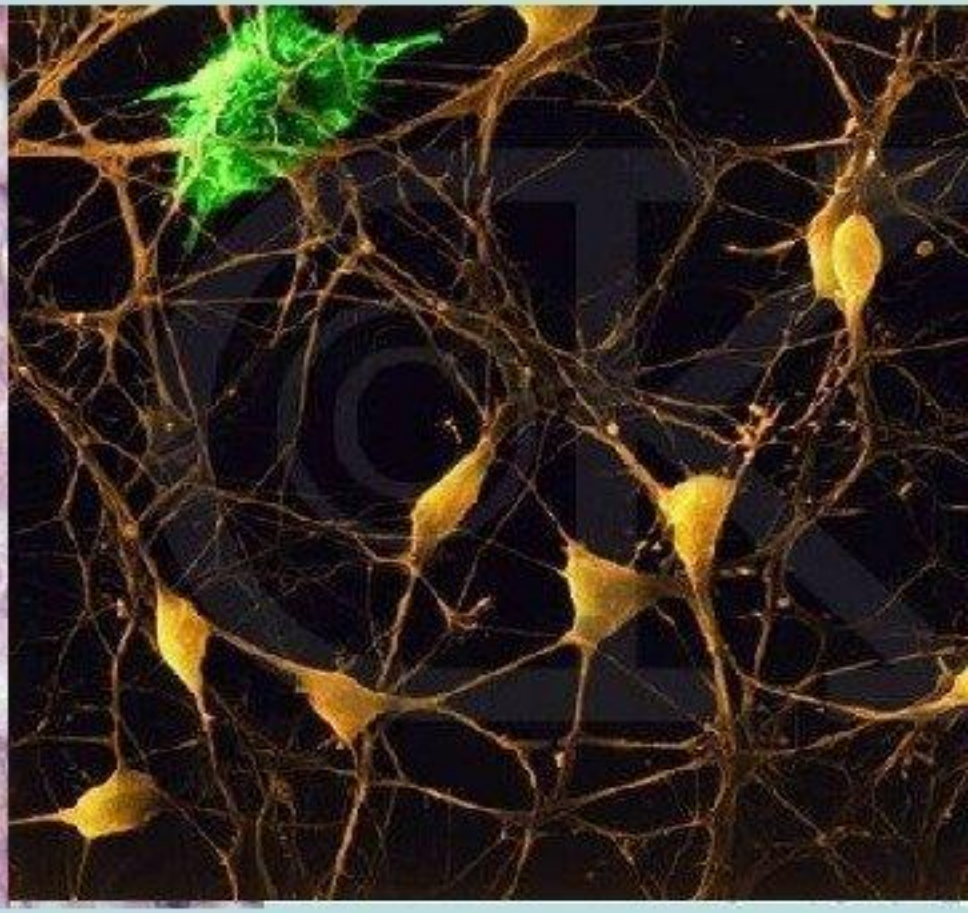
а) Отростки перечисленных нейронов могут образовывать проводящие пути, которые тоже делят на три вида.

б) Однако тип проводящих путей не всегда совпадает с типом образующих их нейронов.

Афферентные пути	а) Афферентные пути проводят импульсы **от периферии к центру:** от рецепторов к первым ассоциативным нейронам (расположенным, например, в спинном мозгу) и от нижележащих отделов ЦНС к вышележащим (т.е. от одних ассоциативных нейронов к другим). б) Таким образом, в образовании этих путей принимают участие как рецепторные, так и ассоциативные нейроны.
Ассоциативные пути	Ассоциативные пути связывают между собой **участки ЦНС примерно одного уровня:** 1. разные отделы коры больших полушарий, 2. соседние сегменты спинного мозга.
Эфферентные пути	а) Наконец, эфферентные пути идут **от центра к периферии:** ✓ от вышележащих отделов ЦНС к нижележащим и ✓ от ЦНС к периферическим органам. б) В образовании этих путей участвуют

Нейроглия

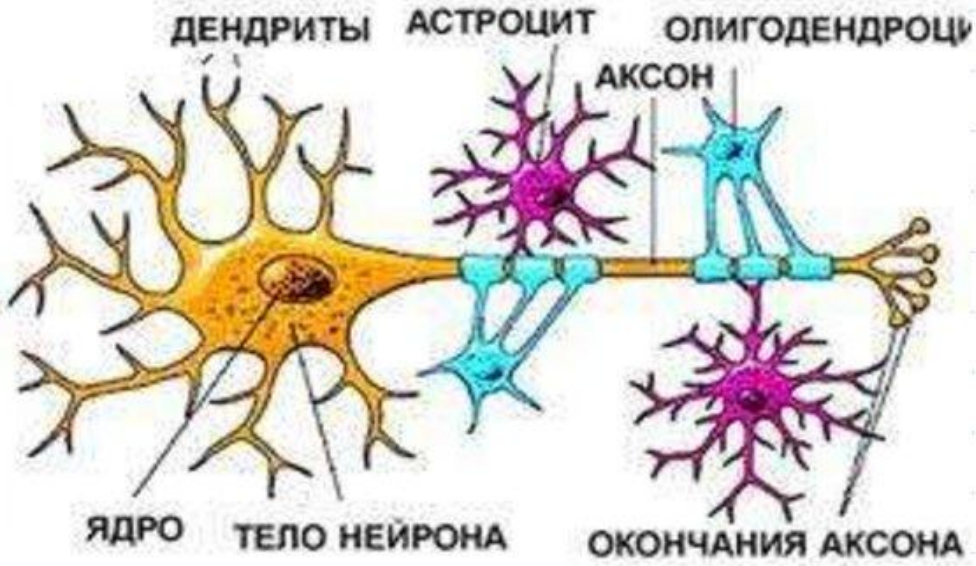


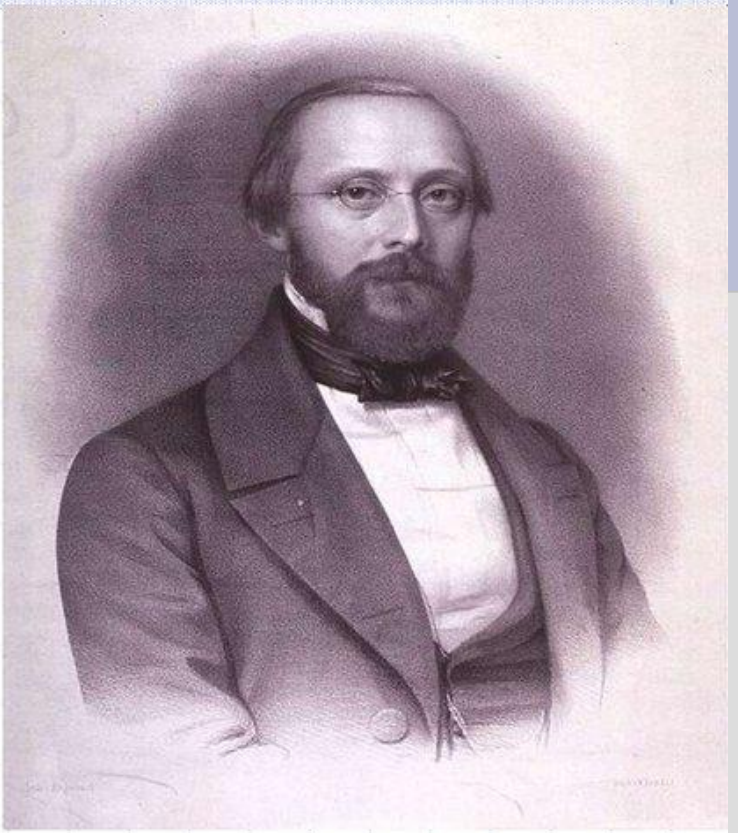


1846 – Р.Вирхов открыл глиальные клетки (греч. glia – клей)
1883 – К.Гольджи – ввел термин «нейроглия»

Нейроглия

Глиальный индекс - соотношение количества глиоцитов к количеству нейронов (глиальных клеток в 10-50 раз больше, чем нейронов, 40 % V **ЦНС**).





Рудольф Людвиг Карл Вирхов (1821-1902г.)

Нейроглию подразделяют следующим образом:

Глия ЦНС	Глия центральной нервной системы: **макроглия** - происходит **из глиобластов;** сюда относятся • **олигодендроглия,** • **астроглия** • **эпендимная глия;** **микроглия** - происходит **из промоноцитов.**
Периферическая нейроглия	Глия периферической нервной системы **(**часто её рассматривают как разновидность **олигодендроглии):** ▯ **мантийные глиоциты (**клетки-сателлиты**,** или глиоциты ганглиев**),** ▯ **нейролеммоциты (**шванновские клетки**).**
Общая характе-	Многие из этих клеток имеют отростки и

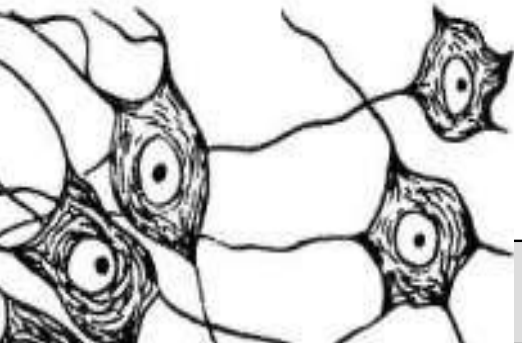
Олигодендроглия и периферическая нейроглия

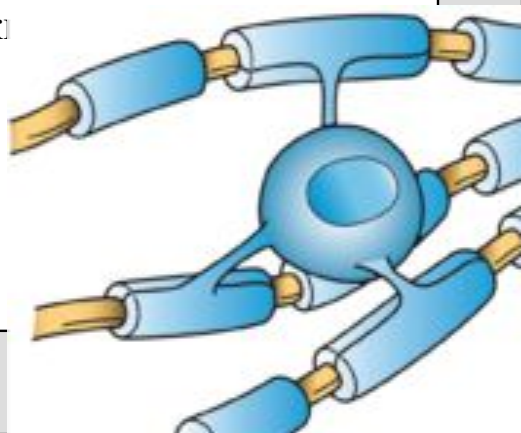
Виды и функциональная роль

Олигодендроциты, прилежащие к перикариону	Олигодендроциты нервных волокон
в периф. н.с. - Это *клетки-сателлиты* (мантийные глиоциты, или глиоциты ганглиев)	в периф. н.с. - Это *леммоциты* (или шванновские клетки)
Окружают **тела** нейронов и контролируют тем самым обмен веществ между нейронами и окружающей средой	окружают **отростки** нейронов, образуя оболочки нервных волокон.

В итоге, все эти глиальные клетки выполняют сходные функ

- трофическую,
- барьерную и
- электроизоляционную.



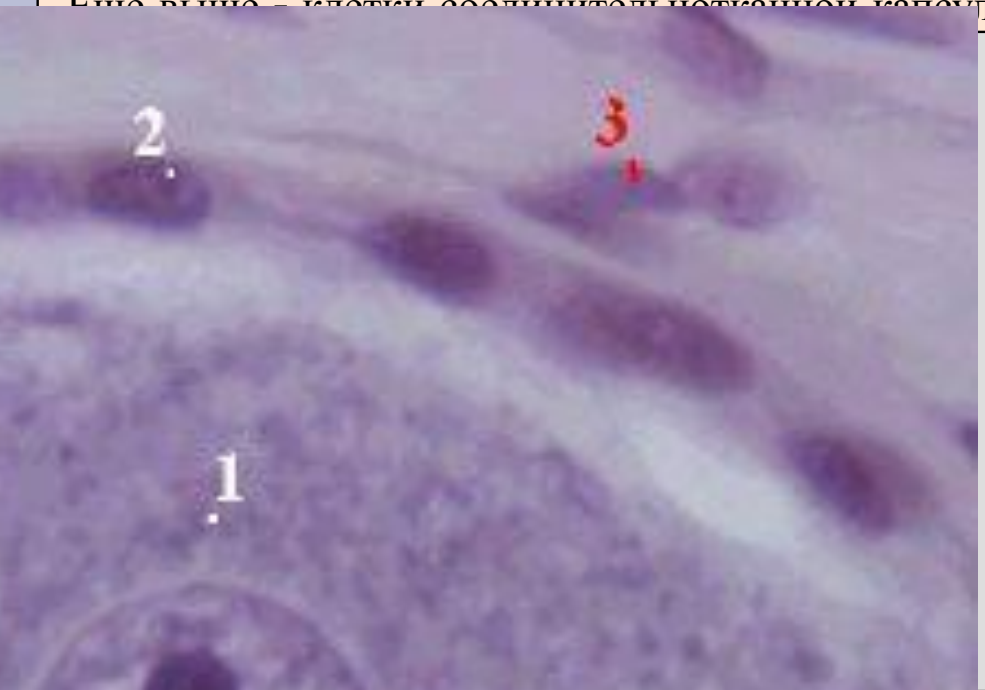


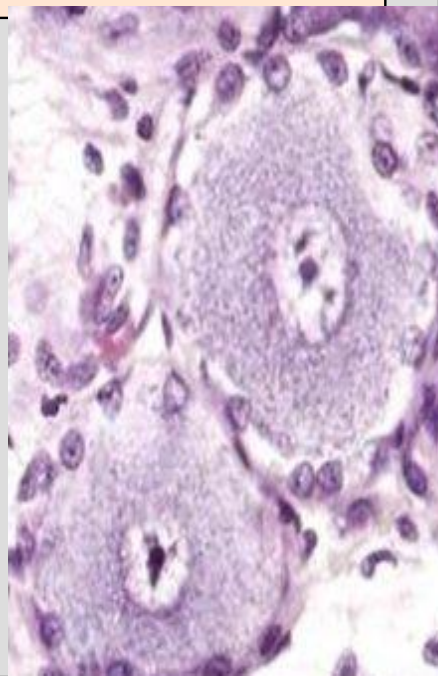
Препарат - олигодендроглия (клетки-сателлиты) в спинномозговом узле. Окраска гематоксилин-эозином.

В поле зрения - часть тела псевдоуниполярного нейрона **(1) -** в том числе его ядро. Клетки-сателлиты **(2)** окружают тело клетки и имеют овальные ядра.

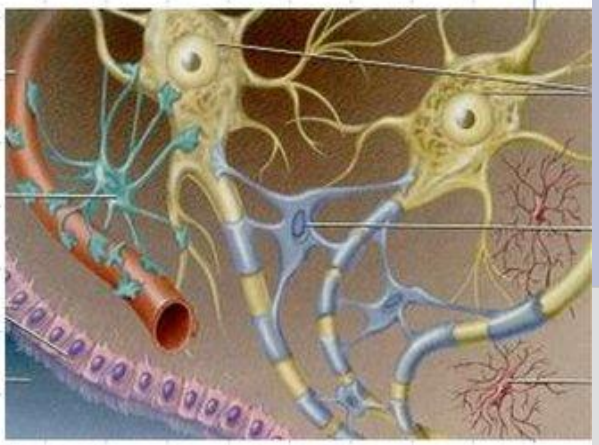
Отростки клеток, не заметные при данном увеличении, способствуют более тесному контакту с нейроном.

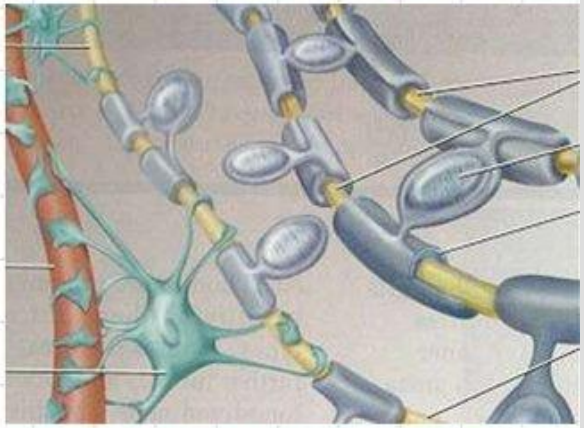
Ещё выше - клетки соединительнотканной капсулы **(3).**





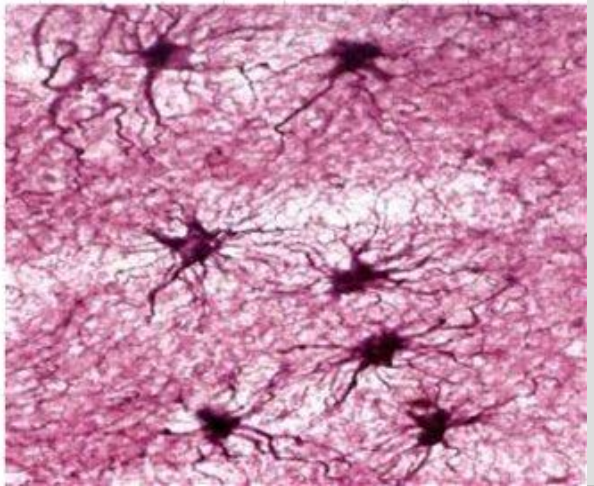
Макроглия Астроциты





- Мелкие клетки с многочисленными отростками. Отростки оплетают нейроны, сосуды, эпендимоциты.

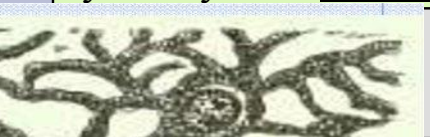
- В цитоплазме хорошо развиты: гр.ЭПС, АГ, митохондрии, имеются везикулы.

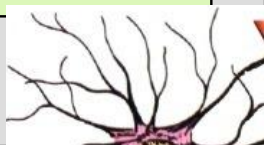


Астроглия

Морфология	а) В отличие от олигодендроглии, у астроглиоцитов - многочисленные отростки. б) Толщина и длина отростков зависит от типа астроглии. в) По этому признаку последнюю подразделяют на **2** вида:

Протоплазматические астроциты:	Волокнистые астроциты:
имеют толстые и короткие отростки, находятся преимущественно в сером веществе мозга и выполняют здесь трофическую, барьерную и опорную функции.	имеют тонкие, длинные, слабоветвящиеся отростки, находятся, в основном, в белом веществе мозга и образуют здесь -- поддерживающие сети и --- периваскулярные пограничные мембраны.
Кроме вышеназванных функций, астроциты выделяют фактор роста нейроцитов (в период развития мозга) и участвуют в обмене медиаторов.	



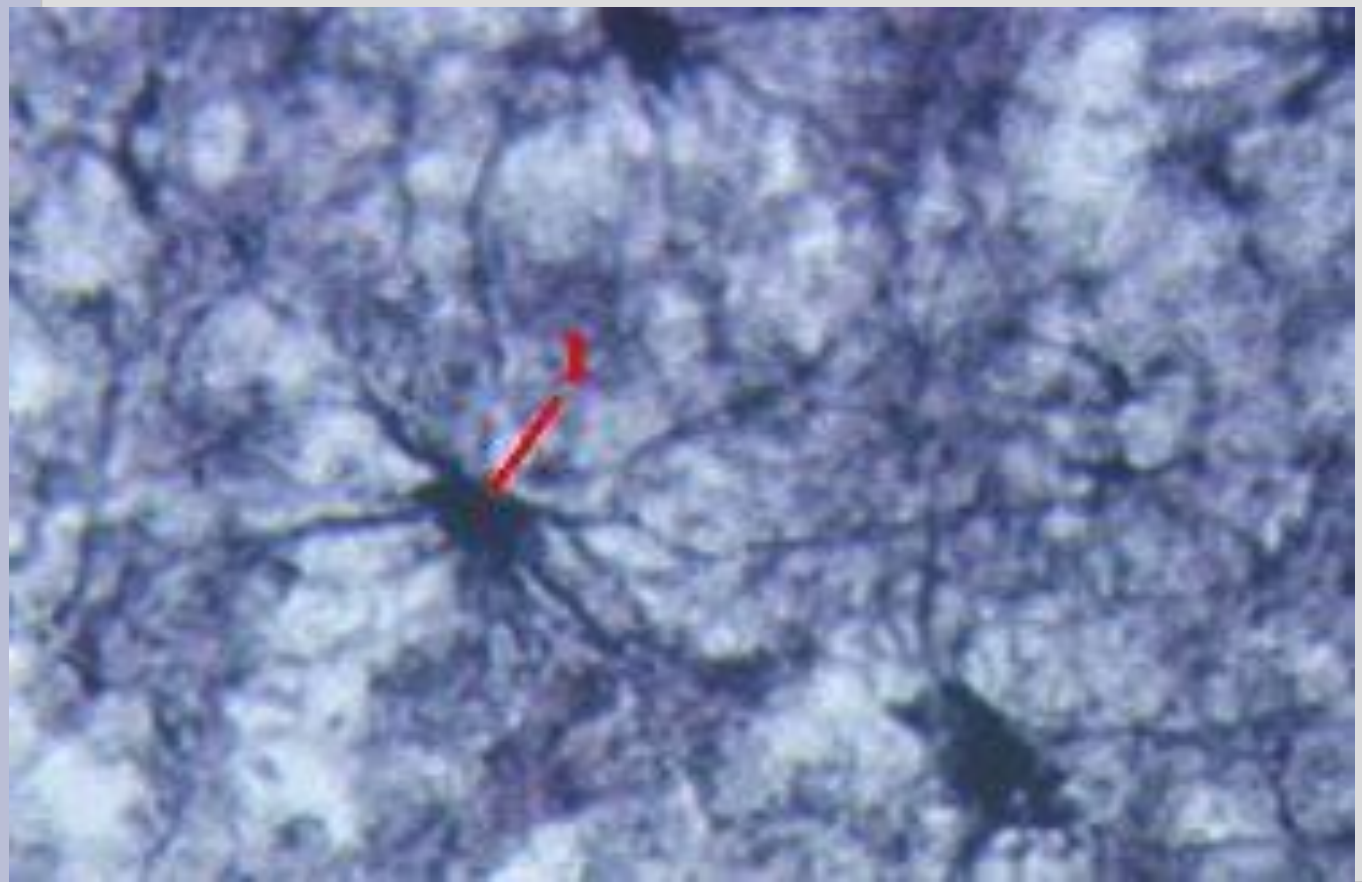


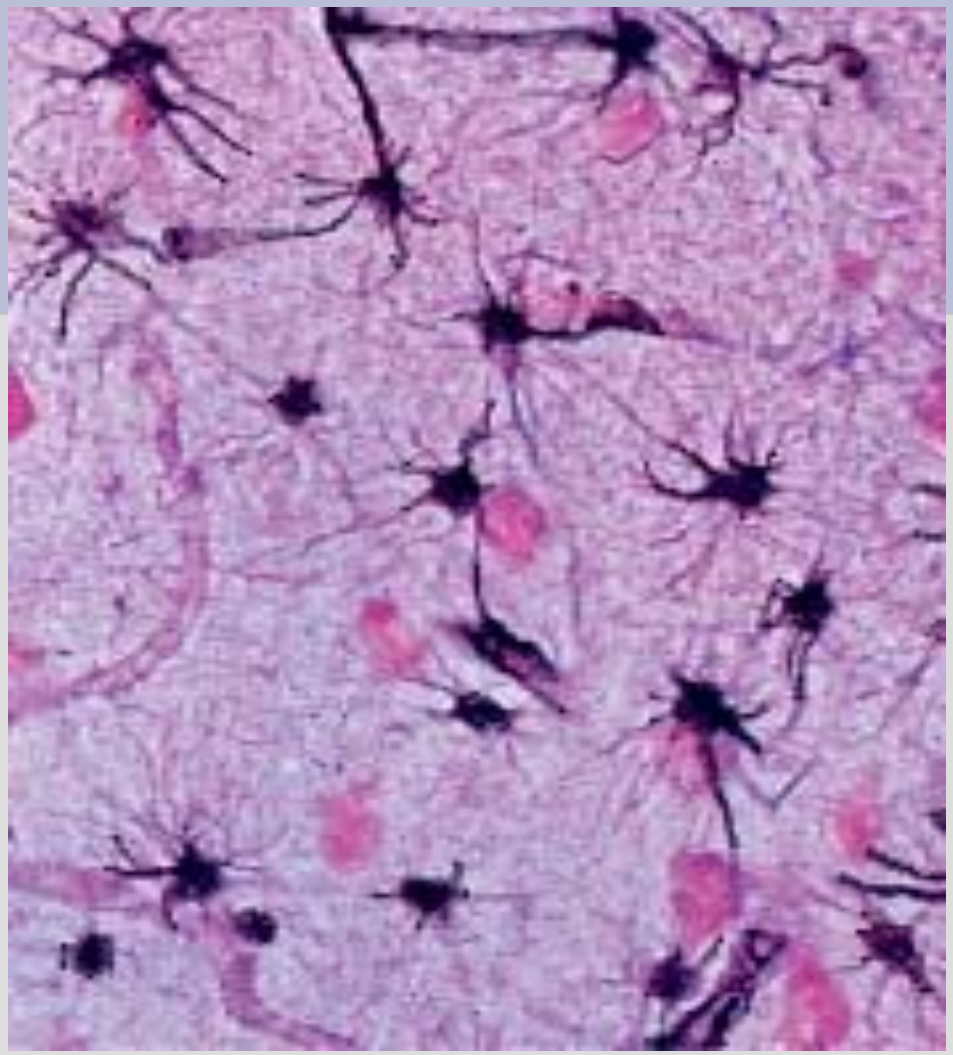
Препарат – протоплазматические астроциты в сером веществе головного мозга. Импрегнация азотнокислым серебром.

