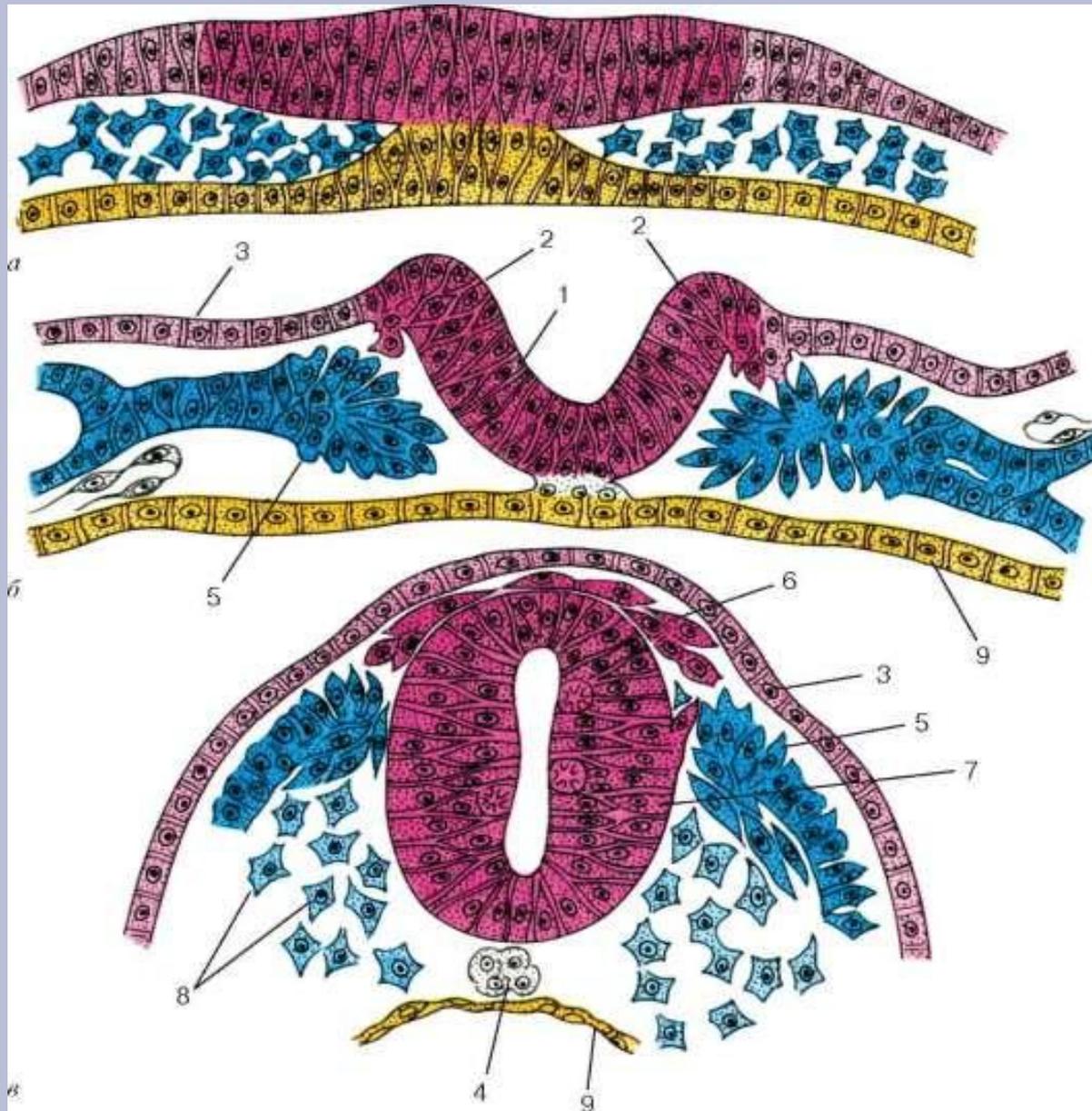


# \* НЕРВНАЯ ТКАНЬ

- \* **Нервная ткань — это система взаимосвязанных нервных клеток и нейроглии, обеспечивающих специфические функции восприятия раздражения, 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  
дифферен:

Нейробласты

Молодые  
нейроциты

Зрелые нейроциты

Спонгиобластический  
дифферен:

спонгибласты

глиобласты

глиоциты

Нервная трубка

Нервный гребень

Формируют:

1. Нейроны

2. Макроглию ЦНС  
(олигодендроциты,  
астроциты)

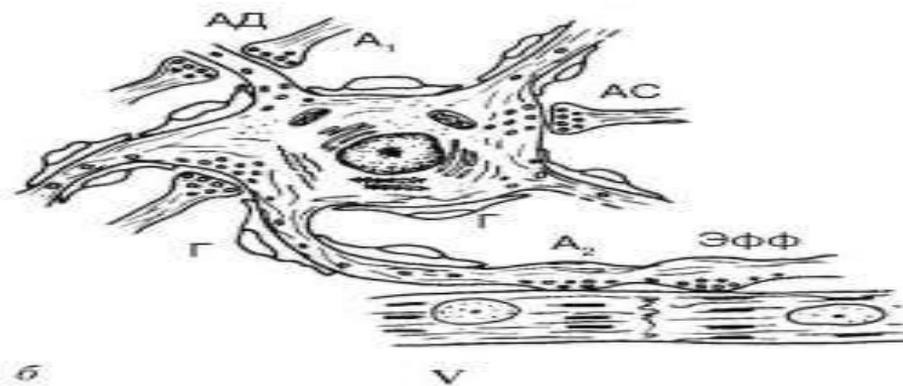
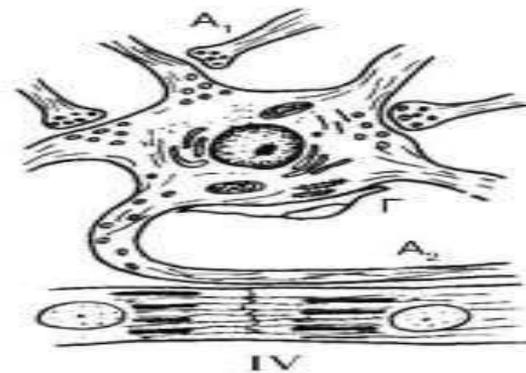
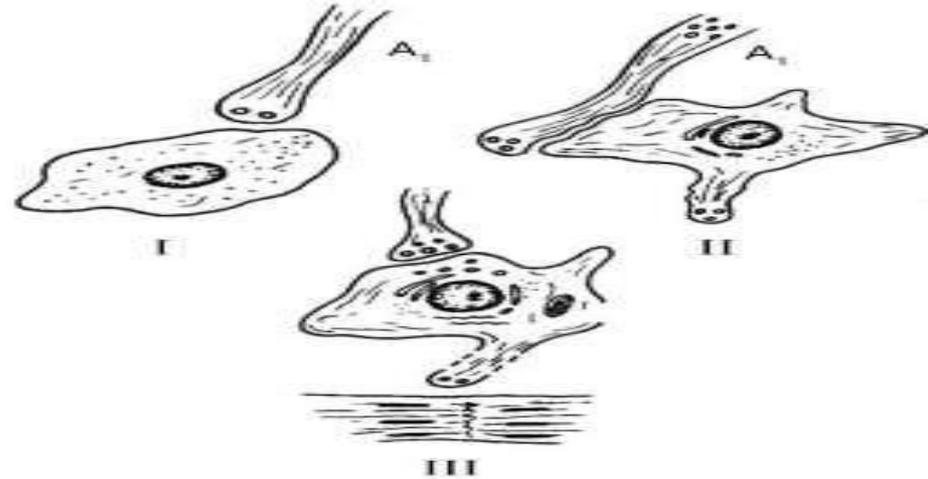
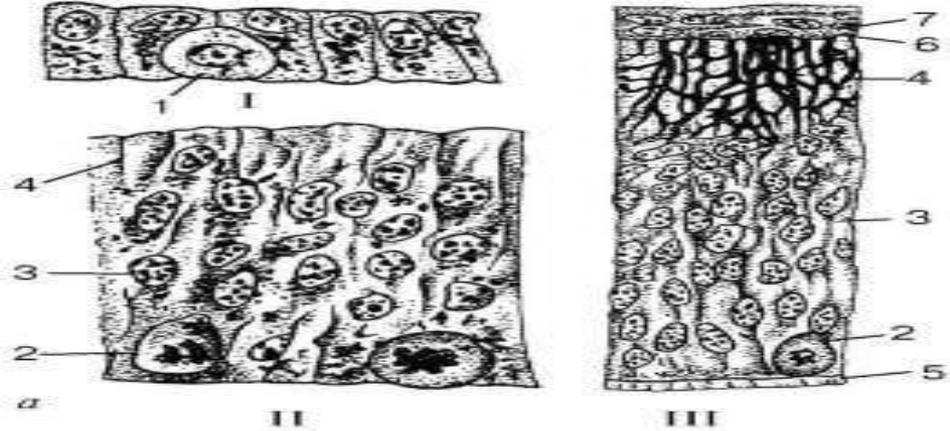
1. Спинальные ганглии