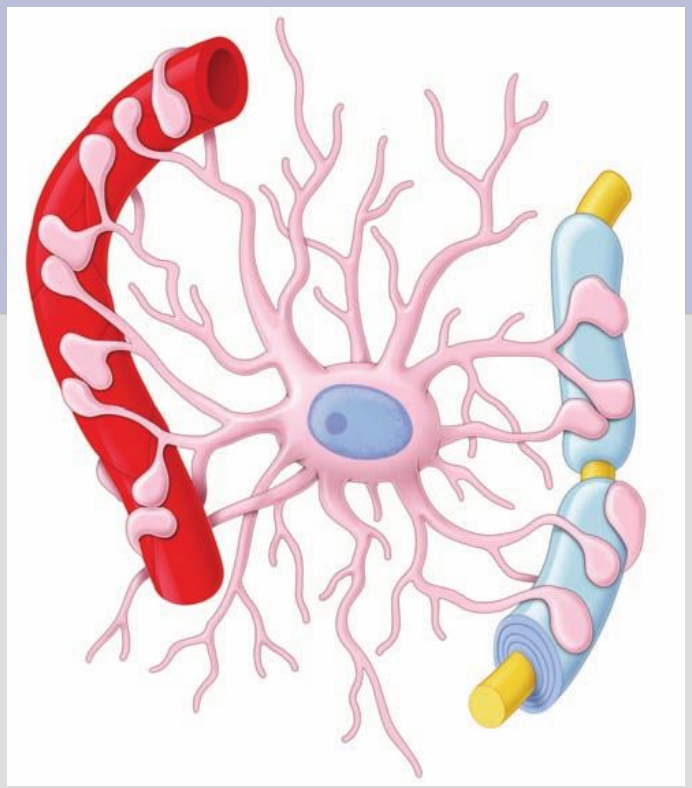
а) При данном методе окраски в ткани мозга выявляются только клетки глии: в частности, ***астроциты*** (видимые на снимке).

б) Тела астроцитов - небольшого размера; многочисленные отростки расходятся во все стороны.

в) В сером веществе мозга преобладают протоплазматические астроциты **(1) -** с толстыми и короткими отростками.

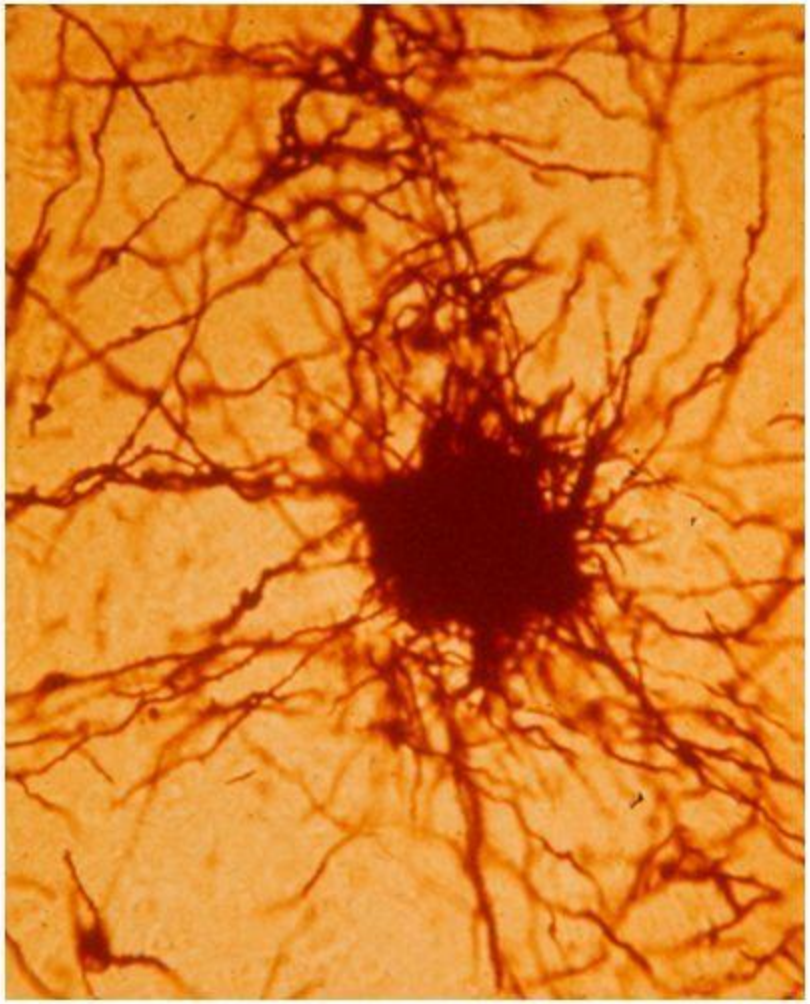


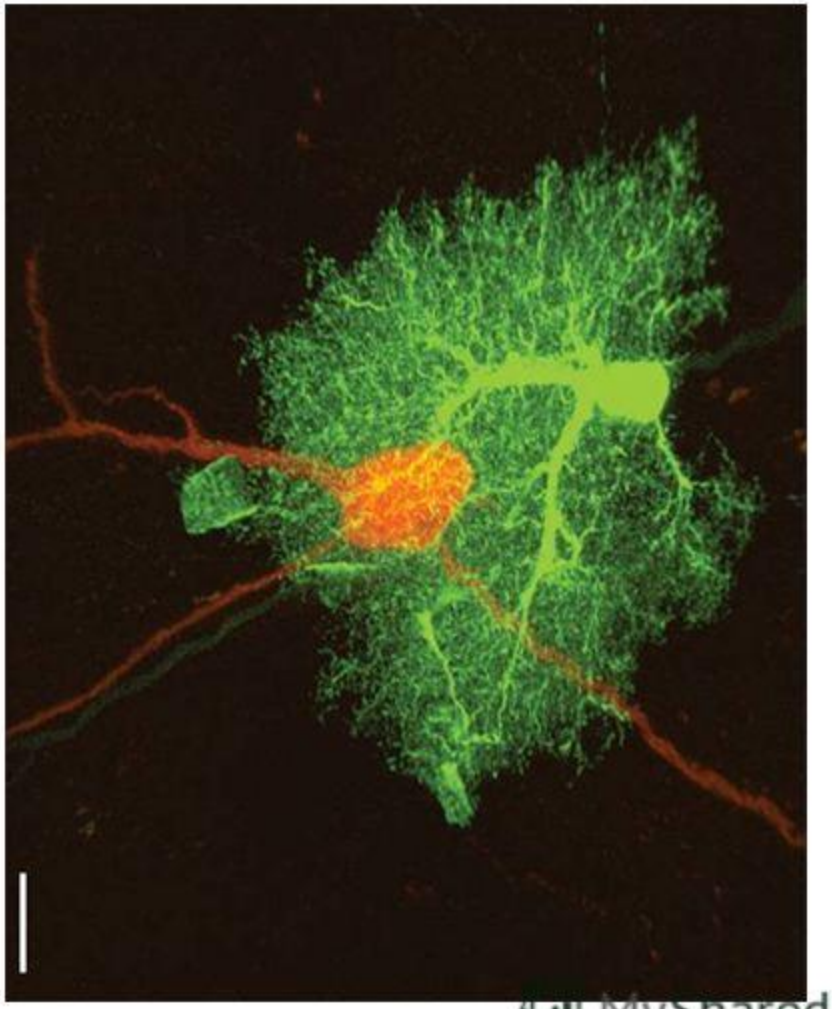




Окраска по методу Хельда молибденовым гематоксилином свидетельствует о связи протоплазматических астроцитов с сосудами и пирамидными клетками коры мозга, как доказательство их трофической роли.

Плазматические астроциты

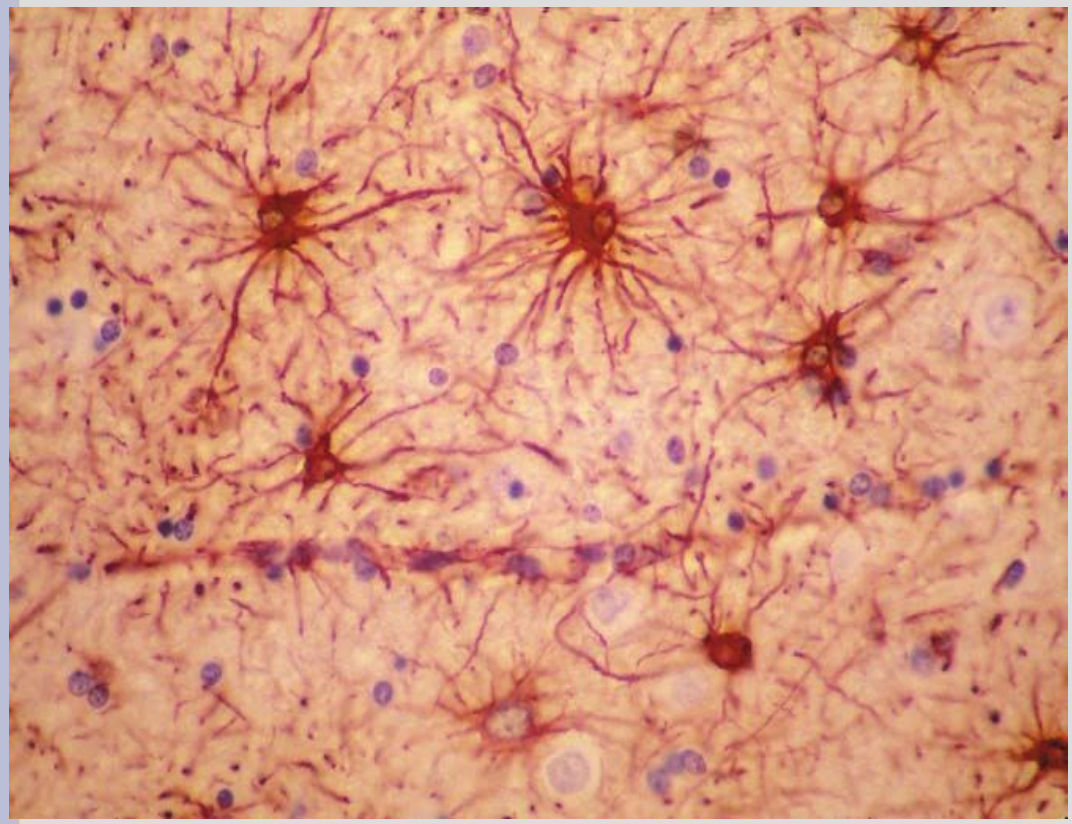


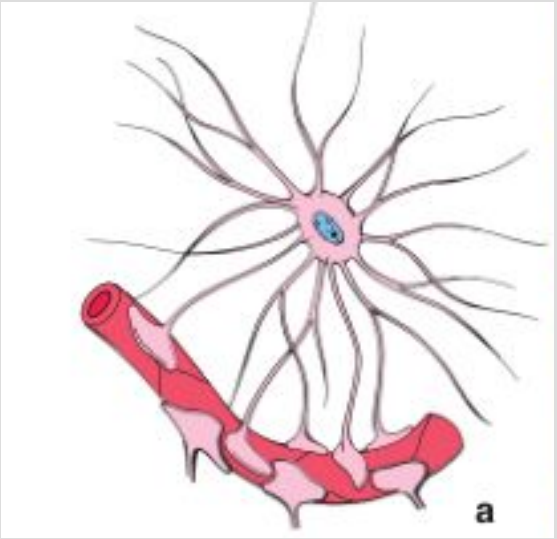


MyShared

Волокнис- тые астроциты	В сером и белом веществе могут встречаться и волокнистые астроциты, которые имеют длинные и тонкие отростки.

Волокнистые астроциты в белом веществе головного мозга. Метод иммуноокрашивания с использованием антител против GFAP.

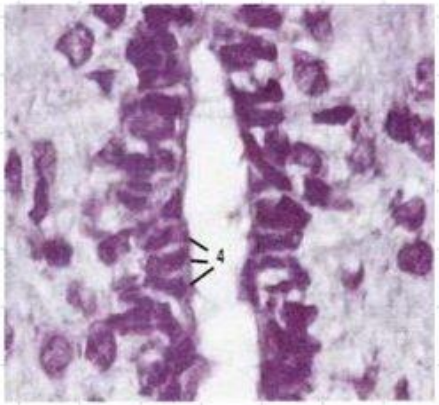


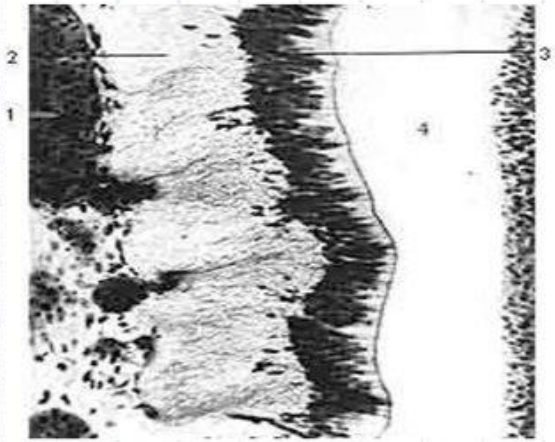


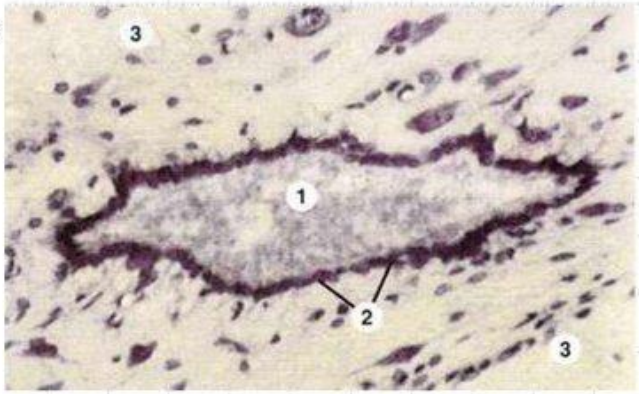
Схематическое изображение волокнистого астроцита в белом веществе головного мозга и его связь с капилляром

Эпендимоциты

- Плотный слой клеток, выстилающих спинномозговой канал и полости головного мозга.
- Имеют ***реснички*** на поверхности.
- Органоиды общего значения (развиты слабо), крупные митохондрии и трофические включения.

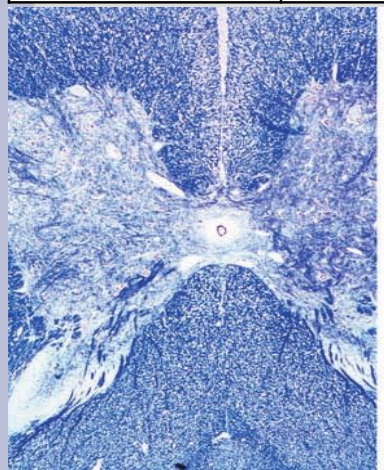


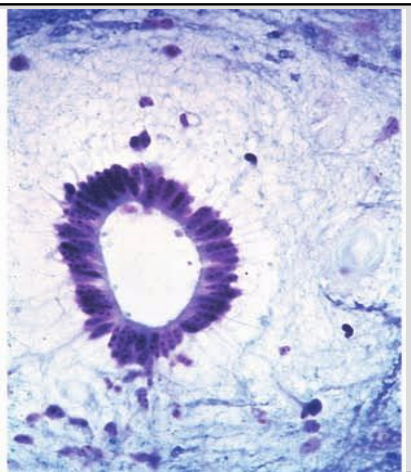


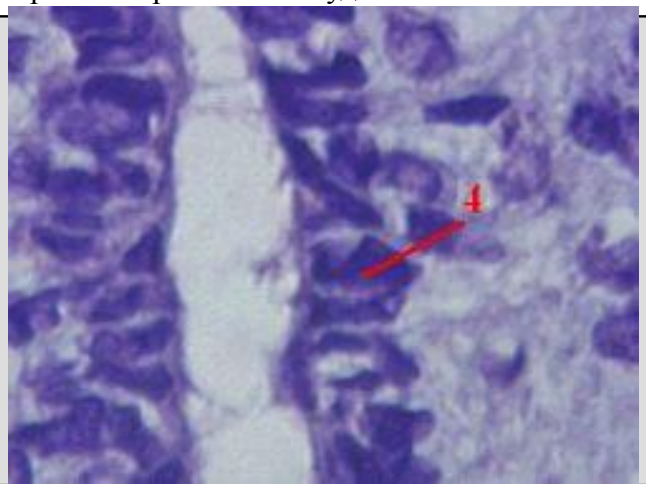


Эпендимная глия. **Основные сведения**

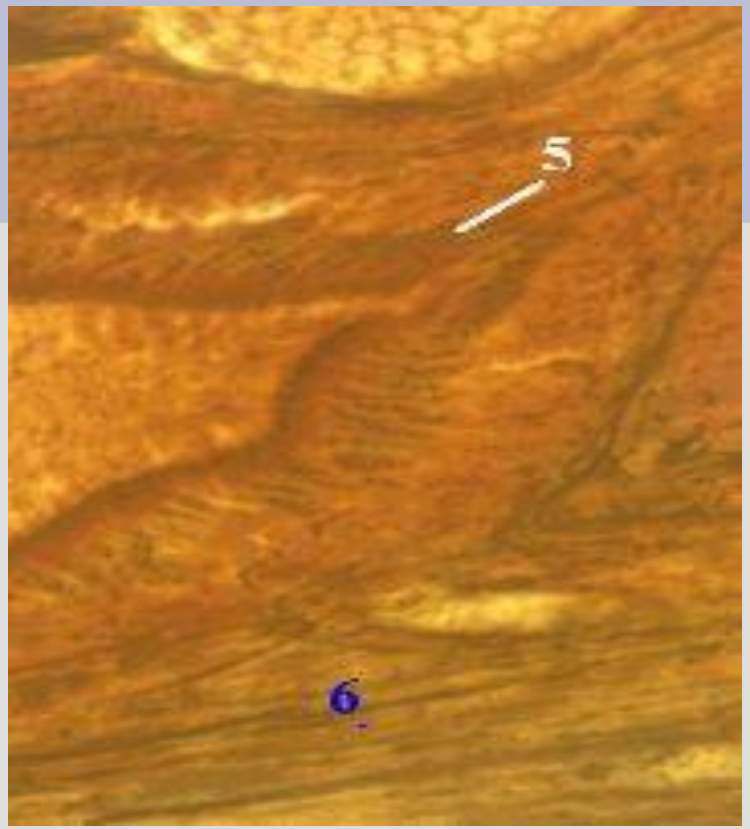
Препарат - эпендимная глия желудочков мозга. Окраска по методу Ниссля.	
Общая характе-ристика	а) Эпендимоциты образуют плотный слой клеток, выстилающих спинномозговой канал и желудочки мозга. Б) Эти клетки можно рассматривать как разновидность эпителия . Однако, в отличие от других видов эпителия, эпендима не имеет базальной мембраны, в эпендимоцитах нет кератиновых филаментов, а среди межклеточных контактов отсутствуют десмосомы.
Общий вид	На снимке - просвет одного из желудочков мозга **(1).** Он заполнен жидкостью и выстлан эпендимой. Под эпендимой - белое вещество мозга.
Располо-жение клеток	а) Клетки эпендимы располагаются в один слой и прилегают друг к другу. б) Тем не менее, отсутствие между ними плотных контактов позволяет жидкости проникать из желудочка в нервную ткань.
Ядра	Ядра эпендимных глиоцитов - тёмные, удлинённые; ориентированы, в основном, перпендикулярно поверхности желудочка.







Отростки эпиндимных клеток



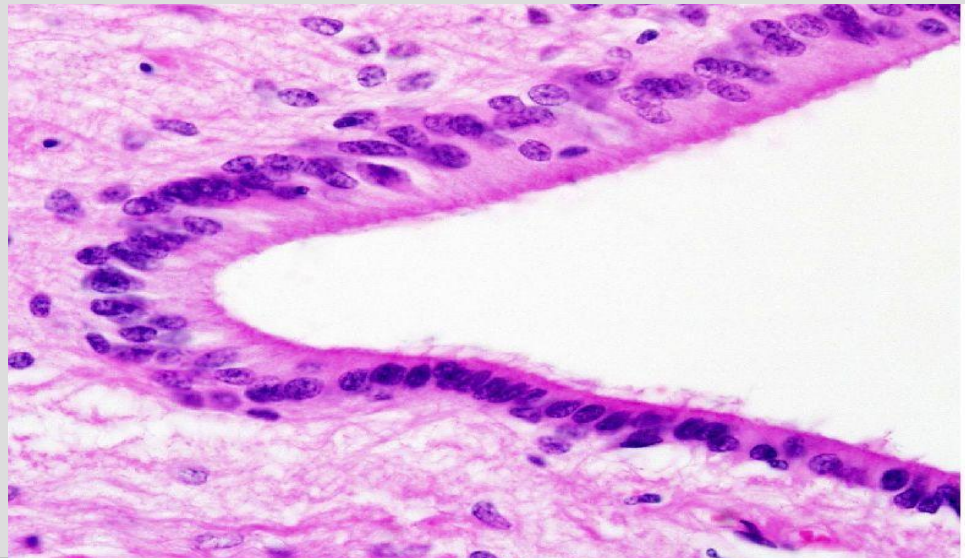
Эпендимная глия желудочков мозга. Импрегнация азотнокислым серебром.

При этой окраске выявляются отростки **(5),** отходящие от базальной части эпендимоцитов**.** Отростки имеются не у всех эпендимоцитов**.** Эпендимоциты с отростками называются **таницитами.** Особенно многочисленны таниците в дне **III** желудочка**.**

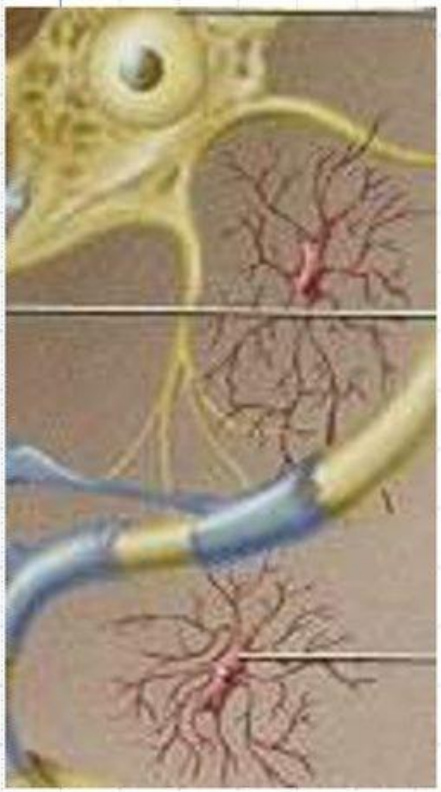
По**-**видимому**,** отростки выполняют транспортную и фиксирующую функции**.**

Под эпендимой **-** густая сеть нервных волокон **(6).**

Эпендимная глия желудоков мозга. Окраска гематоксилин-эозин

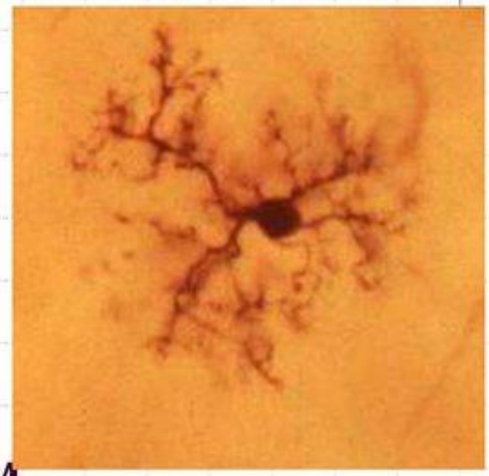


Глиальные макрофаги (микроглия)



1. Происхождение – из моноцитов крови.
2. Имеют многочисленные ветвящиеся отростки.
3. Мелкие, подвижные клетки.
4. В цитоплазме хорошо развит АГ и лизосомы.
5. При повреждении активно делятся.

Микроглия



Функции:

1. Поддерживает постоянство хим. состава межклеточной жидкости.
2. Препятствует развитию отека ГМ при избытке жидкости.
3. Выполняет трофическую функцию.
4. Иммунная: уничтожают патогены и больные клетки во взрослом мозге.
5. У эмбрионов фагоцитоз лишних стволовых клеток (предшественников нейронов) опасного количества для ЦНС.

Микроглия

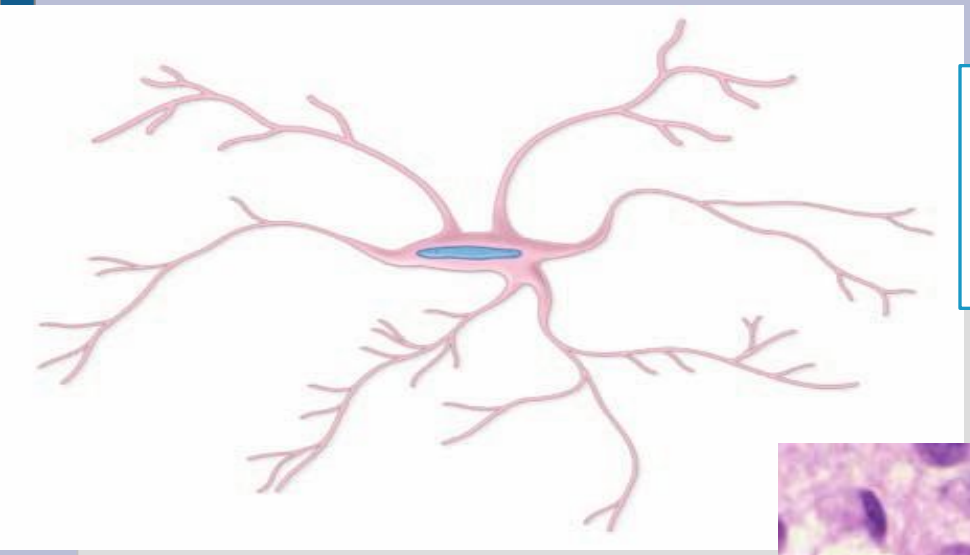
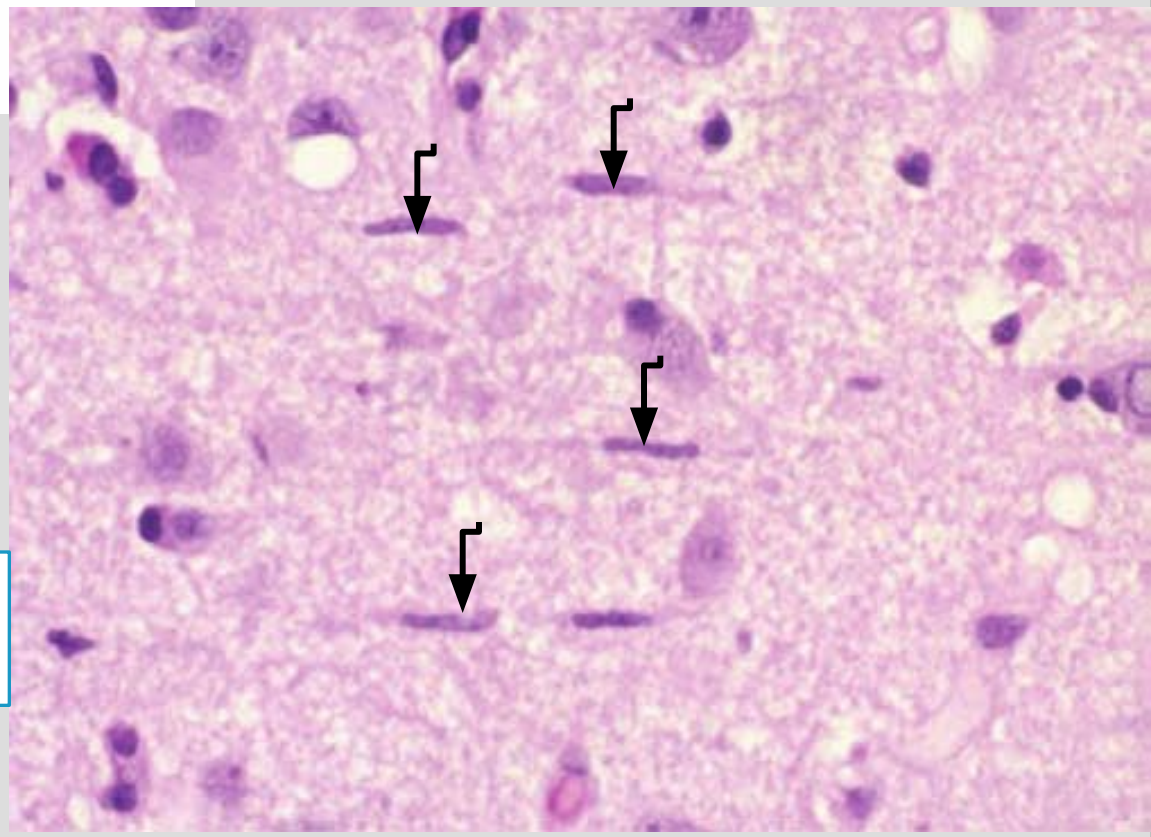


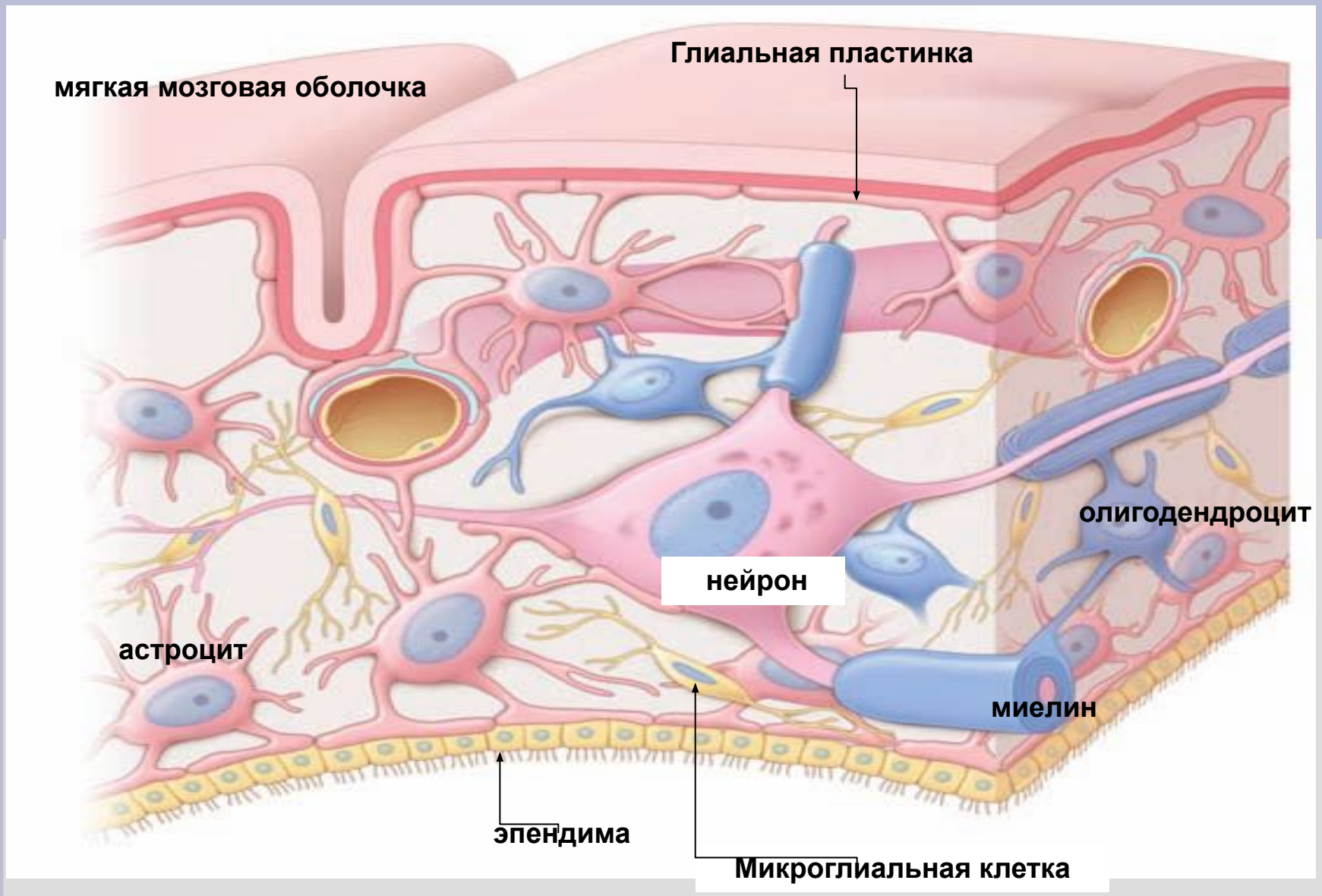
**Схема микроглиальной клетки:
удлиненное ядро и относительно небольшое количество отростков**



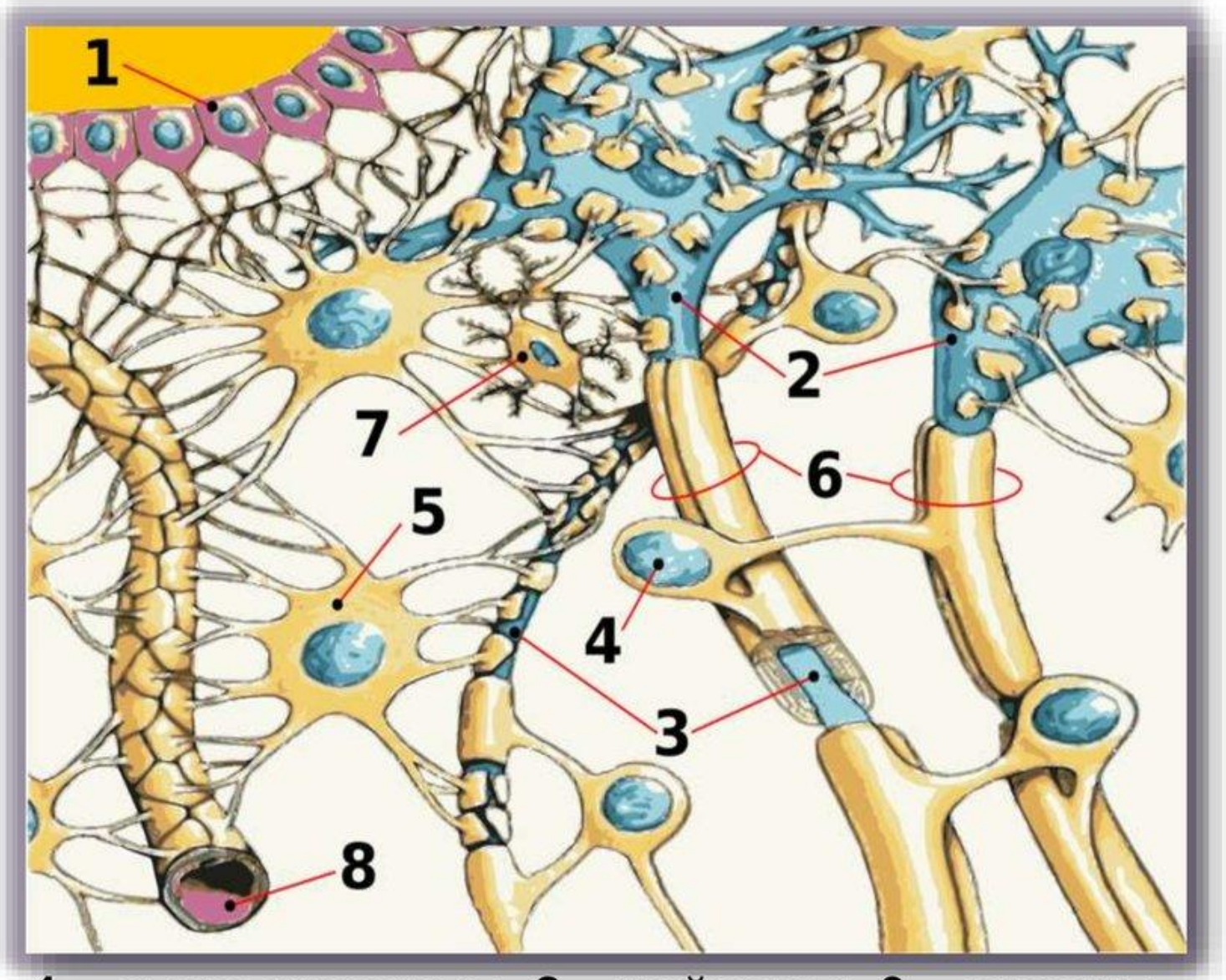
Стрелками показаны удлиненные ядра миоглиальных клеток

Препарат - микроглия в сером веществе головного мозга. Импрегнация азотнокислым серебром.

Морфо-логия	Как и олигодендроциты, микроглиоциты **(1) -** мелкие и с небольшим числом отростков.
Функция	Но, в отличие от глиоцитов, микроглиоциты (в соответствии со своим происхождением из промоноцитов) способны к амёбоидным движениям и фагоцитозу и выполняет роль **глиальных макрофагов.**



Распределение глиальных элементов в мозгу

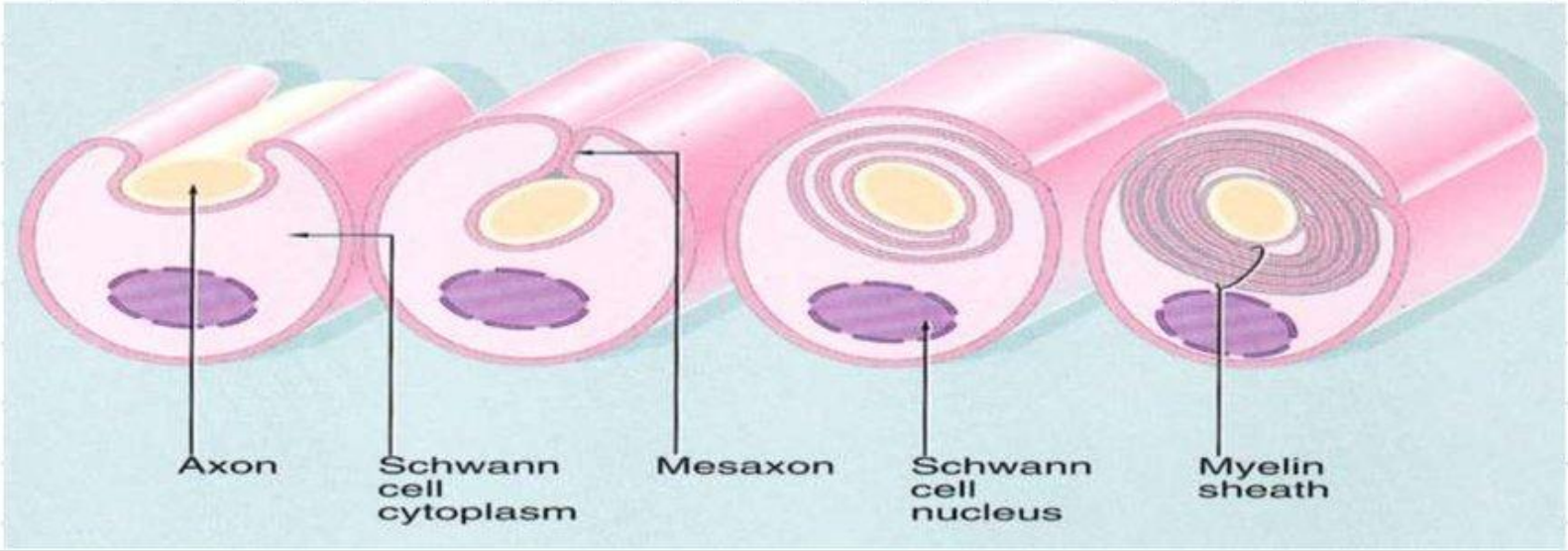


1 – эпендимоциты, 2 – нейроны, 3 – аксоны,
4 –олигодендроциты, 5 – астроциты, 6 – миелин,
7 – микроглия, 8 – капилляр

Нервные волокна

Нервные волокна

Отростки нервных клеток, покрытые оболочкой из олигодендроцитов, называются **нервными волокнами**



Общие замечания

Наличие оболочки	а) Отростки нейроцитов почти всегда покрыты **оболочками.** б) Исключение составляют свободные окончания некоторых отростков.
Номенкла-тура	а) Отросток нейрона вместе с оболочкой называется **нервным волокном.** б) Сам же отросток нейрона, находящийся в составе волокна, называется ***осевым цилиндром.***
Происхож-дение оболочки	Оболочки в нервном волокне образованы **олигодендроцитами,** которые в случае периферической нервной системы называются **шванновскими клетками (**или **леммоцитами).**
Типы	По своему строению нервные волокна подразделяются на **2** типа -

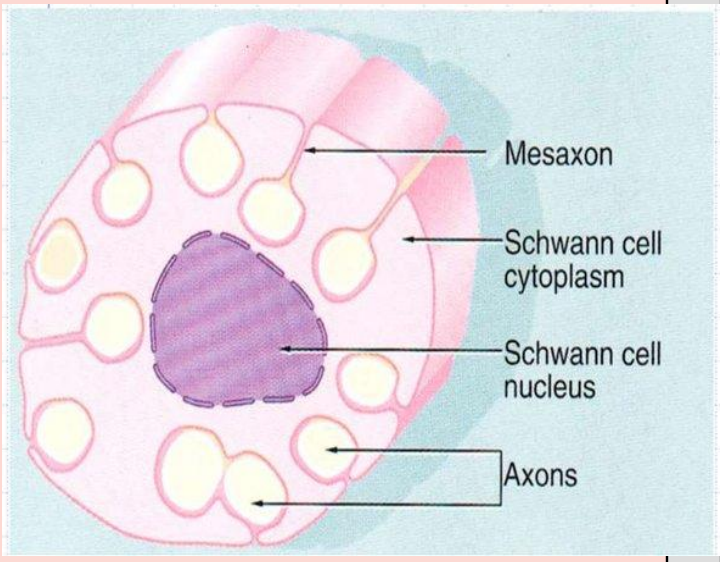
Нервные волокна

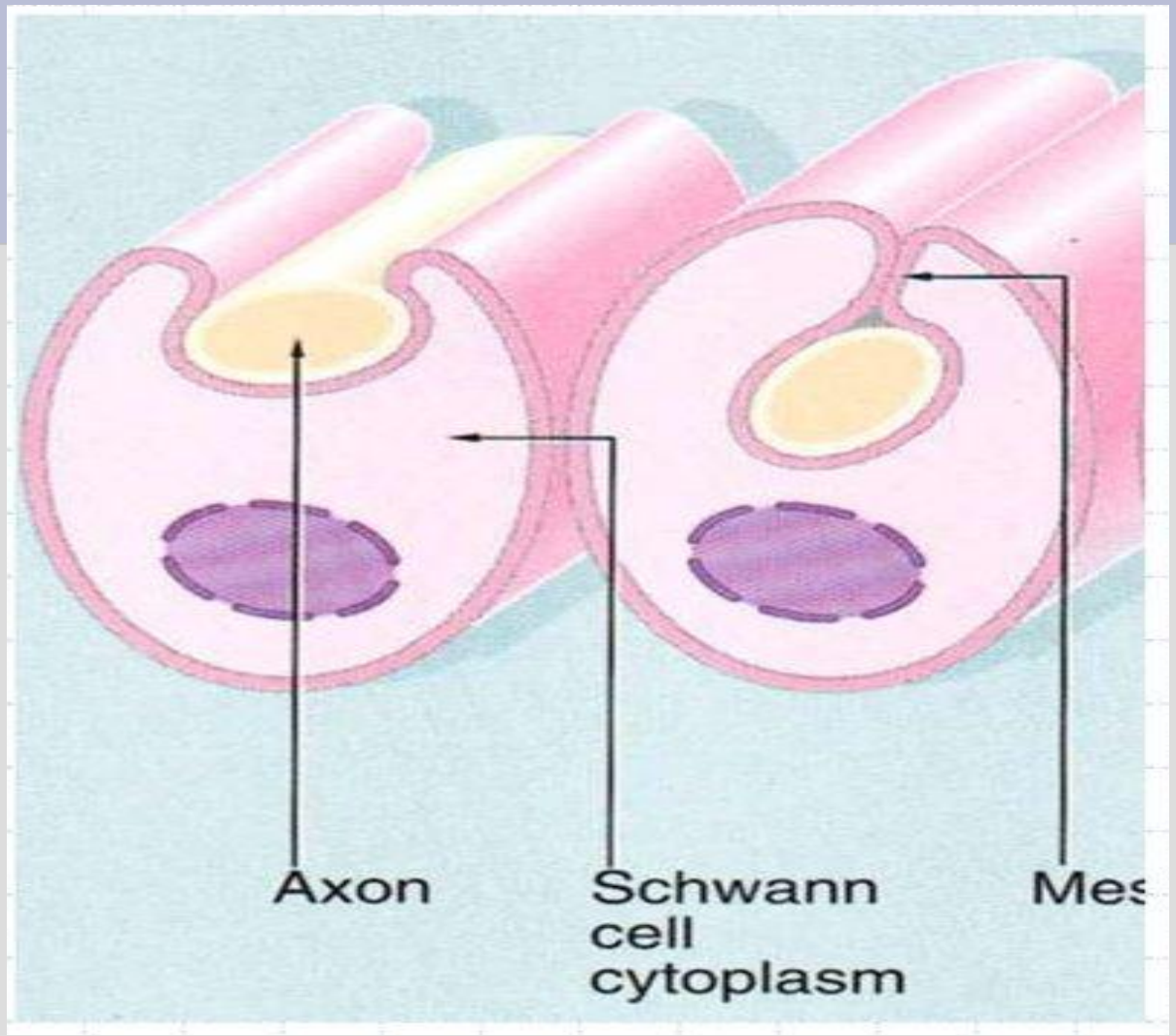
Безмиелиновые

Миелиновые (d= 1-20 мкм)

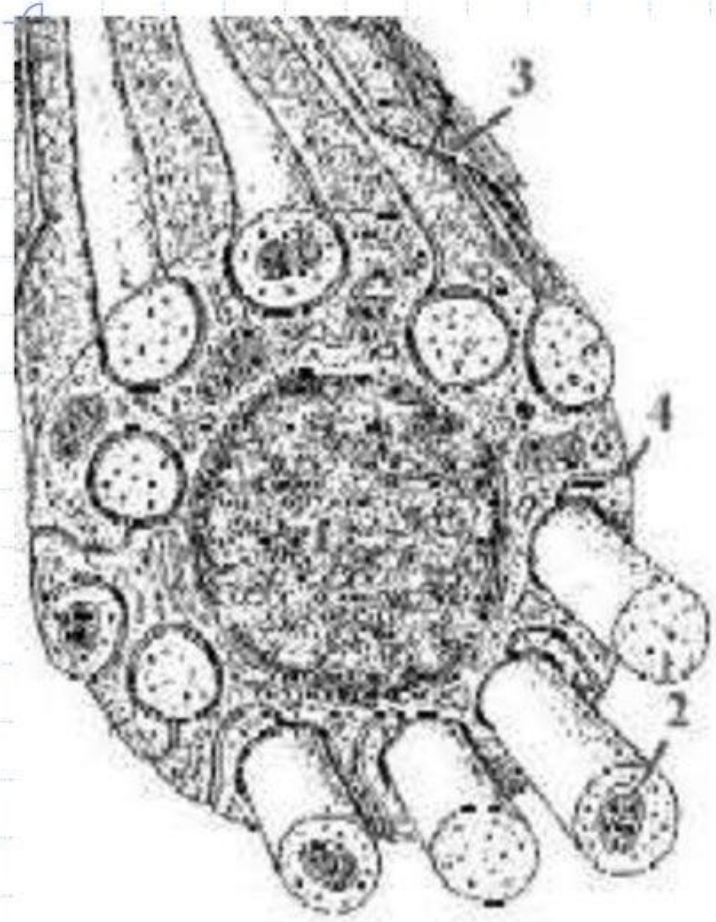
Безмиелиновые нервные волокна. Принцип строения

Локализация	Безмиелиновые волокна находятся: ▫ преимущественно - в составе **вегетативной** нервной системы, где содержат, главным образом, **аксоны** эффекторных нейронов этой системы; ❖ в меньшей степени - в ЦНС.
Ядро глиоцита и осевые цилиндры	а) В центре располагается ядро олигодендроцита (леммоцита). б) По периферии в цитоплазму погружено обычно несколько **(10-20)** осевых цилиндров.
Мезаксоны	При погружении осевого цилиндра в цитоплазму глиоцита **плазмолемма** сближается над цилиндром, образуя "брыжейку" последнего - мезаксон
Базальная мембрана	С поверхности нервное волокно покрыто базальной мембраной.