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:

*a* - 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; *b* - 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; **A1** - пре-ганглионарные волокна; **A2** - постганглионарные волокна; Эфф - эфферентное нервно-мышечное окончание; АС - аксо-соматические синапсы; АД - аксоден-дритические синапсы; Г - глиоциты

## Общие сведения

Локализация	Нервная ткань является основной среди тех тканей, которые формируют нервную систему.
Типы клеток	В этой ткани - клетки двух типов: нервные - нейроны, 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	<p>а) Нейроны принимают (<b>рецептируют</b>) поступающие сигналы.</p> <p>б) Каждый вид нейронов настроен на восприятие <u>строго определённых сигналов</u> -</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▫ в органах чувств (если там содержатся нейроны или их отростки) - соответствующих раздражений (световых, тактильных, температурных и т.д.),</li><li>▫ в месте контакта с другим нейроном (точнее, его отростком) - сигналов, передаваемых этим нейроном.</li></ul>
Возбуждение или торможение	<p>В ответ на сигнал, воспринявший его участок нейрона приходит в одно из двух состояний:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▫ <b>возбуждения</b> (что обычно выражается в деполяризации плазматической мембраны) или</li><li>▫ <b>торможения</b> (гиперполяризация плазмалеммы).</li></ul>
Проведение возбуждения	<p>а) Состояние возбуждения проводится от одного участка нейрона к другому участку того же нейрона - путём распространения волны деполяризации по плазмолемме отростков нейрона.</p> <p>б) За счёт этого сигнал проходит большее или меньшее расстояние.</p> <p>Например, определённые нейроны спинномозговых узлов с помощью своих отростков проводят сигналы от дистальных отделов конечностей до продолговатого мозга, т.е. на расстояние около <b>1,5 м.</b></p>
	<p>Через отростки возбуждённый или тормозный сигнал передаётся нейроном (точнее, его</p>

## Способы передачи сигнала

Передача сигнала может происходить двумя способами.

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

## Функции глии

Основные функции	<p>Глиальные клетки обеспечивают деятельность нейронов, играя вспомогательную роль -</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▫ опорную,</li><li>▫ трофическую,</li><li>▫ барьерную</li><li>▫ защитную.</li></ul>
Секреторная функция	<p>Кроме того, некоторые глиоциты выполняют</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▫ секреторную функцию,</li></ul> <p>образуя жидкость <b>(ликвор)</b>, которая заполняет спинномозговой канал и желудочки мозга.</p>