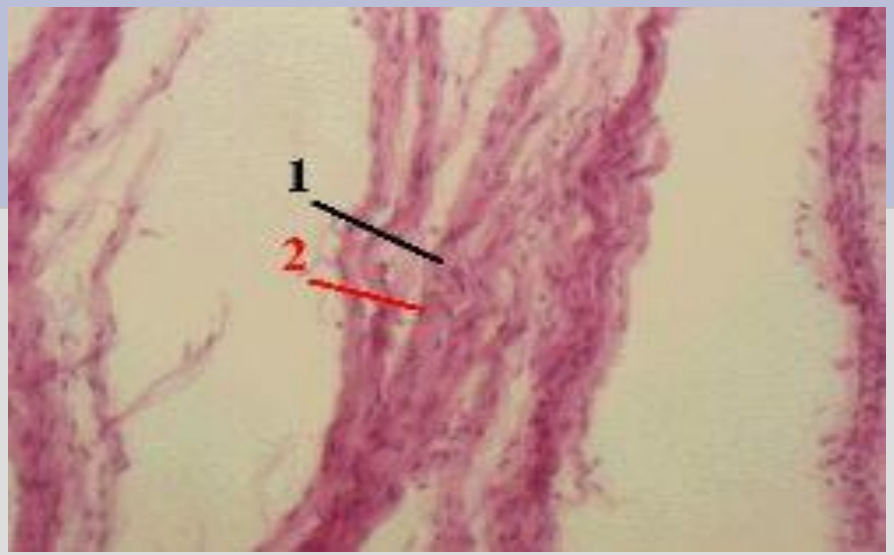

Axon
Schwann cell cytoplasm
Mes

Безмиелиновые волокна



Если в цитоплазму Шванновской клетки погружено несколько (10-20) осевых цилиндров, то такие волокна называются **волокнами кабельного типа.**

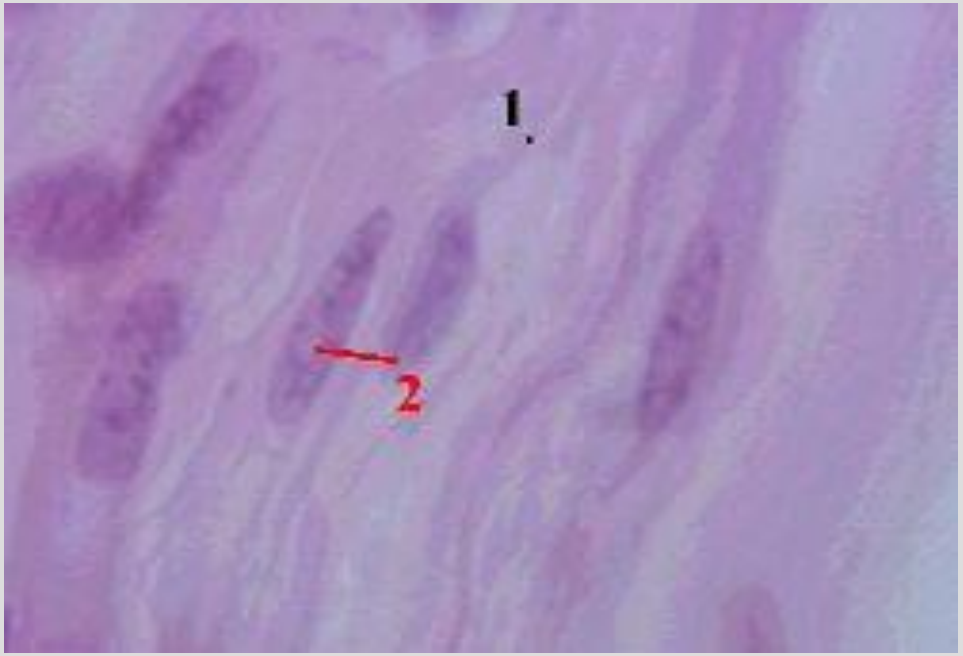
Просмотр препарата. Световая микроскопия



Препарат - безмиелиновые нервные волокна (расщипанный препарат). Окраска гематоксилин-эозином.

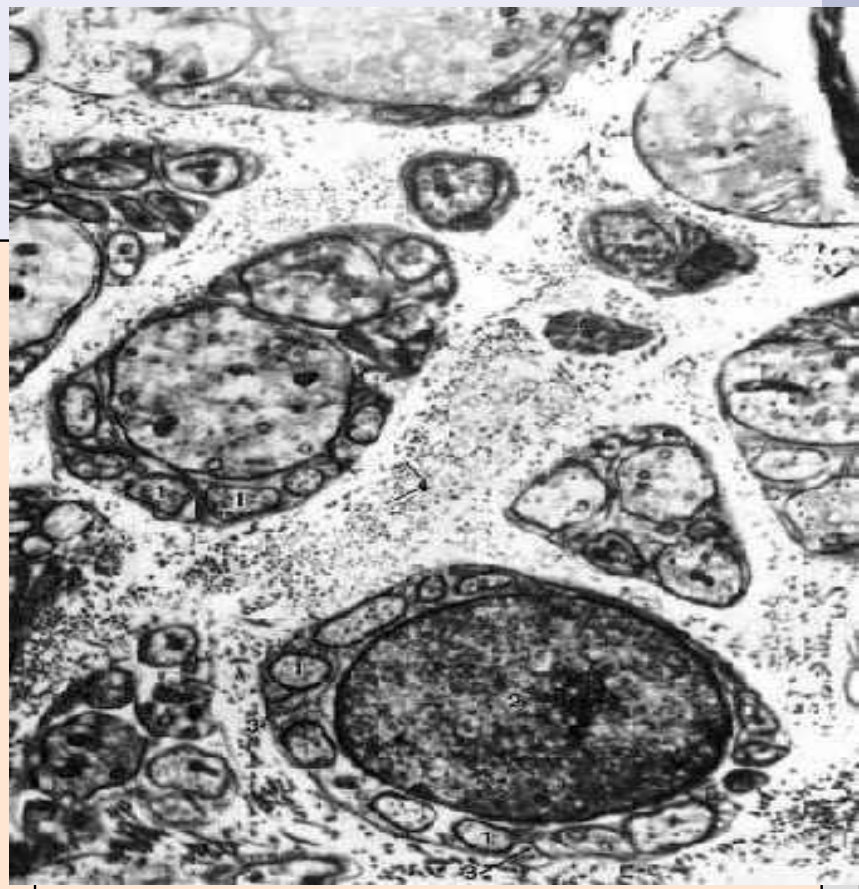
На снимке нервные волокна **(1).** Они отделены друг от друга **(**в процессе приготовления препарата **-** отсюда термин **- "**расщипанный препарат**")** и окрашены в розовый цвет**.**

По ходу волокна видны удлиненные ядра олигодендроцитов **(2).**



Просмотр препарата. Электронная микроскопия

Электронная микрофотография - безмякотный нерв; поперечный срез.



1. В отличие от предыдущего препарата, здесь - не продольный, а поперечный срез безмиелиновых волокон.

2. Под электронным микроскопом строение каждого из них соответствует следующему описанию:

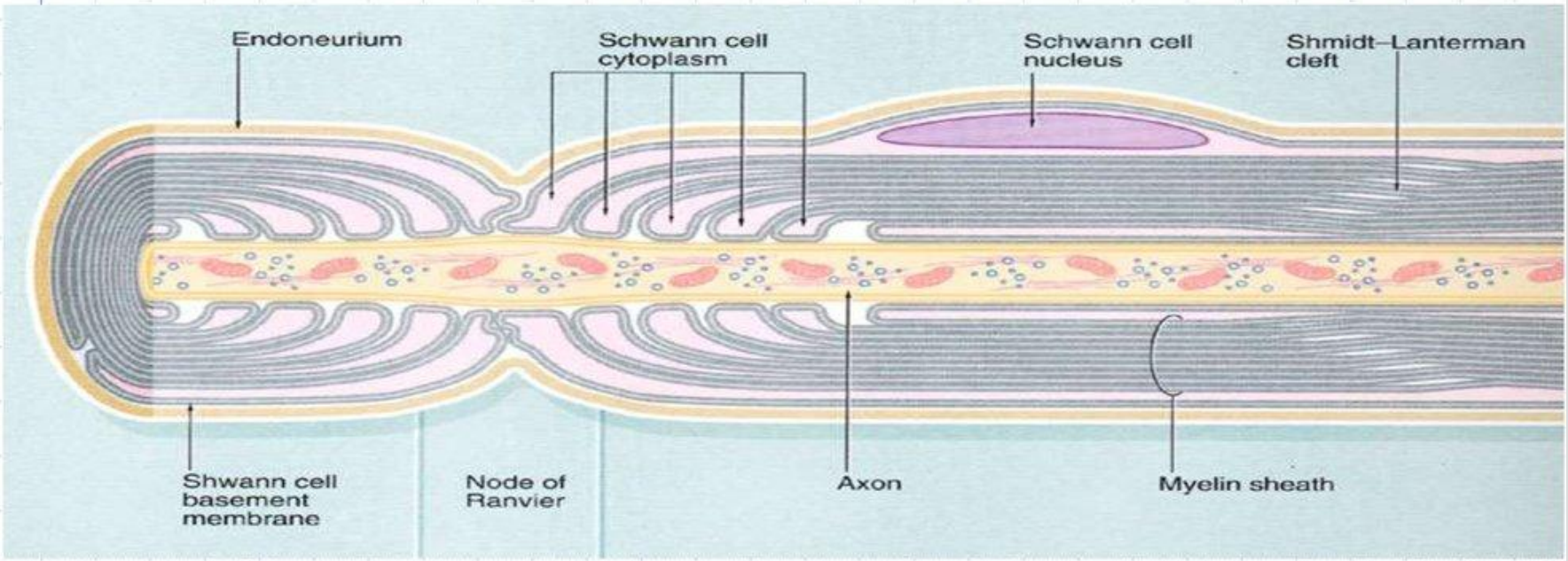
- в центре волокна - ядро леммоцита,
- на периферии волокна - несколько осевых цилиндров, погружённых в цитоплазму леммоцита;
- видны также короткие мезаксоны - дупликатуры плазмолеммы над осевыми цилиндрами.

3. Между нервными волокнами находится соединительная ткань (эндоневрий) и в её составе - поперечносрезанные коллагеновые волокна.

Миелиновые нервные волокна

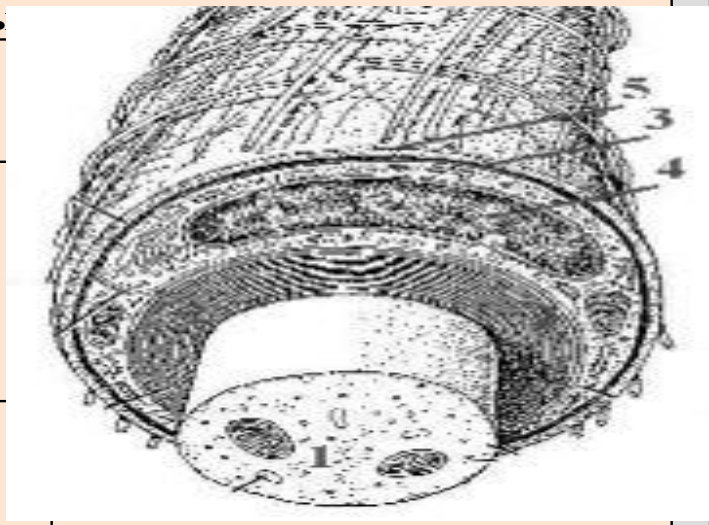
Миелиновые волокна

Встречаются в **ЦНС** и в **соматических** отделах периферической нервной системы.

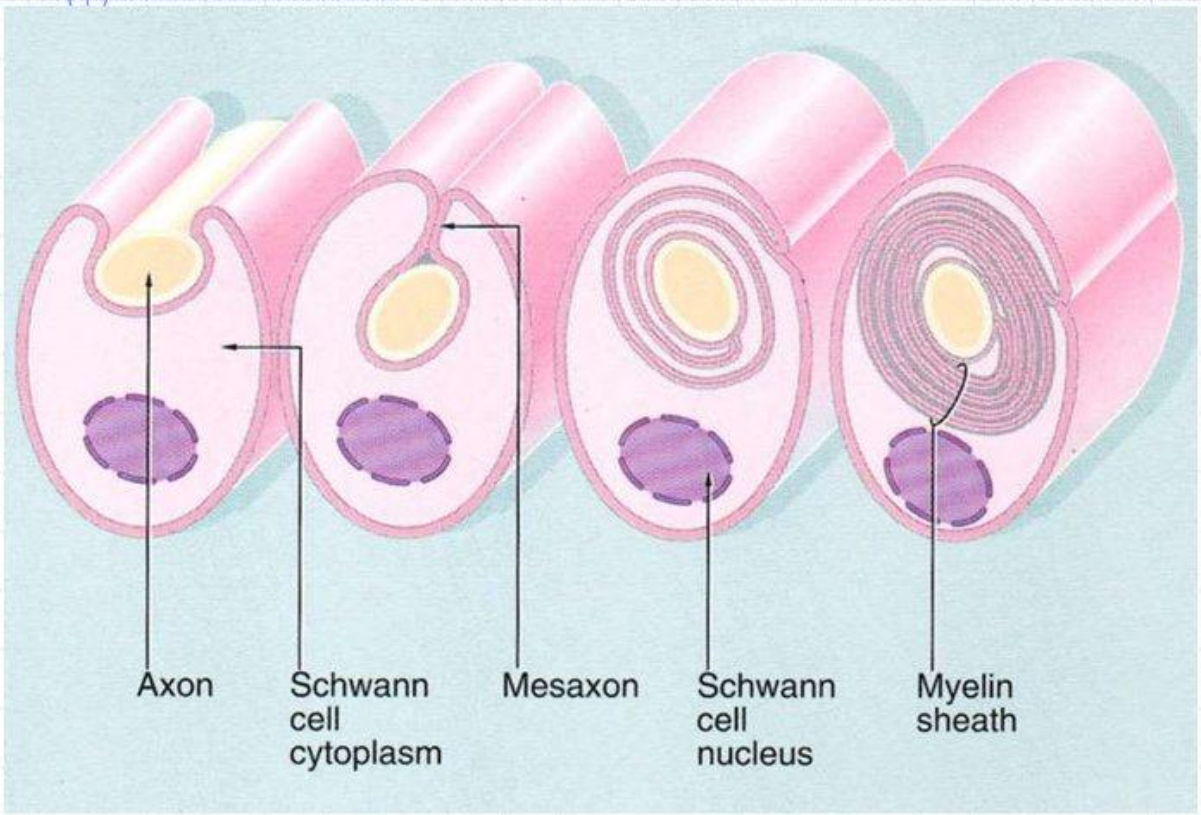


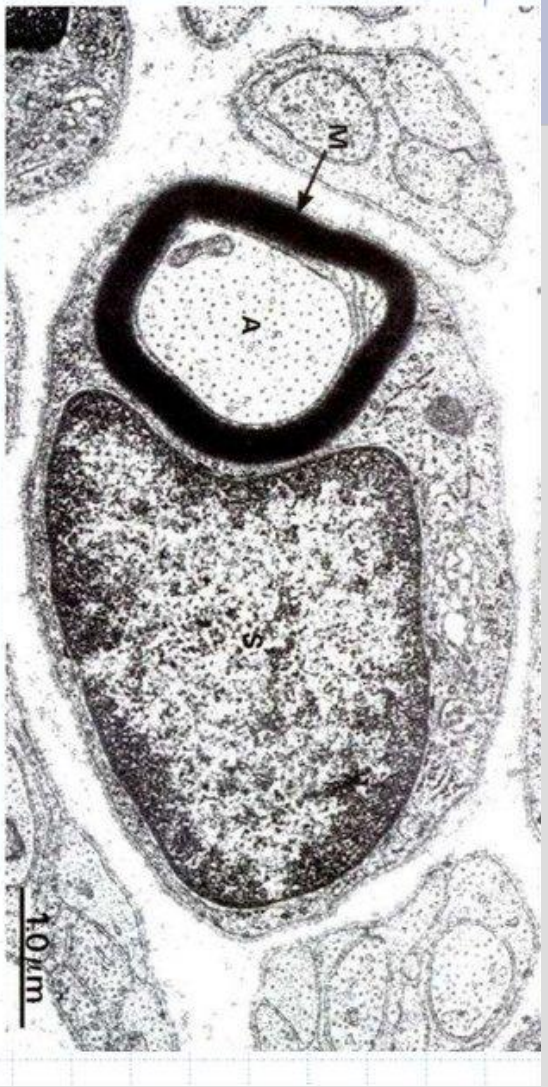
Миелиновые нервные волокна. Принцип строения. Поперечное строение.

Локализация	а) Миелиновые нервные волокна встречаются в **центральной** нервной системе и в **соматических** отделах периферической нервной системы. б) Они могут содержать как **аксоны,** так и **дендриты**
Осевой цилиндр	Осевой цилиндр **(1)** в волокне **-** всего один и располагается в центре.
Слои оболочки	Оболочка волокна имеет два слоя**:** ❖ внутренний **-** миелиновый слой и ❖ наружный **-** нейролемму **(**или неврилемму**).**
Миелиновый слой	Миелиновый слой представлен несколькими слоями мембраны олигодендроцита **(**леммоцита**),** концентрически закрученными вокруг осевого цилиндра.
Нейролемма	Нейролемма **-** это оттеснённые к периферии **(**т.е. кнаружи от миелинового слоя**)** цитоплазма **(3)** и ядро **(4)** глиоцита.
Базальная мембрана	Снаружи волокно в периферическом нерве покрыто базальной мембраной **(5).**
Особен-	В ЦНС миелиновые волокна имеют ряд особенностей**:** ✓ один олигодендроцит с помощью несколько отростков участвует в образовании



Миелиновые нервные волокна





Миелиновый слой – это очень удлинённый **мезаксон,** образующийся при погружении осевого цилиндра в цитоплазму глиоцита и последующем многократном вращении цилиндра вокруг своей оси**.**

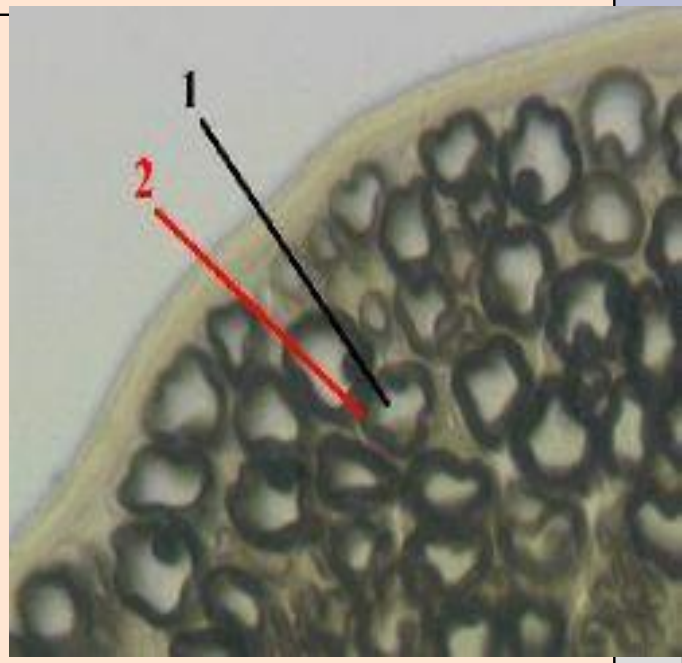
Продольное сечение: перехваты Ранвье

Опре-деление	а) Через некоторые интервалы (в местах стыка соседних леммоцитов) участки волокна **лишены миелинового слоя:** здесь остаётся только истончённая *нейролемма*. б) Эти участки называются *узловыми перехватами Ранвье*.
Na+-каналы	а) Именно в этих перехватах сосредоточены **Na+-каналы** осевого цилиндра; (в тех участках цилиндра, которые покрыты миелиновой оболочкой, каналов нет). б) Такое расположение **Na+-**каналов *значительно увеличивает скорость проведения возбуждения* (по сравнению с безмиелиновыми волокнами).
Переда-ча сиг-нала	а) Действительно, между перехватами Ранвье импульс передаётся не путём открытия-закрытия **Na+-**каналов, а *путём распространения изменений электрического поля* (возникающих в области перехватов). б) Эти же изменения распространяются в проводнике (каковым является осевой цилиндр) гораздо быстрее.