# НЕЙРОНЫ

## ОБЩЕЕ СТРОЕНИЕ НЕЙРОНОВ:

## КЛАССИФИКАЦИЯ НЕЙРОНОВ:

### ПО ЧИСЛУ ОТРОСТКОВ:

- БИПОЛЯРНЫЕ
- МУЛЬТИПОЛЯРНЫЕ
- ПСЕВДОУНИПОЛЯРНЫЕ

### ПО ФУНКЦИИ:

- ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЕ (АФФЕРЕНТНЫЕ)
- ДВИГАТЕЛЬНЫЕ (ЭФФЕРЕНТНЫЕ)
- ВСТАВОЧНЫЕ (АССОЦИАТИВНЫЕ)

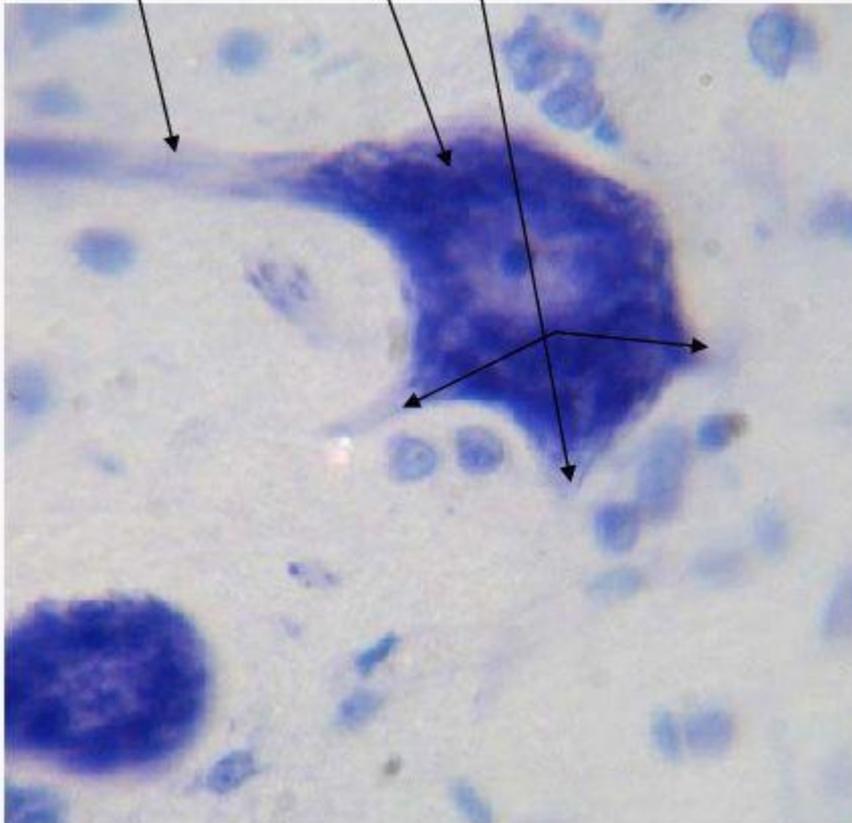
### ПО МЕДИАТОРНОМУ ПРОФИЛЮ:

- АЦЕТИЛХОЛИНЭРГИЧЕСКИЕ
- КАТЕХОЛАМИНЭРГИЧЕСКИЕ
- ПЕПТИДЭРГИЧЕСКИЕ
- СЕРОТОНИН, ДОПАМИНЭРГИЧЕСКИЕ
- АСПАРТАТ-, ГЛУТАМАТЭРГИЧЕСКИЕ...

### ПО ФОРМЕ И РАЗМЕРУ ПЕРИКАРИОНОВ:

- ПИРАМИДНЫЕ (МАЛЫЕ, СРЕДНИЕ, БОЛЬШИЕ),
- ЗВЕЗДЧАТЫЕ,
- ВЕРЕТЕНОВИДНЫЕ
- ГРУШЕВИДНЫЕ
- КЛЕТКИ-ЗЕРНА

ТЕЛО (ПЕРИКАРИОН)  
АКСОН  
ДЕНДРИТ(ДЕНДРИТЫ)