Просмотр препаратов
I. Световая микроскопия: поперечный срез

Препарат - *миелиновые* нервные волокна; поперечный срез. Импрегнация осмиевой кислотой.

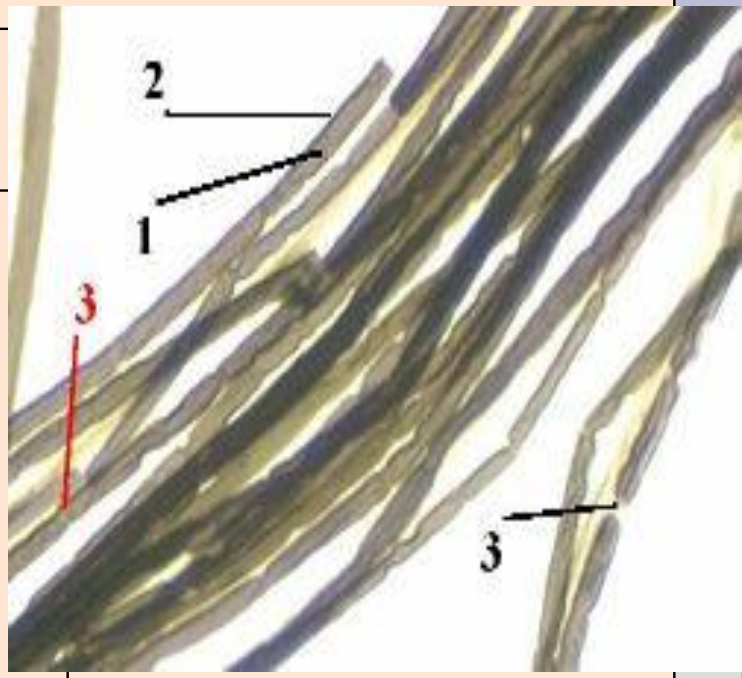
Видны многочисленные поперечно срезанные нервные волокна.	
Осевой цилиндр	а) В центре каждого волокна чётко просматривается светлый осевой цилиндр **(1).** б) В миелиновом волокне он значительно больше по диаметру, чем в безмиелиновом.
Миелиновый слой	а) Вокруг осевого цилиндра - миелиновый слой **(2).** б) Поскольку в нём велико содержание липидов, он окрашивается осмиевой кислотой в **тёмный цвет.**



Световая микроскопия: продольный срез

Препарат - *миелиновые* нервные волокна (расщипанный препарат); продольный срез. Импрегнация осмиевой кислотой.

На данном срезе, кроме осевого цилиндра **(1)** и миелинового слоя **(2),** выявляются и другие структуры.



Нейро-лемма	Вокруг миелинового слоя - наружный слой оболочки - нейролемма - являющийся более светлым.
Перехваты Ранвье	Перехваты Ранвье **(3)** выглядят как промежутки в миелиновом слое.
Насечки миелина	В миелиновом слое видны также узкие, косо расположенные, просветления - т. н. **насечки миелина.** В этих местах концентрические листки мезаксона не так плотно прилегают друг к другу, отчего между ними сохраняются

Электронная микроскопия: продольный срез, *перехват Ранвье*

Электронная микрофотография - перехват Ранвье в миелиновом нервном волокне.

1. На снимке - миелиновое волокно в месте стыка соседних леммоцитов.

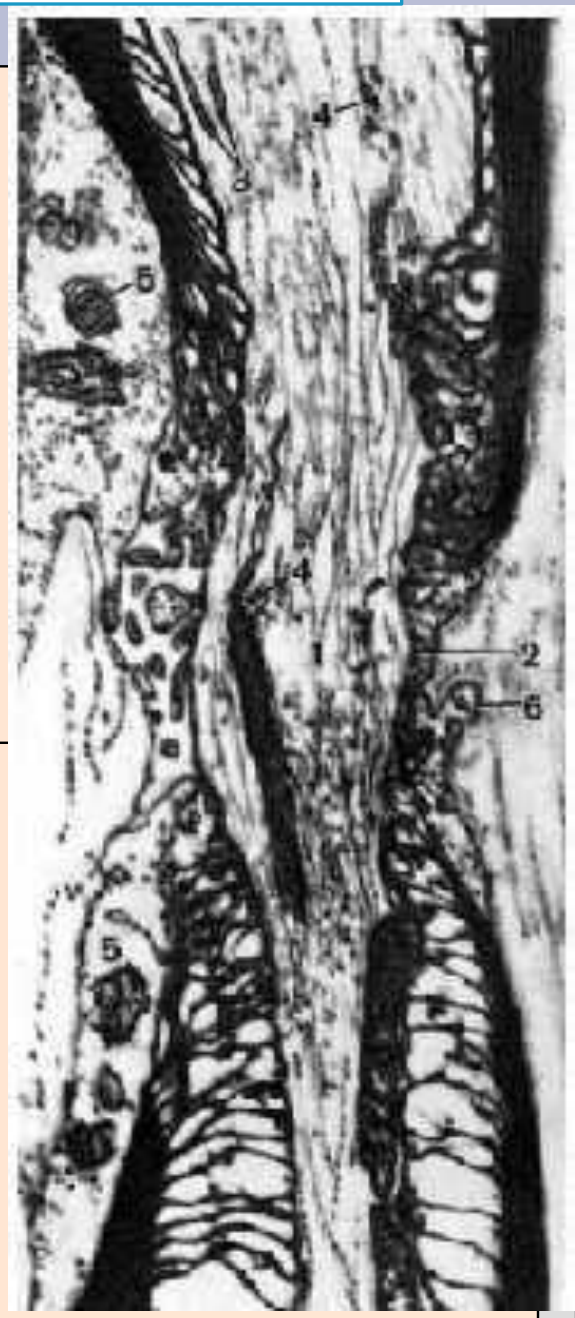
2. В центре волокна - осевой цилиндр **(1)** с обычными структурами:

митохондриями **(4),**
эндоплазматической сетью **(3),**
плазматической мембраной (аксолеммой) **(2).**

3. Вокруг осевого цилиндра вверху и внизу снимка -
тёмный миелиновый слой и

светлая нейролемма, в которой видны митохондрии **(5)** леммоцитов.

4. а) Но в средней части снимка - в месте стыка леммоцитов - миелиновый слой сходит на нет, а нейролемма истончается:



Электронная микроскопия: продольный срез, *насечки миелина*

Электронная микрофотография - насечки миелина в миелиновом нервном волокне.

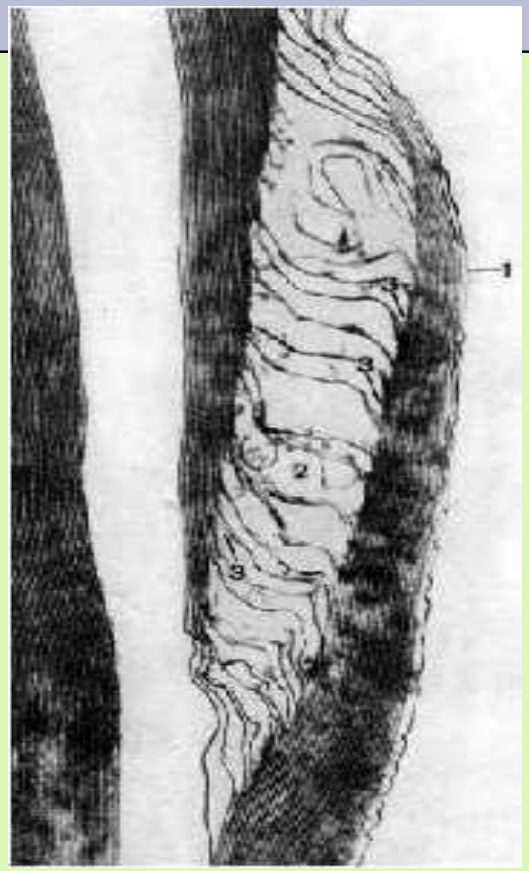
1. Здесь увеличение почти в **10** раз больше, чем на предыдущем снимке.

2. Осевой цилиндр - правая светлая область снимка; цифрой **1** обозначена его плазматическая мембрана (аксолемма).

3. а) Тёмные слоистые образования - миелиновая оболочка (многократно закрученный мезаксон).

б) Но в этой оболочке - светлое разрежение:

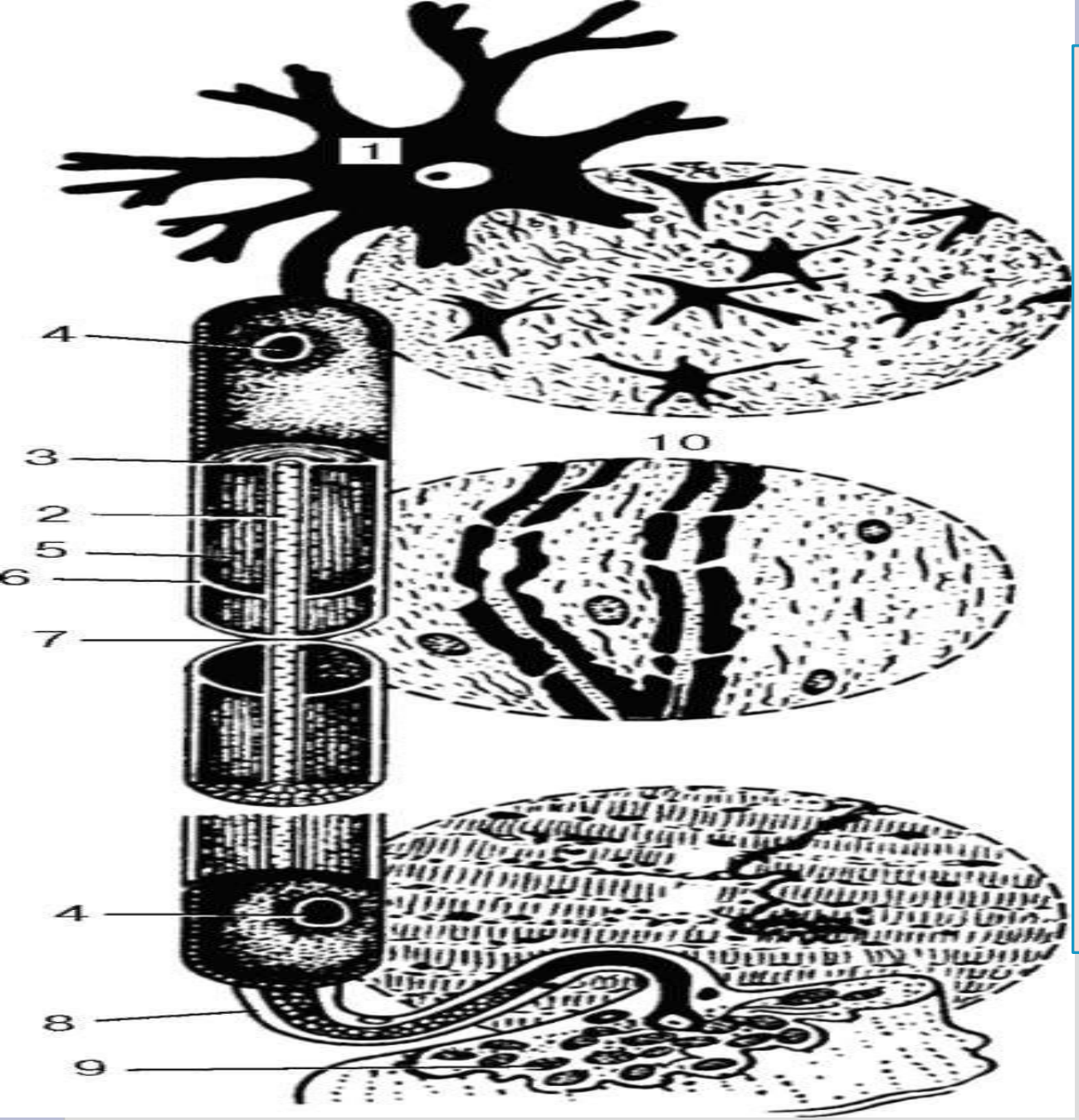
насечка миелина **(2-3).**



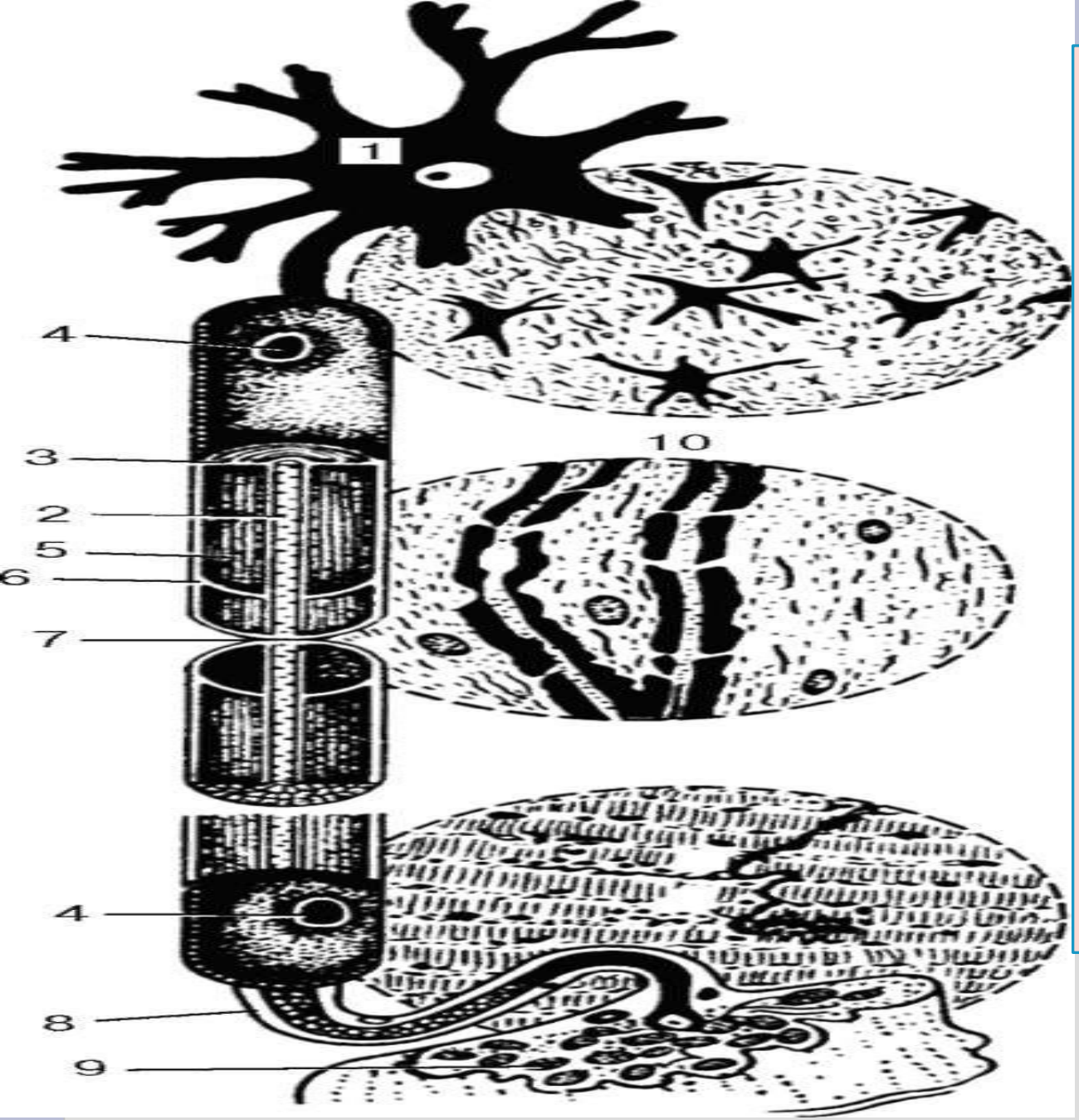
в) В области насечки видны более редко расположенные витки мезаксона **(3)** и сохраняющаяся поэтому между данными витками цитоплазма **(2)** леммоцита.

Различия между безмиелиновыми и миелиновыми волокнами

Безмиелиновые нервные волокна	*Миелиновые* нервные волокна
1. Обычно **-** несколько осевых цилиндров**,** располагающихся по периферии волокна**.**	**1.** Один осевой цилиндр находится в центре волокна**.**
2. Осевые цилиндры **-** это**,** как правило**,** аксоны эфферентных нейронов вегетативной нервной системы**.**	**2.** Осевой цилиндр может быть как аксоном**,** так и дендритом нейроцита**.**
3. Ядра олигодендроцитов находятся в центре волокон**.**	**3.** Ядра и цитоплазма леммоцитов оттеснены к периферии волокна**.**
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**.**



Нейрон (по И. Ф. Иванову):
1 - тело нейрона;
2 - осевой цилиндр;
3 - миелиновая оболочка в разрезе;
4 - ядра нейролеммоцитов;
5 - миелиновый слой;
6 - насечка миелина;
7 - узловой перехват нервного волокна;
8 - нервное волокно, лишенное миелина;
9 - нервно-мышечное (двигательное) окончание;
10 - миелиновые нервные волокна, обработанные осмиевой кислотой



Нейрон (по И. Ф. Иванову):
1 - тело нейрона;
2 - осевой цилиндр;
3 - миелиновая оболочка в разрезе;
4 - ядра нейролеммоцитов;
5 - миелиновый слой;
6 - насечка миелина;
7 - узловой перехват нервного волокна;
8 - нервное волокно, лишенное миелина;
9 - нервно-мышечное (двигательное) окончание;
10 - миелиновые нервные волокна, обработанные осмиевой кислотой

Нервные окончания

Классификация нервных окончаний

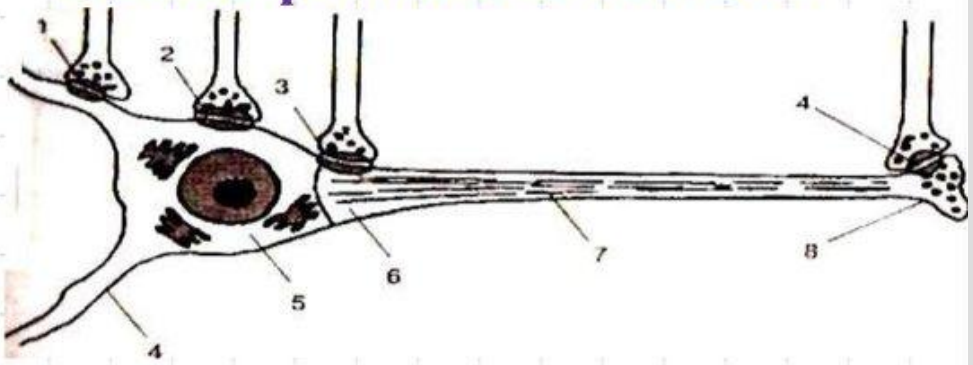
I тип	*Рецепторные* (чувствительные, или афферентные)	Это окончания **дендритов** чувствительных нервов.
II тип	Окончания, образующие *межнейронные синапсы*	а) Основные типы межнейронных синапсов таковы: -- **аксодендритические** (между аксоном одного и дендритом другого нейрона); -- **аксосоматические** (между аксоном одного и телом другого нейрона); -- **аксоаксональные** (между аксонами двух нейронов). б) Обнаружены также -- **соматодендритические** синапсы (между телом одного и дендритом другого нейрона).
III тип	*Эффекторные*	а) Это окончания **аксонов** эффекторных нейронов. б) Вместе с мембраной эффекторных клеток (или волокон) они образуют **нейроэффекторные синапсы.**
IV тип	*Аксовазальные синапсы*	Это окончания **аксонов** нейросекреторных нейронов на капиллярах.

Нервные окончания

Нервные волокна заканчиваются нервными окончаниями

1. **Рецепторные** (чувствительные или афферентные) – окончания **дендритов** чувствительных нервов.
2. Окончания, образующие **межнейронные синапсы:**

А) **аксодендритические**;
Б) **аксосоматические**;
В) **аксоаксональные**.



3. **Эффекторные** (двигательные и секреторные)

Окончания **аксонов:**

А) нейроэффекторных нейронов (на мыш.волокнах),
Б) нейросекреторных нейронов (на капиллярах).

Рецепторные нервные окончания.
Классификация рецепторов

Принцип классификации	Виды рецепторных нервных окончаний
I. По происхождению воспринимаемых сигналов (из внешней среды или внутренней):	**экстерорецепторы,** **интерорецепторы.**
II. По природе воспринимаемых сигналов:	**механо-,** **баро-,** **хемо-,** **термо-** и пр. рецепторы.
III. По строению рецепторов:	**1. свободные** нервные окончания (конечные ветвления осевого цилиндра лишены оболочки); **2. несвободные** нервные окончания (вокруг осевого цилиндра сохраняются клетки глии) - -- **неинкапсулированные,**

Рецепторные нервные окончания имеются во всех тканях и органах

1)В ***эпителии*** кожи – **свободные** рецепторные окончания.

2) Для ***соединительной ткани*** характерны **несвободные инкапсулированные** нервные окончания.

Пример:

1. **Осязательные (или мейснеровы) тельца** - в поверхностных слоях дермы - слабое давление (осязание)
2. **Пластинчатые (Фатера-Пачини) тельца** - в глубоких слоях дермы и в строме внутренних органов (барорецепторы).

Рецепторы в эпителии кожи

- В **эпителии** кожи находятся **свободные** рецепторные окончания**.**

- а**)** Одни из них просто проникают между клетками эпителия**.**

б**)** Другие контактируют с основаниями **осязательных эпителиоцитов (**специфически изменённых эпителиальных клеток**).**

- Эти рецепторы способны воспринимать даже очень слабые раздражения**,** реагируя на давление **(**прикосновение**)** и температуру**.**

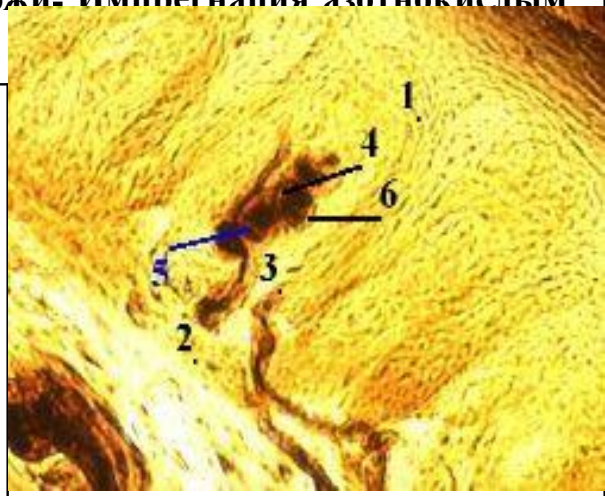
Рецепторы в соединительной ткани
13.2.3.1. Общие сведения

а) Соединительная ткань, как мы знаем, широко распространена в организме;
в том числе она образует **дерму** (основу кожи) и **строму** паренхиматозных органов.
б) В ней тоже имеются многочисленные рецепторы.