# Подразделение нейронов по функции

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

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

<p>Чувствительные (рецепторные) нейроны</p>	<p>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.</p> <p>б) Тела нейронов находятся <b>всегда в ганглиях</b> (т.е. вне центральной нервной системы) – в спинномозговых узлах, чувствительных ганглиях черепномозговых нервов и некоторых вегетативных ганглиях.</p>
<p>Ассоциативные нейроны</p>	<p>а) Данные нейроны передают сигналы от одних нейронов к другим.</p> <p>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.</p>
<p>Эффекторные нейроны</p>	<p>а) Эти нейроны передают сигналы на рабочие органы.</p> <p>б) Тела данных клеток находятся либо в центральной нервной системе (эфферентная иннервация скелетных мышц), либо в вегетативных ганглиях (эфферентная иннервация сосудов, желез и внутренних органов).</p>

# Подразделение нейронов по числу отростков

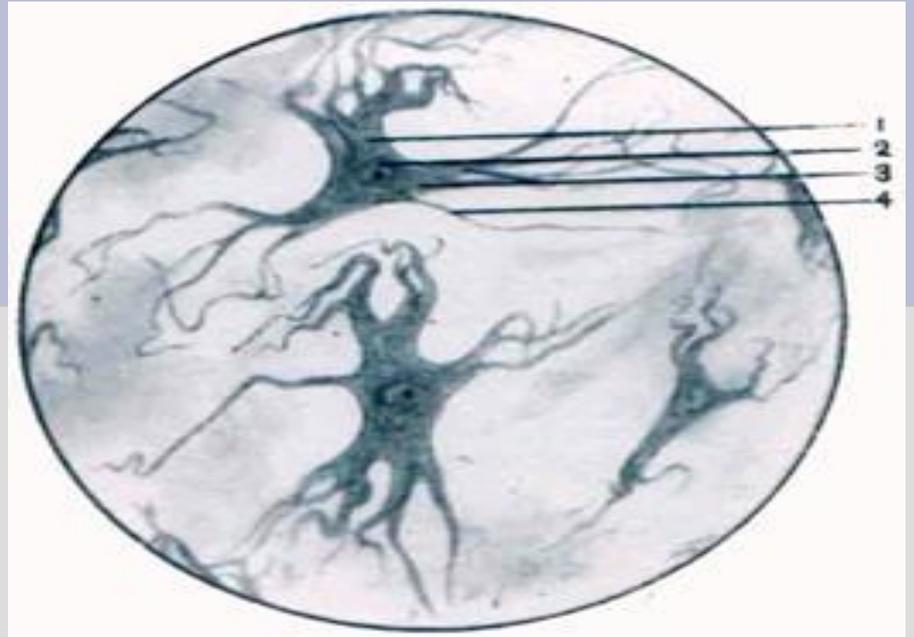
По общему количеству отростков нейроны и их предшественники делятся на несколько видов ■

<p>А. Уни- полярные нейроны</p>	<p>а) <b>Униполярные</b> клетки имеют лишь один отросток (аксон). б) Таковыми являются нейробласты на промежуточной стадии дифференцировки.</p>	
<p>Б. Псевдоуни- полярные нейроны</p>	<p>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.</p>	
<p>Б. Псевдоуни- полярные нейроны</p>	<p>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).</p>	
<p>В. Би- полярные нейроны</p>	<p>а) Эти клетки явственно имеют <b>2</b> отростка - аксон и дендрит. б) Встречаются подобные клетки нечасто.</p>	
<p>Г. Мульти- полярные нейроны</p>	<p>а) Наконец, данные нейроны содержат более двух отростков (один аксон и более одного дендрита) и</p>	



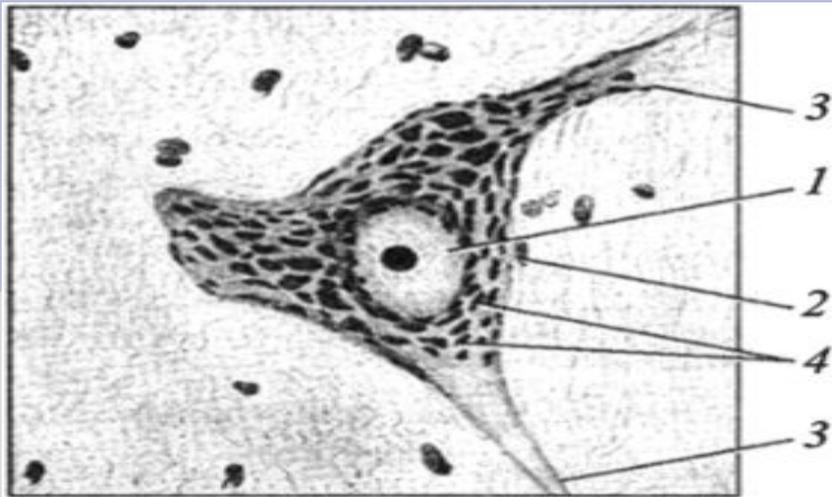
Ложноуниполярные (псевдоуниполярные) нервные клетки - один из видов биполярных нервных клеток. Гистологический препарат спинномозгового узла. Импрегнация серебром. Ув.: об.43×ок.15.

- 1- Т-образное деление выроста нервной клетки на нейрит и дендрит;
- 2 – вырост нервной клетки;
- 3 – нейроплазма;
- 4- ядро нервной клетки;
- 5 – нервные волокна.

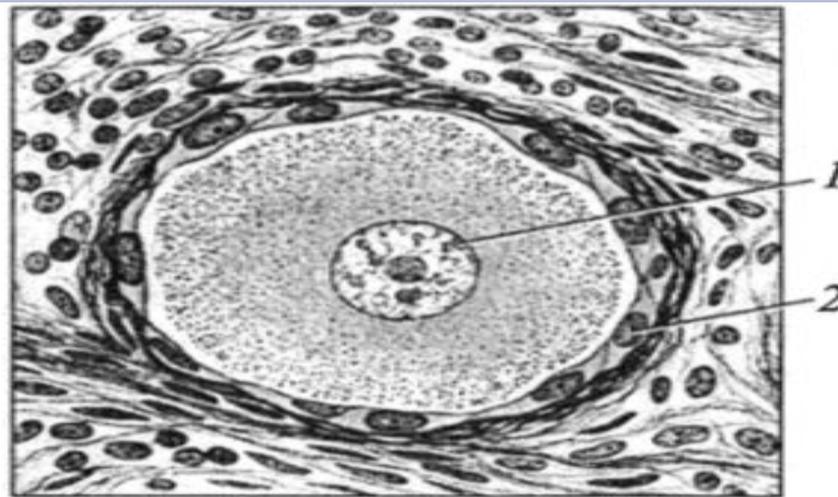


Мультиполярные нервные клетки. Гистологический препарат передних рогов спинного мозга. Окраска нигрознином Ув.: об.8×ок.15.

- 1-мультиполярная нервная клетка (нейроцит) спинного мозга;
- 2-ядро нервной клетки;
- 3 – дендриты;
- 4 – аксон (нейрит).