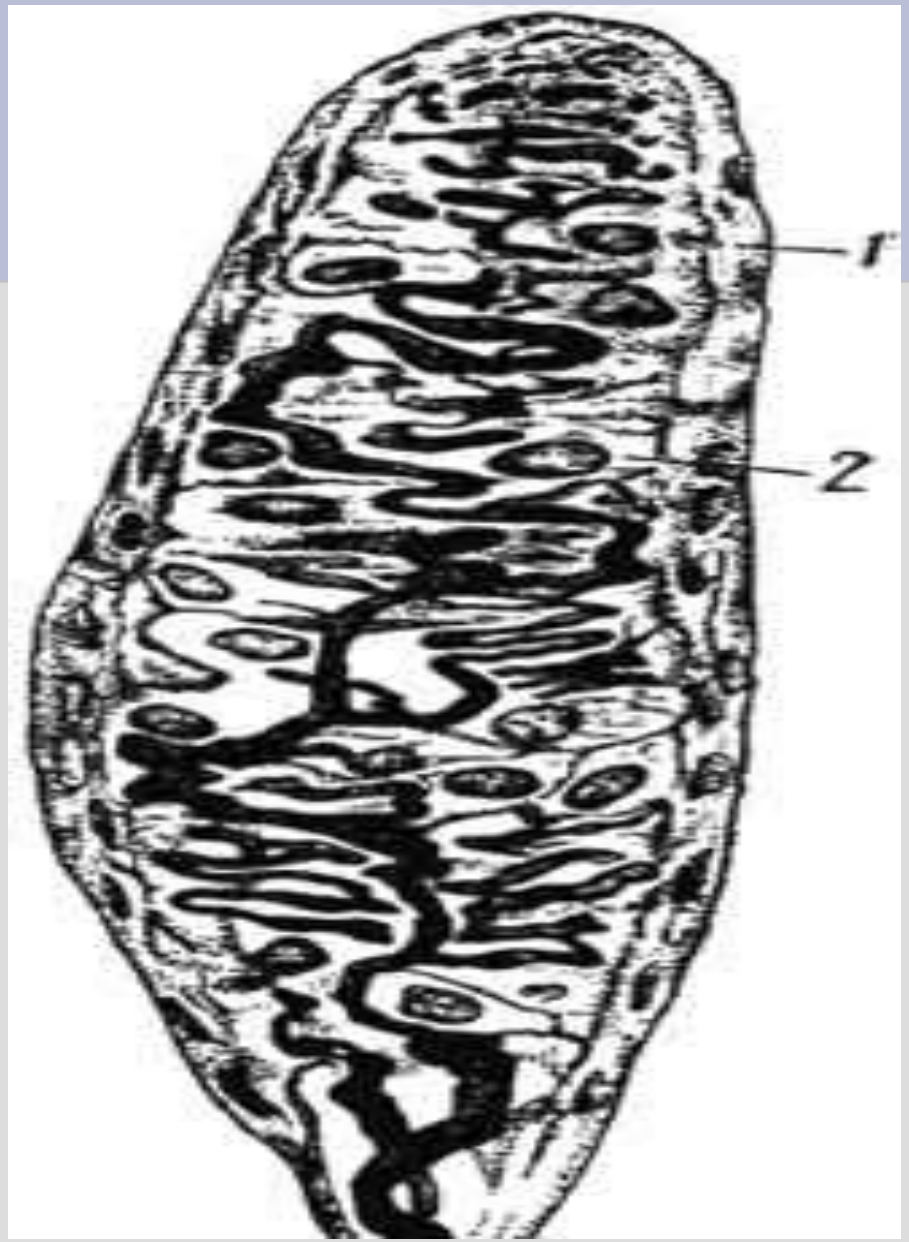
Тип рецепторных окончаний	Для соединительной ткани характерны **несвободные инкапсулированные** нервные окончания.	
Компоненты окончаний	Данные окончания содержат **3** элемента: ✓ **терминали дендрита,** ✓ видоизменённые **глиальные клетки,** окружающие эти терминали; ✓ наружную **соединительнотканную оболочку.**	
Разновидности данных окончаний	Наиболее распространены два следующих вида таких окончаний. -	
	Осязательные (или мейснеровы) тельца	Пластинчатые (или фатер-пачиниевы) тельца
	Находятся в поверхностных слоях дермы.	Находятся в глубоких слоях дермы и в строме внутренних органов.
	Воспринимают слабое давление (его	Воспринимают относительно сильное давление.

Осязательные (мейснеровы) тельца

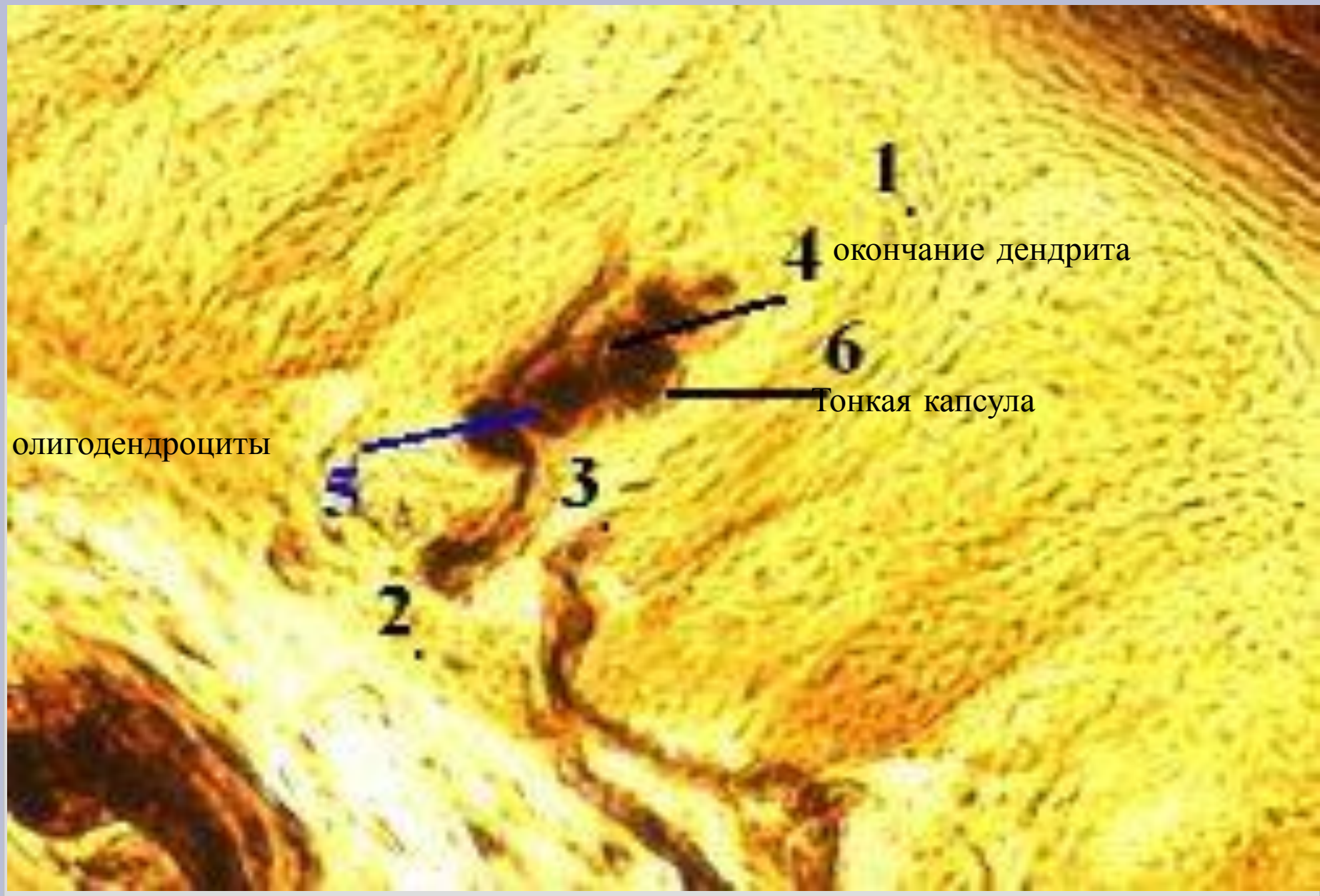
Препарат - *инкапсулированное нервное окончание*: осязательное тельце кожи. Импрегнация азотнокислым серебром.



Локали-зация	а) Осязательные тельца располагаются в некоторых сосочках кожи. б) Так, на снимке мы видим эпидермис **(1)** и подлежащую рыхлую соединительную ткань **(2)** кожи. в) Последняя вдаётся глубокими сосочками **(3)** в эпителий. г) В одном из сосочков находится ***осязательное тельце.***
Компо-ненты	Тельце включает **3** вышеперечисленных компонента: ▯ окончания дендрита **(4)** с окружающими их олигодендроциты **(5),** тонкую капсулу **(6)** из волокнистой соединительной ткани.
Глиаль-ные клетки	а) Глиальные клетки (олигодендроциты) изменены: в отличие от клеток, окружающих предыдущую часть нервного волокна, они не образуют миелиновую оболочку. б) Характерна их ориентация - перпендикулярно оси осязательного тельца.

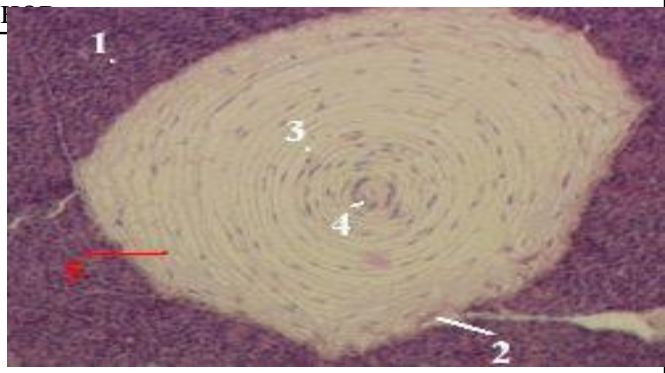


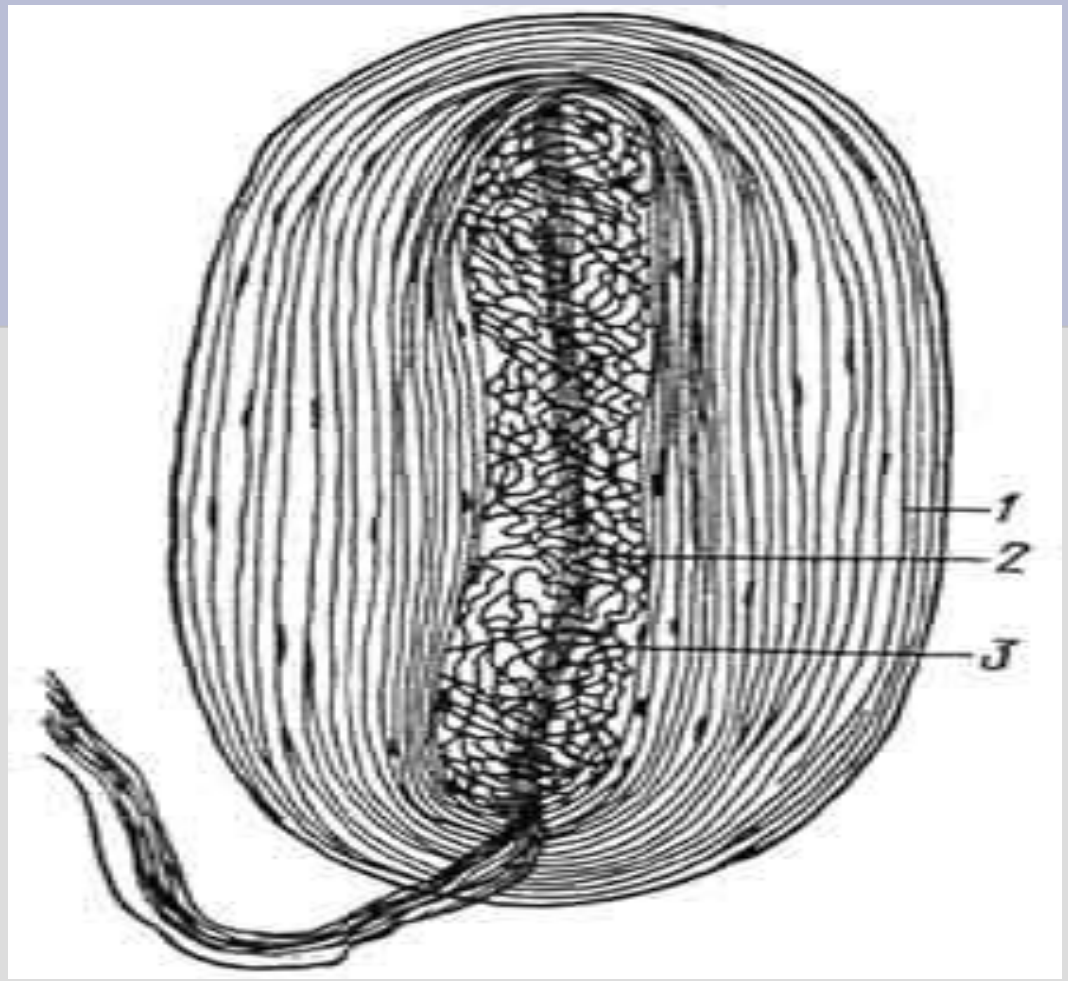
Осязательное (мейсиерово) тельце:
1 - капсула;
2 - специальные клетки.


1
4 окончание дендрита
6
Тонкая капсула
олигодендроциты
5
3
2

Пластинчатые (фатер-пачиниевы) тельца

Препарат - *инкапсулированное нервное окончание*: пластинчатое тельце в поджелудочной железе. Окраска гематоксилин-эозином.

Локали-зация	а) Пластинчатые тельца находятся в глубоких слоях кожи и в соединительнотканных элементах внутренних орга б) В частности, на снимке - поджелудочная железа, и в ней - концевые отделы **(1)** железы, прослойки соединительной ткани **(2)** и находящееся в этой ткани пластинчатое тельце **(3),** срезанное поперёк. 
Компо-ненты	В тельце вновь имеются три компонента. Терминали дендрита (лишенные миелиновой оболочки) - располагаются внутри тельца. Окружающие их глиальные клетки - образуют т.н. внутреннюю колбу (или внутреннюю луковицу) **(4).** Соединительнотканная оболочка, или наружная колба (наружная луковица) **(5):**
Наруж-ная	а) Наружная колба образована плотной волокнистой соединительной тканью, толстая, имеет пластинчатую структуру, т.е. содержит несколько слоёв



Пластинчатое тельце (тельце Фатера - Пачини):
1 - наружная колба; *2* - внутренняя колба; *3* - концевой отдел нервного волокна (по Клара).

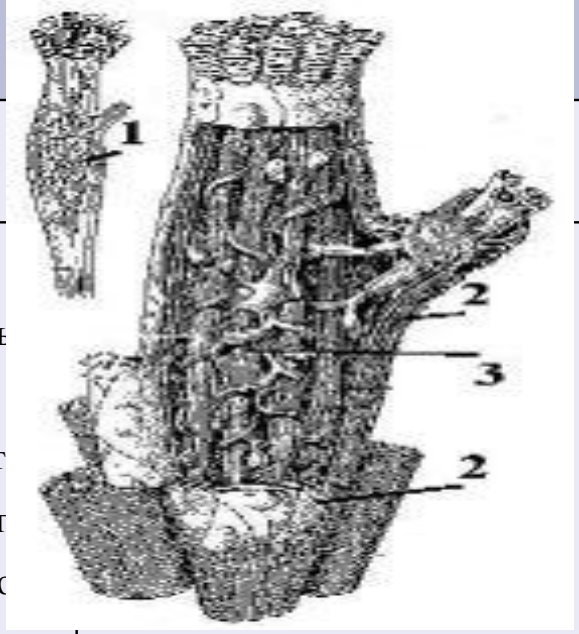
Рецепторы в скелетных мышцах и сухожилиях

1. В мышцах и сухожилиях рецепторные окончания тоже являются **инкапсулированными.**

2. Они представляют собой особые структуры **-**

- нервно**-**мышечные и
- нервно**-**сухожильные веретёна**.**

Нервно-мышечные веретёна: основные сведения



Локали-зация	Нервно-мышечные веретёна располагаются в толще скелетных мышц.
Компо-ненты	Веретено **(fusus)** содержит **4** компонента: **1 -** от **1** до **12** специальных **(**т.н. интрафузальных**)** мышечны волокон **2 -** растяжимую соединительнотканную капсулу вокруг верет **3 -** афферентные нервные волокна и их окончания, которые п капсулой оплетают центральные части интрафузальных волок **4 -** эфферентные нервные волокна, идущие от гамма-мотонейронов спинного мозга.
Интра-фузальные волокна	а) В отличие от обычных (экстрафузальных) мышечных волокон, интрафузальные волокна - тонкие и короткие, содержат миофибриллы только в концевых отделах, а в центральной части их лишены. б) Поэтому при сокращении концевых отделов (под влиянием эфферентных нервных волокон) центральная часть интрафузального мышечного волокна растягивается.
Афферент-ные окончания	а) Афферентные (чувствительные) окончания реагируют **на растяжение центральной части веретена.** б) Это бывает, как уже сказано, под влиянием эфферентных импульсов от гамма-мотонейронов спинного мозга, а также просто при растяжении (расслаблении) всей мышцы.

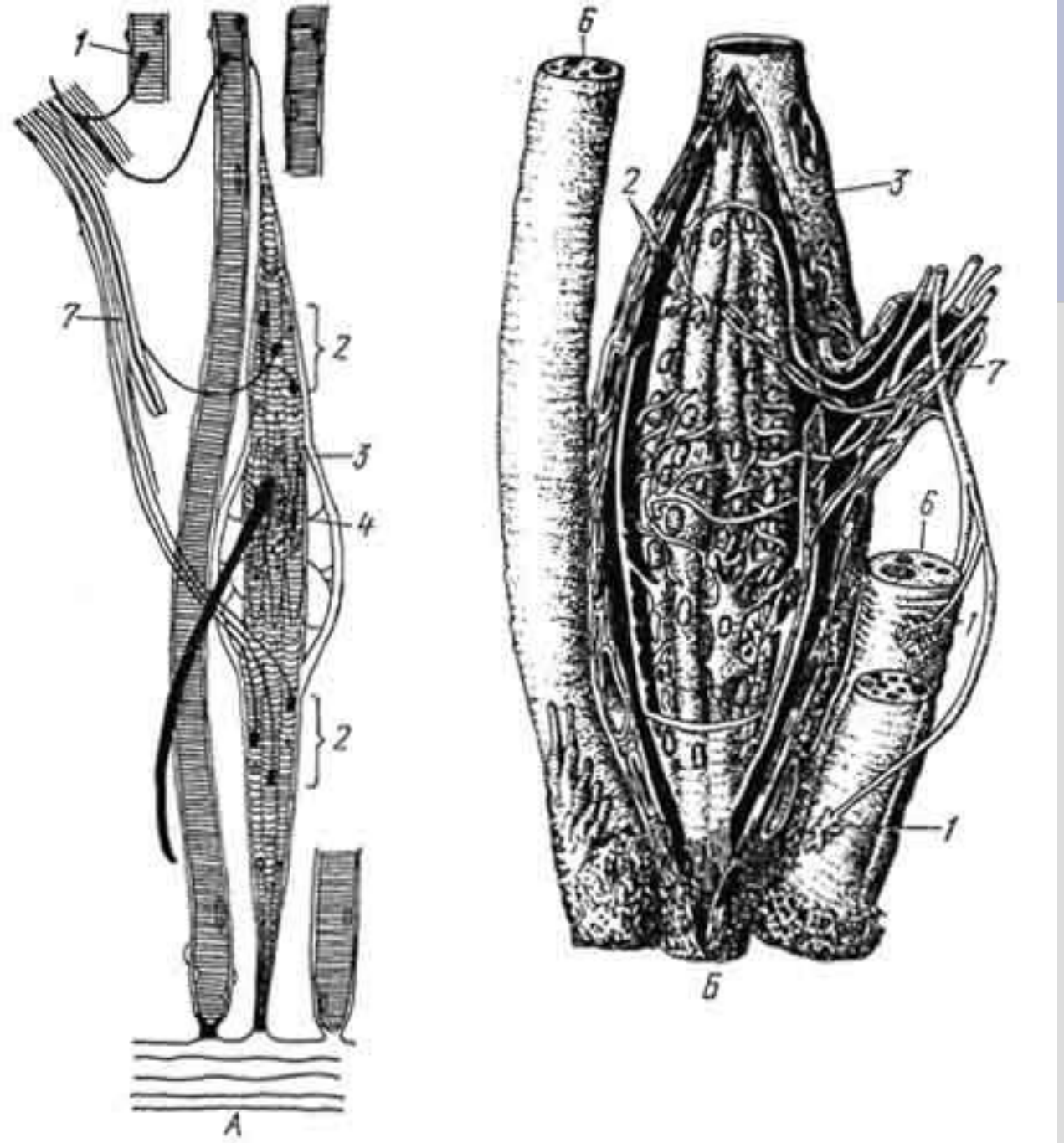


Схема строения нервно-мышечного веретена:
А - моторная иннервация интрафузальных и экстрафузальных мышечных волокон (по Студитскому);
Б - спиральные афферентные нервные окончания вокруг ннтрафузальных мышечных волокон в области ядерных сумок (по Кристичу);

1 - моторные бляшки экстрафузальных мышечных волокон;
2 - моторные бляшки интрафузальных мышечных волокон;
3 - ядерная сумка;
4 - ядерная сумка;
5 - чувствительные аннулоспиральные нервные окончания вокруг ядерных сумок;
6 - поперечнополосатые мышечные волокна;
7 - нерв.

Нервно-мышечные веретёна: дополнения

I. Виды интрафузальных мышечных волокон

Различают **2** вида интрафузальных мышечных волокон.