*a*



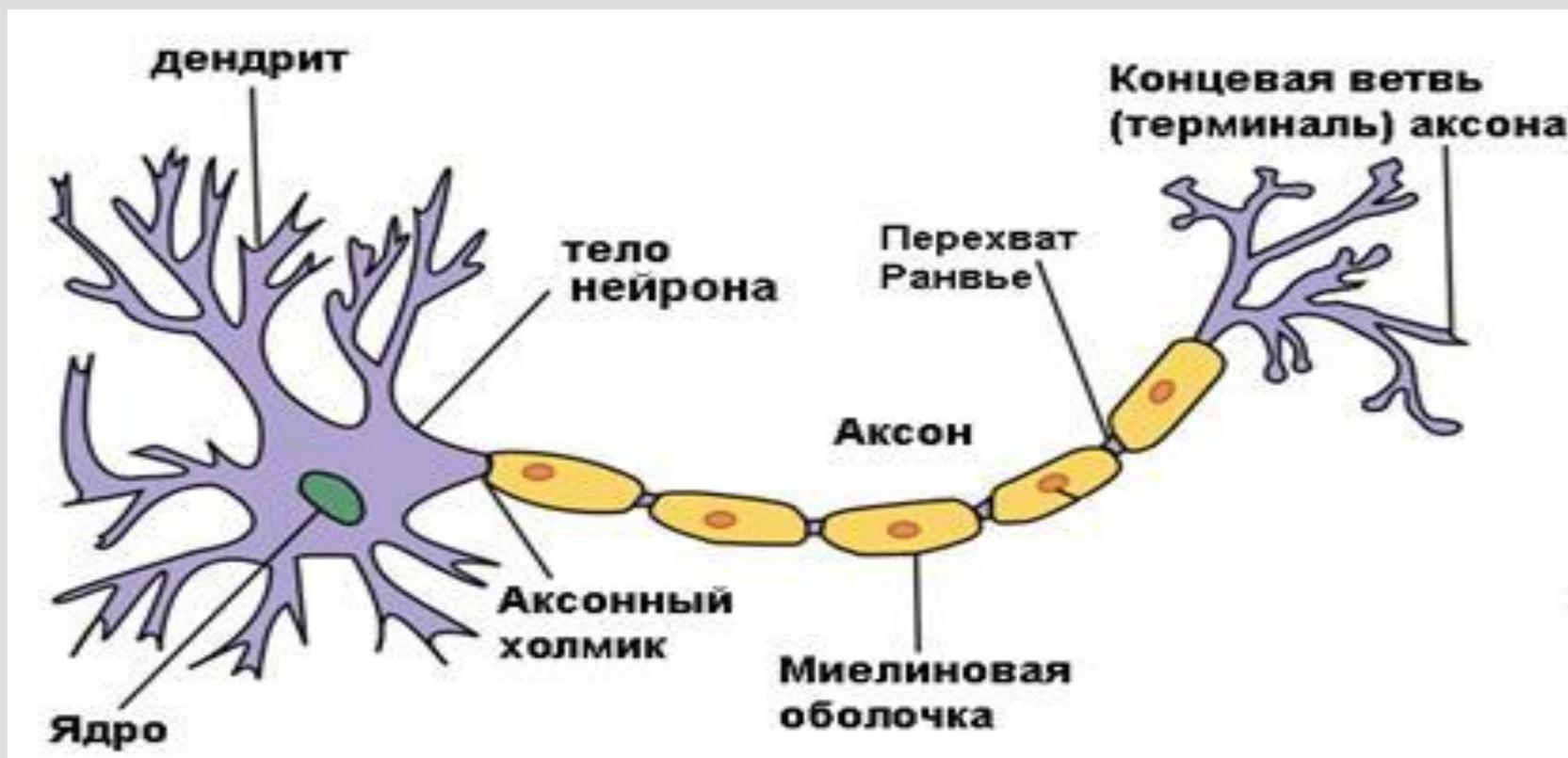
*б*

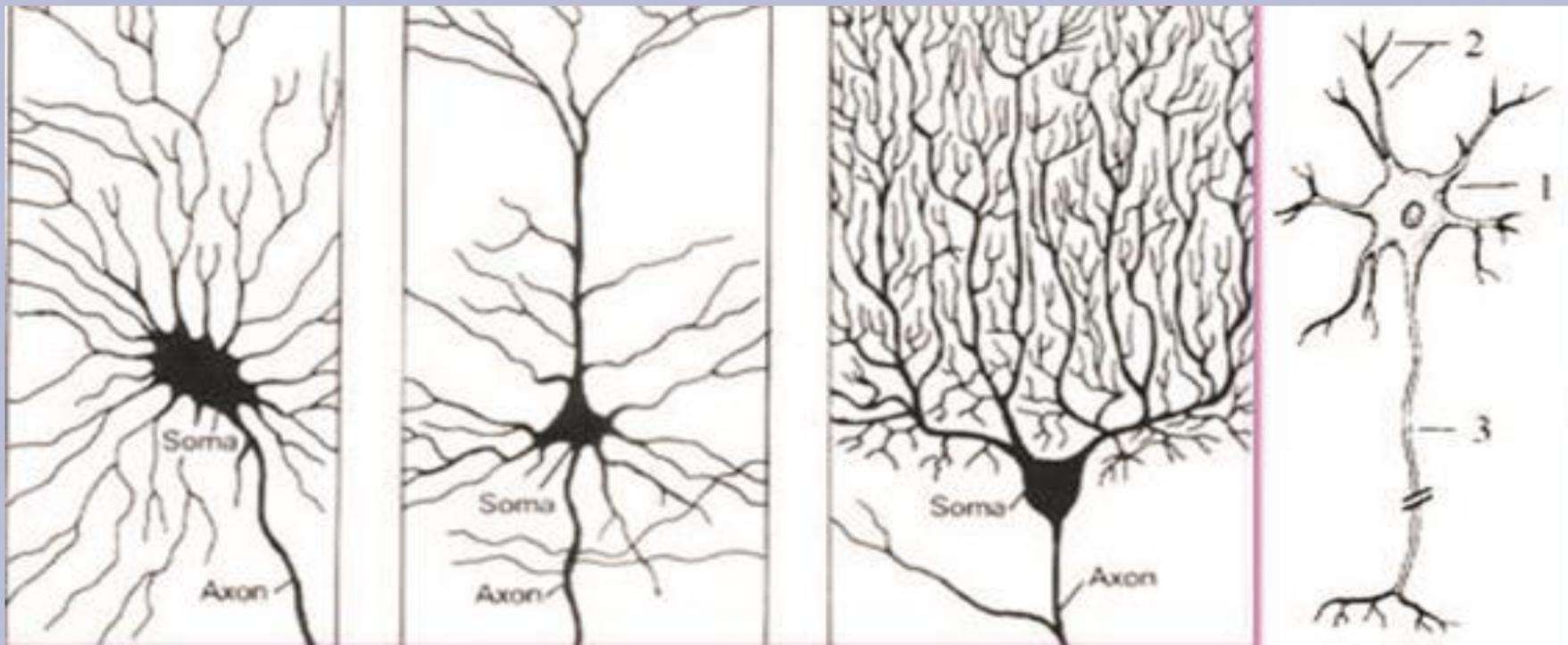
### Строение нервных клеток:

*a* – 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. <b>dendron</b> - дерево).	в) В своей конечной части аксон может отдавать коллатерали и контактировать сразу с несколькими