Волокна с ядерной сумкой	Волокна с ядерной цепочкой
Таких волокон **- 1-3** в веретене**;** ▯ они имеют центральную расширенную часть **(**ядерную сумку**)** с большим количеством ядер**.**	Этих волокон **-** больше **(3-7** в веретене**),** ▯ но они вдвое тоньше и короче**,** ▯ а ядра расположены цепочкой по длине волокна**.**

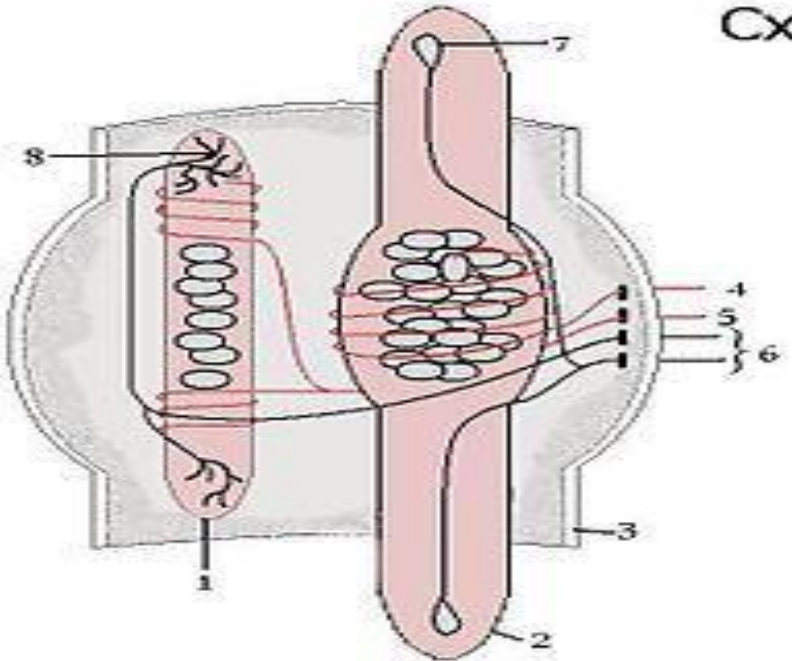
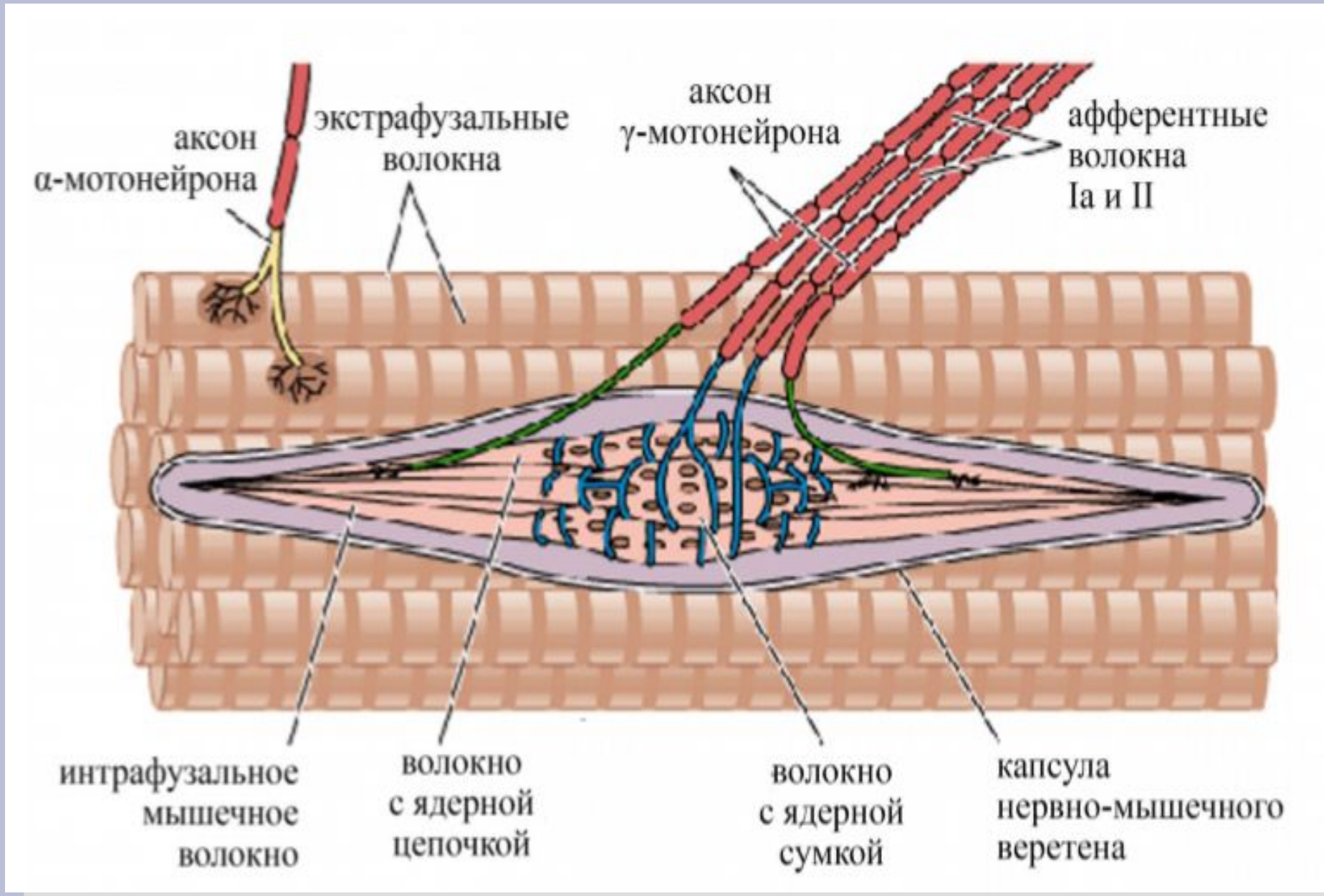


Схема мышечного веретена.

1. Интрафузальное мышечное волокно с ядрами, расположенными цепочкой.
2. Интрафузальное мышечное волокно с ядрами, расположенными в ядерной сумке.
3. Соединительно тканная капсула мышечного веретена.
4. Афферентное нервное волокно типа Ia.
5. Афферентное нервное волокно типа IIa.
6. Эфферентные гамма-нервные волокна.
7. Гамма-концевая пластинка.
8. Гамма-кустовидное нервное окончание.


аксон
α-мотонейрона
экстрафузальные
волокна
аксон
γ-мотонейрона
афферентные
волокна
Ia и II
интрафузальное
мышечное
волокно
волокно
с ядерной
цепочкой
волокно
с ядерной
сумкой
капсула
нервно-мышечного
веретена

Виды афферентных нервных волокон

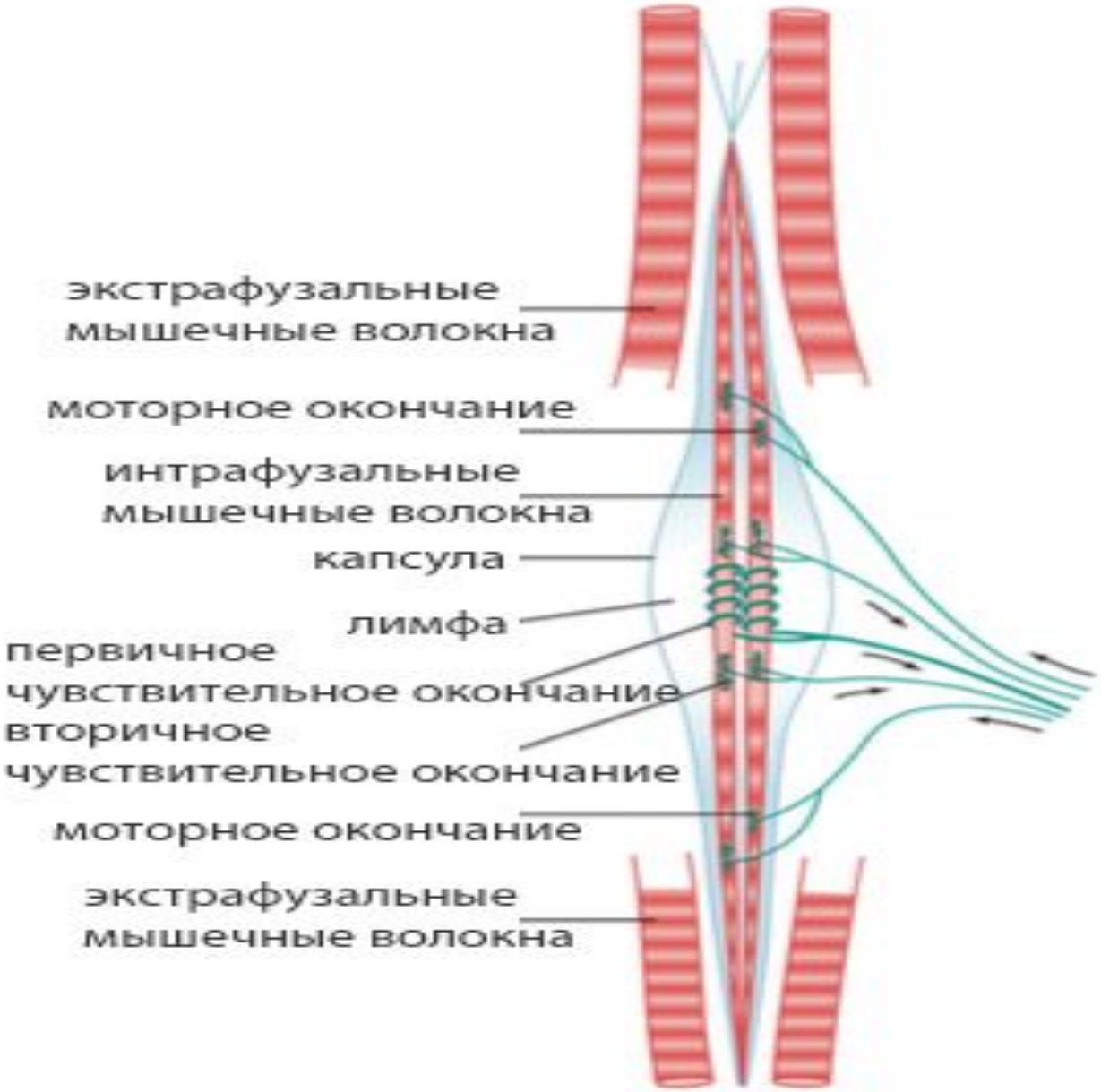
Чувствительные нервные волокна, иннервирующие нервно-мышечные веретёна, тоже бывают двух видов.

Первичные волокна -	Вторичные волокна -
относительно толстые **(17** мкм**),** образуют окончания в виде спирали - т. н. **кольцеспиральные** окончания,	относительно тонкие **(8** мкм**),** образуют **гроздьевидные** окончания,
оплетают оба вида интрафузальных мышечных волокон,	оплетают только волокна с ядерной цепочкой,
в волокнах с ядерной сумкой реагируют на **скорость** растяжения,	поэтому реагируют лишь на **величину** растяжения центральной части интрафузального волокна.
а в волокнах с ядерной цепочкой - на общую **величину** растяжения.	

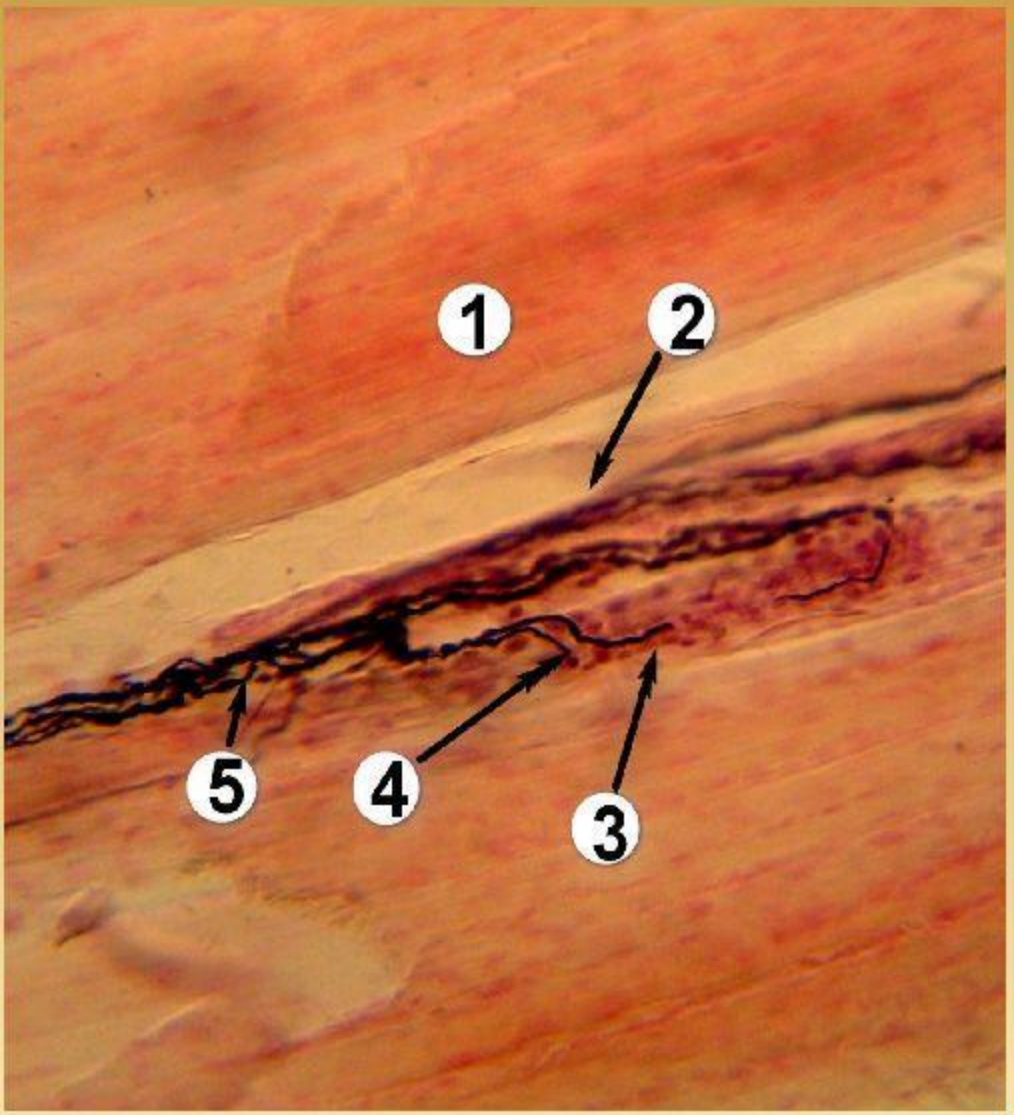
Таким образом, при внезапном (быстром) растяжении мышцы (например, при резком движении) реагируют кольцеспиральные окончания в волокнах с ядерной сумкой,

а при медленном и длительном растяжении (например, при стоянии в неудобном положении) реагируют оба вида окончаний в интрафузальных волокнах обоего вида.

Схема мышечного веретена



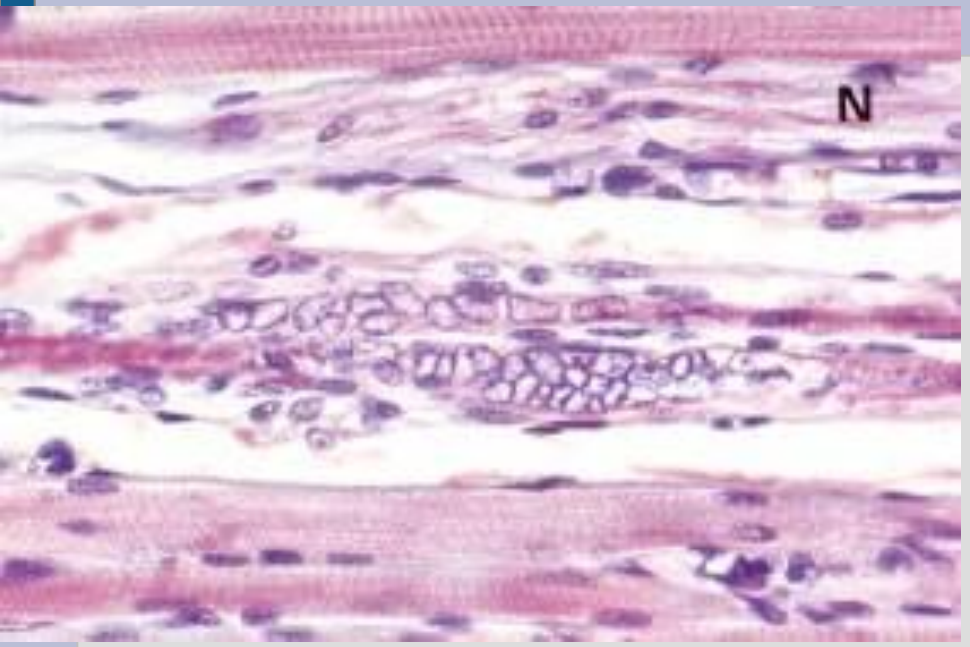
Нервно-мышечное веретено

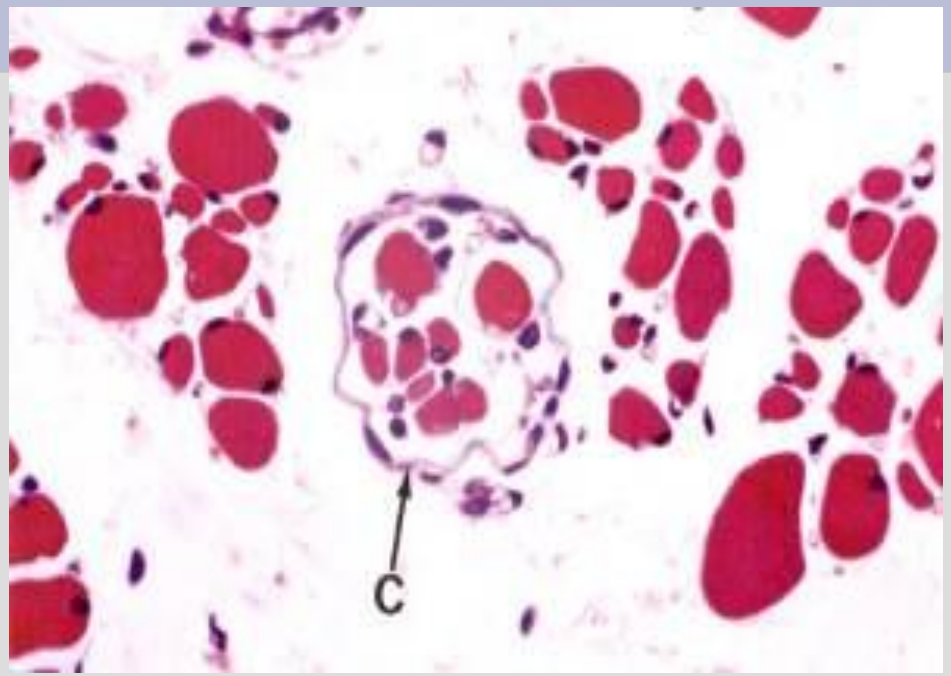


Инкапсулированное чувствительное нервное окончание в скелетной мышце. Нервно-мышечное веретено. Импрегнация азотнокислым серебром. Увел. х600.

1 – экстрафузальные мышечные волокна; 2 – соединительнотканная капсула; 3 – ЯС-волокно; 4 – аннулоспиральное нервное волокно вокруг ЯС-волокна; 5 – ЯЦ-волокно, окруженное аннулоспиральным нервным волокном.

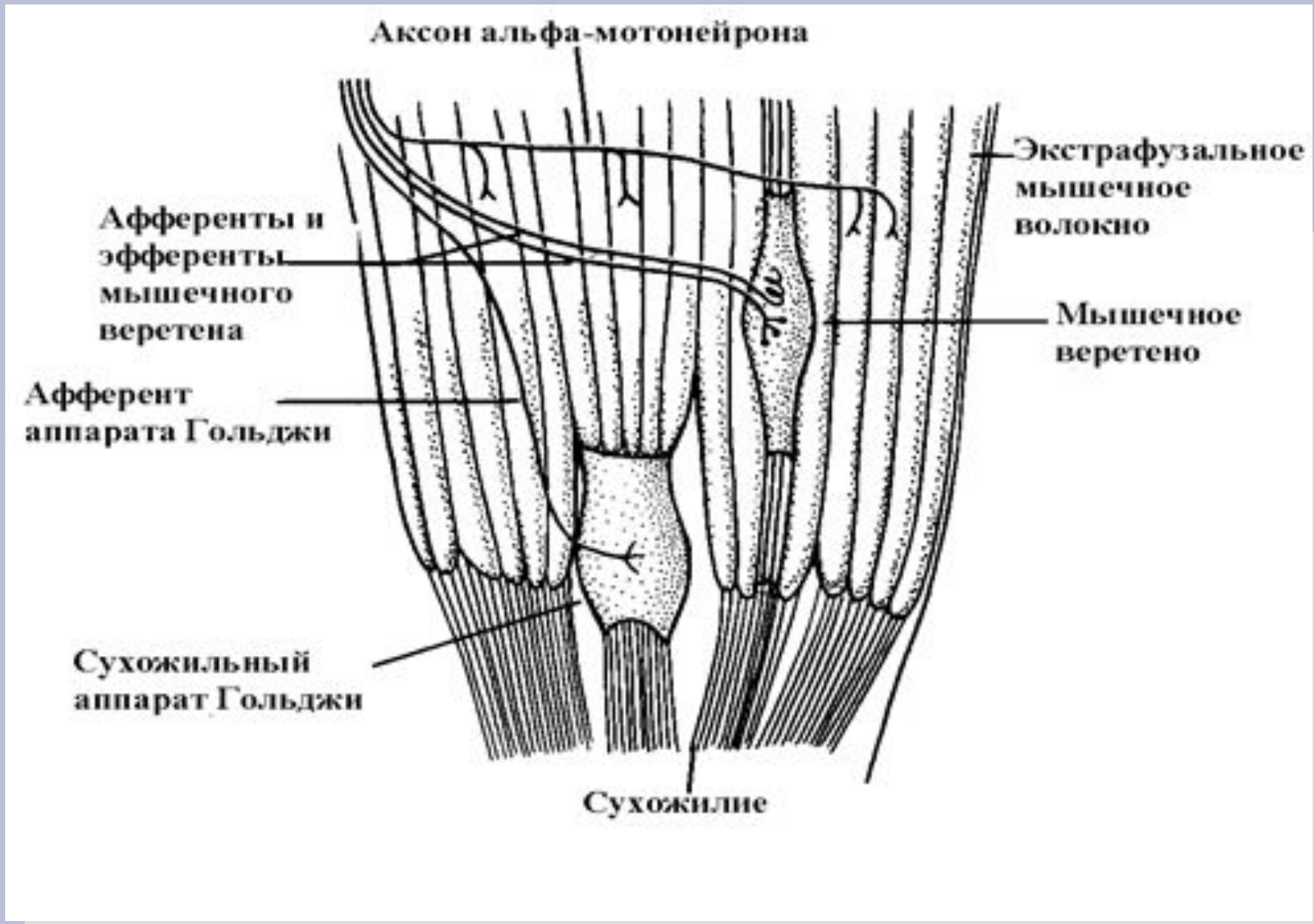
Нервно-мышечное веретено **N-**нервное волокно**,** С – капсула**.**А – продольный срез **(**х**320),** Б – поперечный**.**

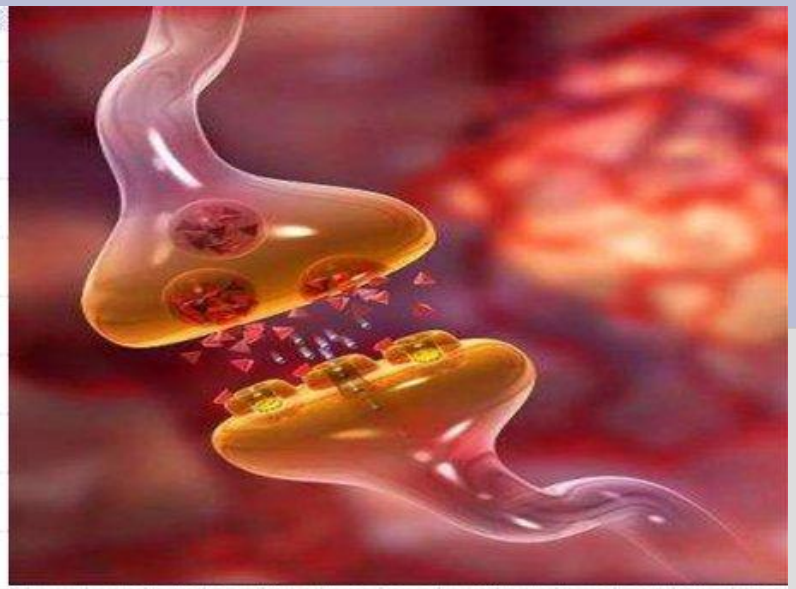




Нервно-сухожильные веретёна

Локализация	Нервно-сухожильные веретёна располагаются **в месте соединения мышц с сухожилиями.**
Компоненты	Эти веретёна содержат **4** компонента**:** ▯ **10-15** мышечных волокон**,** ▯ коллагеновые пучки сухожилия**,** которые связаны с мышечными волокнами по принципу **"**конец в конец**";** ▯ безмиелиновые окончания афферентного нервного волокна**,** оплетающие коллагеновые пучки**;** ▯ окружающую соединительнотканную оболочку**.**
Функционирование	а**)** В отличие от нервно-мышечных веретён**,** нервно-сухожильные веретёна реагируют не на растяжение**,** а **на *сокращение* мышцы. -** б**)** При мышечном сокращении происходит растяжение коллагеновых пучков веретена**,** что и вызывает афферентный сигнал.


Аксон альфа-мотонейрона
Экстрафузальное мышечное волокно
Афференты и эфференты мышечного веретена
Мышечное веретено
Афферент аппарата Гольджи
Сухожильный аппарат Гольджи
Сухожилие



Синапс – предназначен для передачи сигнала с нервной клетки на другую нервную клетку или на эффекторный орган.

Синапсы
(межнейронные и нейроэффекторные)

Составные части синапса

1. С**инапс -** структура**,** предназначенная для передачи сигнала с нервной клетки на другую нервную клетку или на эффекторный орган**.**

2. В синапсе различают**:**

- **пресинаптическую часть,**
- **синаптическую щель (**СЩ**)** и
- **постсинаптическую часть.**

В **химическом синапсе** сигнал передаётся с помощью химического вещества – **медиатора**.

Синапсы химического и электрического типа

Синапсы химического типа	У человека и высших животных синапсы относятся, как правило, к **химическому типу:** ▫ сигнал передаётся с помощью химического вещества **- медиатора,** ✓ который диффундирует в синаптической щели от пресинаптической части к постсинаптической.
Синапсы электриче-ского типа	В синапсах **электрического типа** синаптическая щель очень узка, ❖ и изменение электрического состояния пресинаптической части непосредственно вызывает аналогичные изменения в постсинаптической части.
Направление передачи	**В химическом синапсе** сигнал может передавать **только в одном направлении,** а в электрическом **-** в обоих.

Подразделение синапсов по виду сигнала и по природе медиатора

1. По виду передаваемого сигнала различают синапсы

- возбуждающего и
- тормозного типа**.**

2. Иногда синапсы называют по природе медиатора **-**

- холинергические **(**медиатор **-** ацетилхолин**),**
- адренергические **(**медиатор **-** норадреналин**)** и т**.**д**.**

3. Большинство медиаторов оказывает возбуждающее действие на постсинаптическую клетку**;**

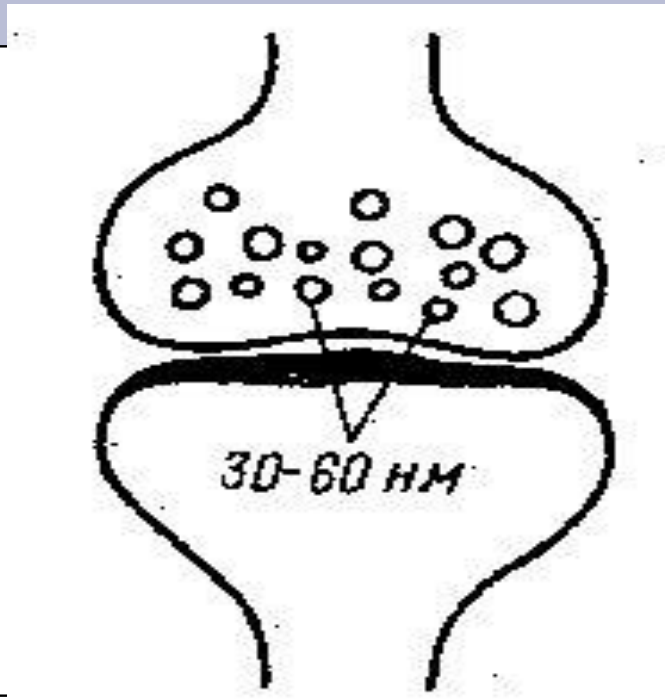
примеры же медиаторов **тормозного** действия **-**

--- гамма**-**аминомасляная кислота **(**ГАМК**)** и

---- дофамин**.**

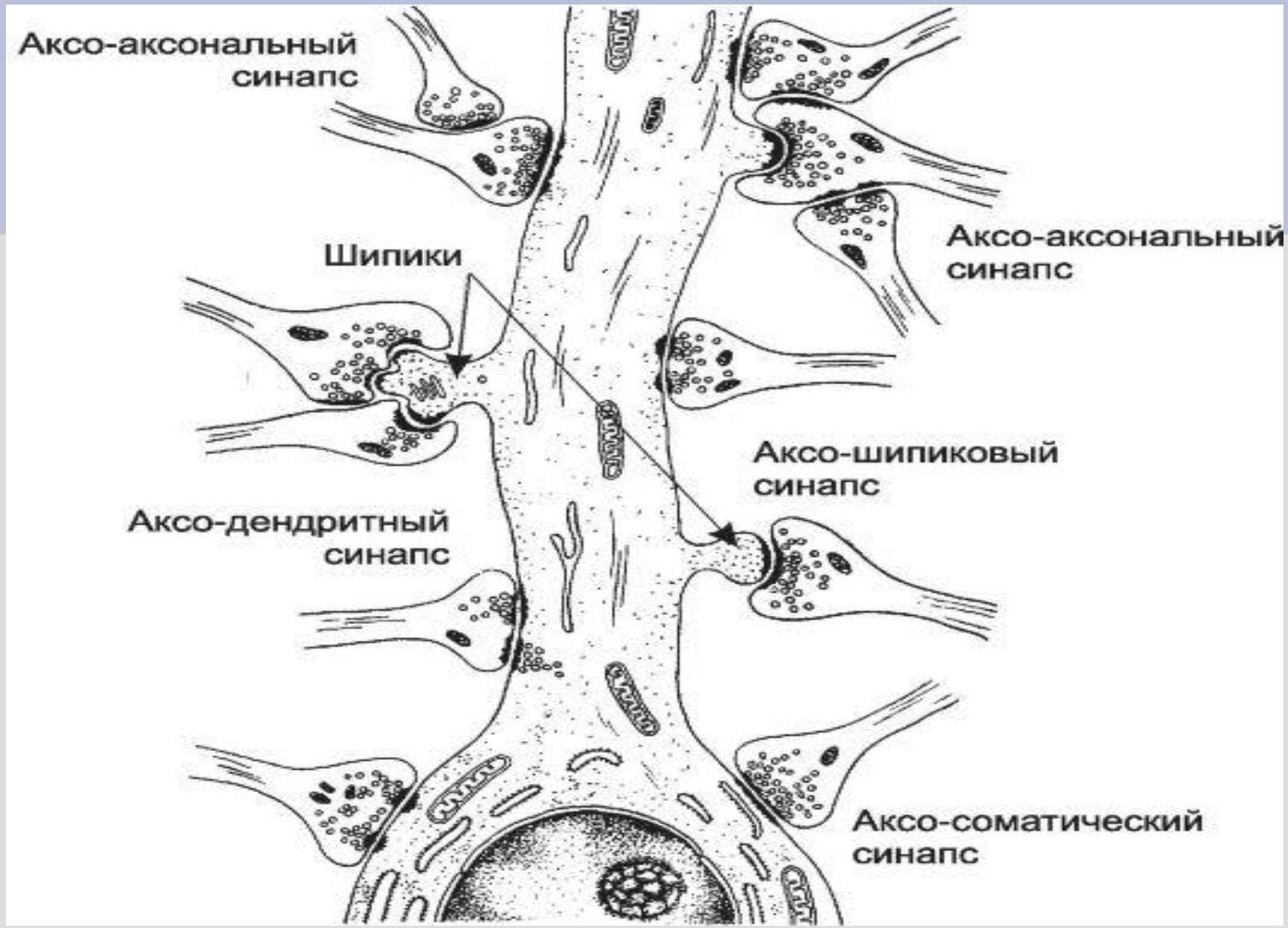
Функционирование синапса химического типа

Пресинаптическое окончание	а) **Пресинаптическое окончание** нервного отростка обычно заметно расширено и содержит пресинаптические пузырьки. б) Когда сюда приходит возбуждение, из пузырьков в синаптическую щель высвобождается медиатор.
Постсинаптическая мембрана	а) В прилегающей мембране **постсинаптической клетки (**или мышечного волокна**)** находятся **рецепторы к медиатору**. б) Воздействие на них медиатора приводит к возбуждению или торможению постсинаптической клетки.



Межнейронные синапсы

Виды меж-нейронных синапсов	**3** основные вида межнейронных синапсов **(**по тому**,** какие части нейронов участвуют в образовании синапсов**):** **----** аксодендритические**,** **-----** аксосоматические и **----** аксоаксональные**.**
Функцио-нальная роль	а**)** Из них аксодендритические и аксосоматические синапсы могут быть как возбуждающего**,** так и тормозного типа**.** б**)** А аксоаксональные синапсы бывают только *тормозного* типа**.** в**)** Спектр медиаторов**,** используемых в межнейронных синапсах**,** весьма широк**:** ацетилхолин**,** норадреналин**,** ГАМК**,** дофамин**,** серотонин и многие другие**.**


Аксо-аксональный синапс
Шипики
Аксо-аксональный синапс
Аксо-шипиковый синапс
Аксо-дендритный синапс
Аксо-соматический синапс

Типы синапсов

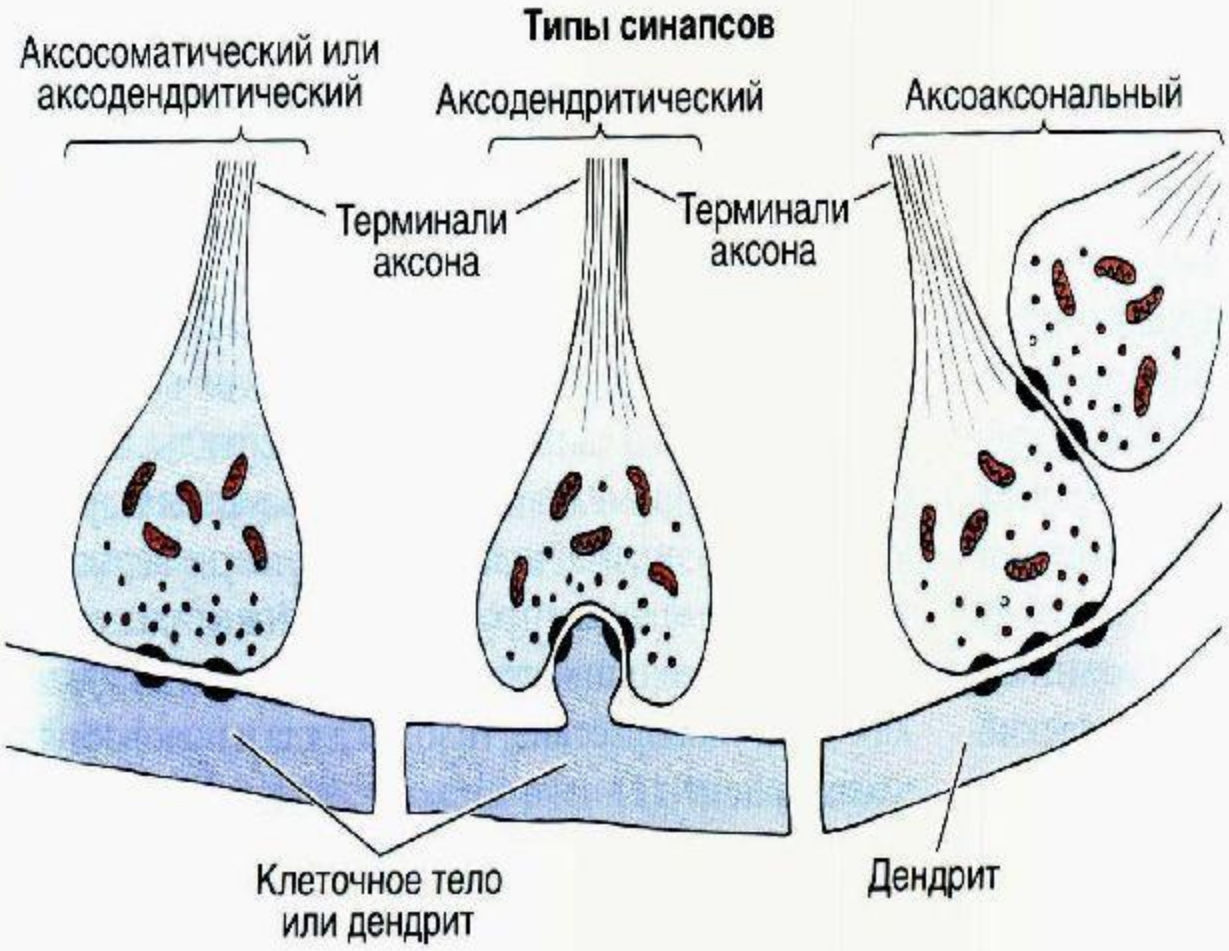


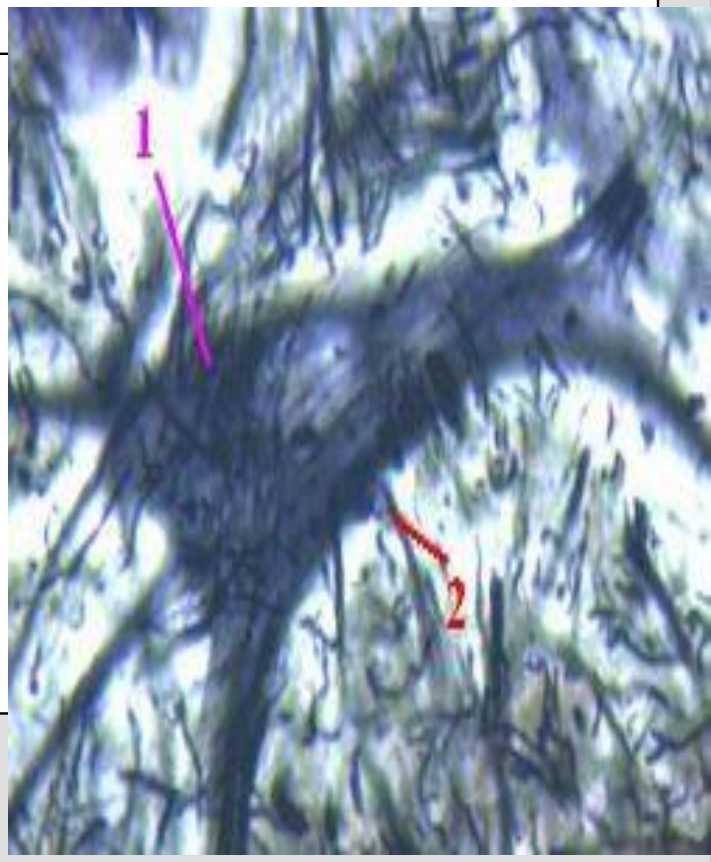
Рис. 9-8. Типы синапсов. Аксонные терминали обычно передают нервные импульсы на дендрит или клеточное тело нейрона; менее часто они образуют синапс на другом аксоне. (Перерисовано с разрешения из Cormack D.H. Essential Histology. — Lippincott, 1993.)

3. Препарат - аксосоматические синапсы на нервных клетках спинного мозга. Импрегнация азотнокислым серебром.

а) На снимке - крупный нейрон **(1)** с отростками.

б) К телу нейрона подходят многочисленные аксоны **(2)** других нейронов, расширяющиеся в пресинаптической части.

в) Они образуют аксосоматические синапсы, передающие сигналы непосредственно на тело нейрона.



Нейроэффекторные синапсы (эффекторные нервные окончания)

В этих синапсах сигналы (приходящие по аксону) передаются на эффекторные органы - мышцы (гладкие или поперечнополосатые) и железы.

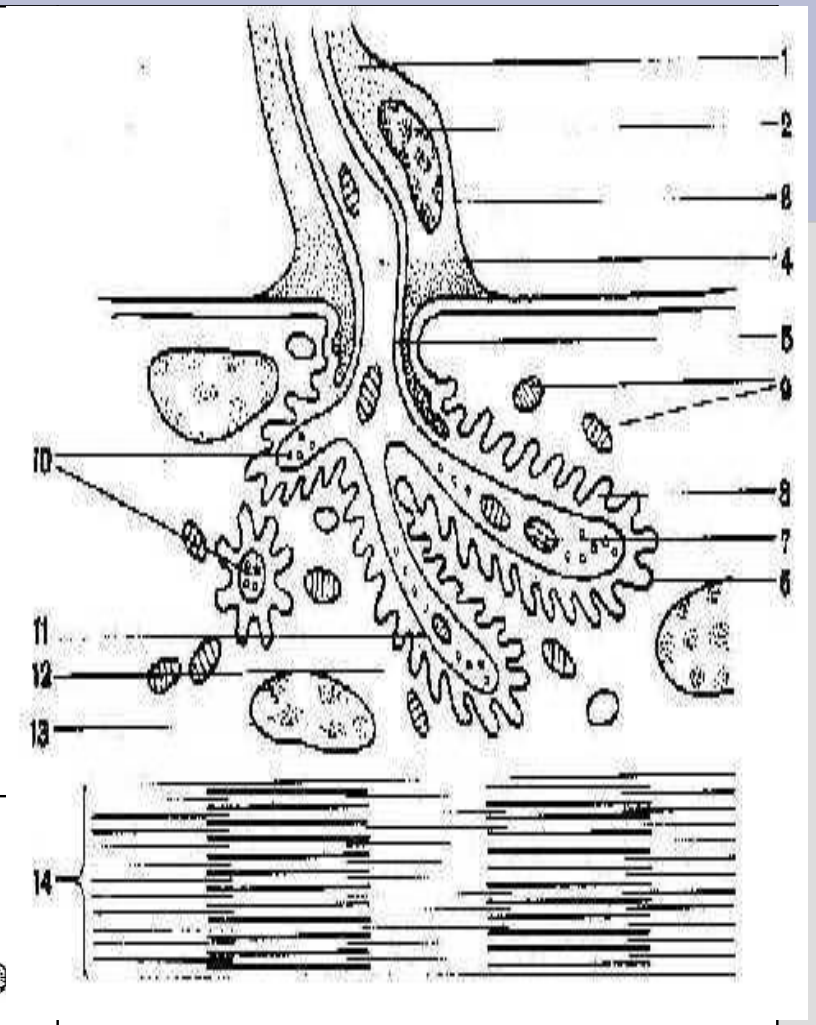
Эфферентные (двигательные) нервные окончания

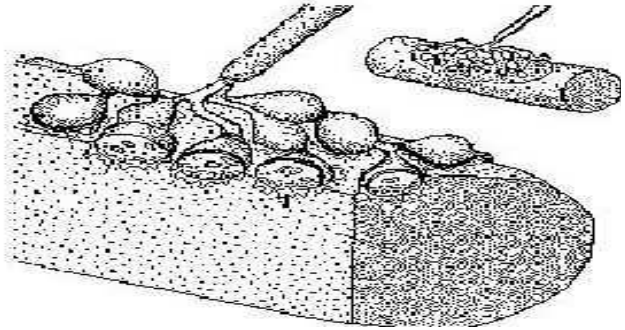
Синаптический контакт аксона двигательного нейрона с мышечной или секреторной клеткой

- **Нейро (нервно)мышечные**
- **Нейро (нерво)секреторные**

Нервно-мышечные окончания: общее описание

Названия	Нервные окончания в поперечнополосатых мышцах называются <u>нервно-мышечными окончаниями</u> или **моторными пластинками (моторными бляшками).**
Медиатор	Данные синапсы всегда являются

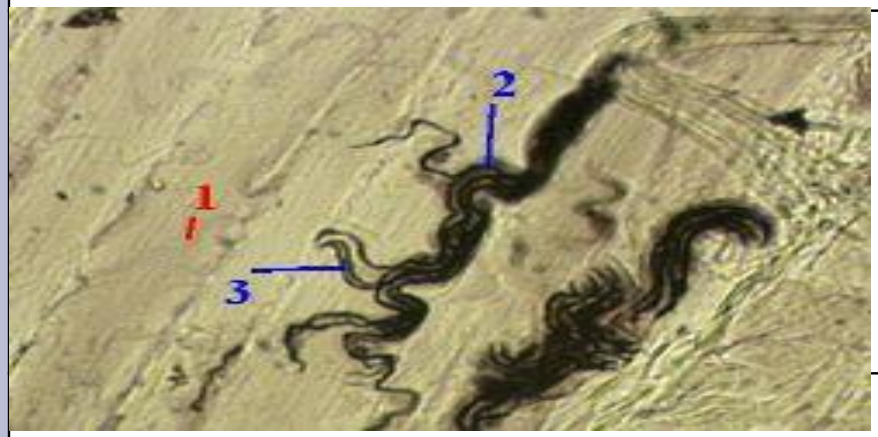




Пресинап-тические окончания	а) Подходя к мышечному волокну, аксон **(4)** теряет оболочку, образуемую леммоцитом **(1-3),** и даёт несколько терминальных ветвей (пресинаптических окончаний). б) Последние погружаются в мышечное волокно вместе с прогибающейся сарколеммой, но отделены от неё синаптической щелью **(8).** в) В пресинаптических окончаниях содержится много **митохондрий (7)** и **пузырьков с ацетилхолином (10).** г) Для синтеза медиатора используется фермент **ацетилхолинсинтетаза.** д) Плазмолемма **(11)** терминальных ветвей служит пресинаптической мембраной синапса.
Постсинап-тическая мембрана	а) В свою очередь, прогибающаяся сарколемма **(6)** служит постсинаптической мембраной. б) Она имеет **многочисленные инвагинации,** что увеличивает площадь её контакта с медиатором. в) В этой мембране находятся два ключевых белка - ▯ **рецепторы к ацетилхолину** и ▯ фермент **холинэстераза,** разрушающая ацетилхолин. г) В подлежащей саркоплазме наблюдается скопление

Нервно-мышечные окончания:
просмотр препарата

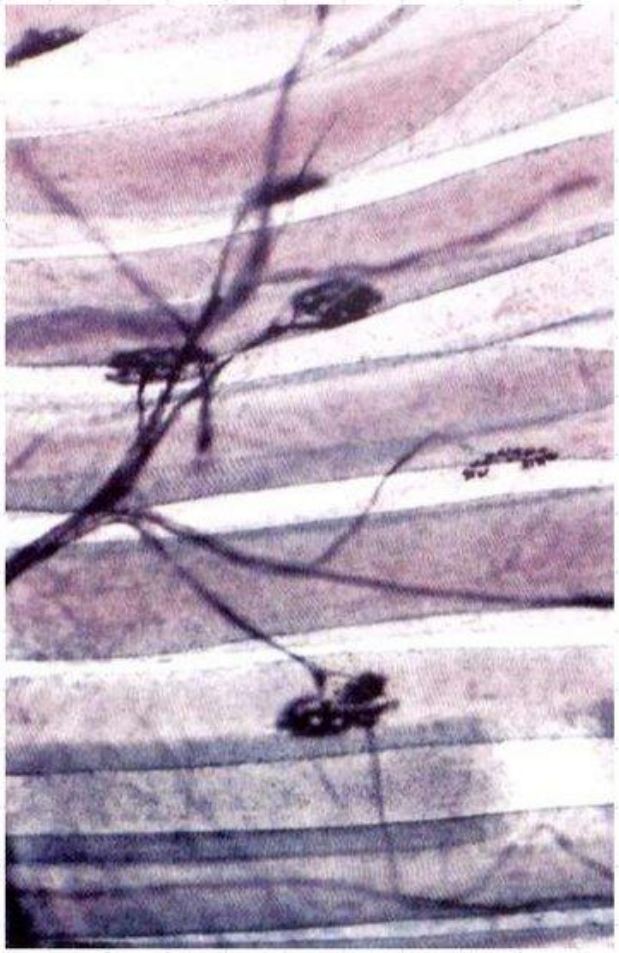
Препарат - *нервно-мышечные окончания*. Импрегнация азотнокислым серебром.



- мышечные волокна **(1),** а также
- подходящие к ним миелиновые нервные волокна **(2)** тёмно-коричневого цвета,

которые разветвляются на конечные терминали **(3).**

б) В области контактов терминалей с мышечным волокном - ядра **(4)**

- ✓ шванновских клеток и
- ✓ самого мышечного волокна.

Эфферентные (двигательные) нервные окончания