# Просмотр препаратов: общий вид нейронов

## 1. Мультиполярные нейроны

Препарат - мультиполярные нейроны спинного мозга.

Импрегнация азотнокислым серебром.

а) На данном снимке видны нейроны

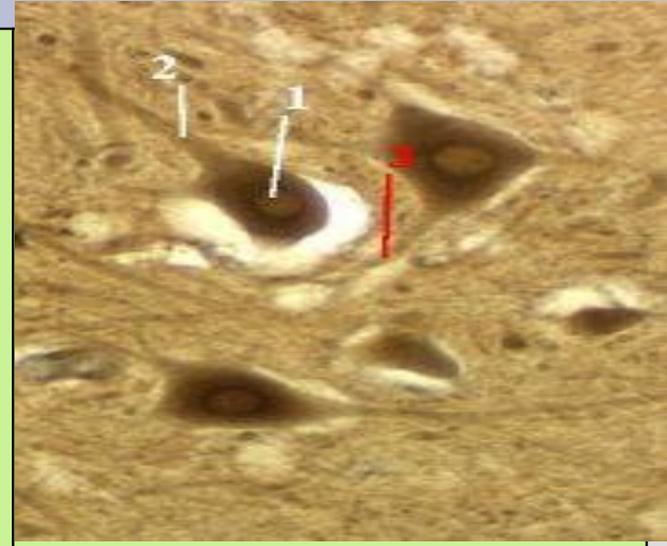
со светлым ядром **(1)**,

тёмной цитоплазмой и

несколькими **(4-5)** отростками.

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

остальные - дендритами **(3)**.



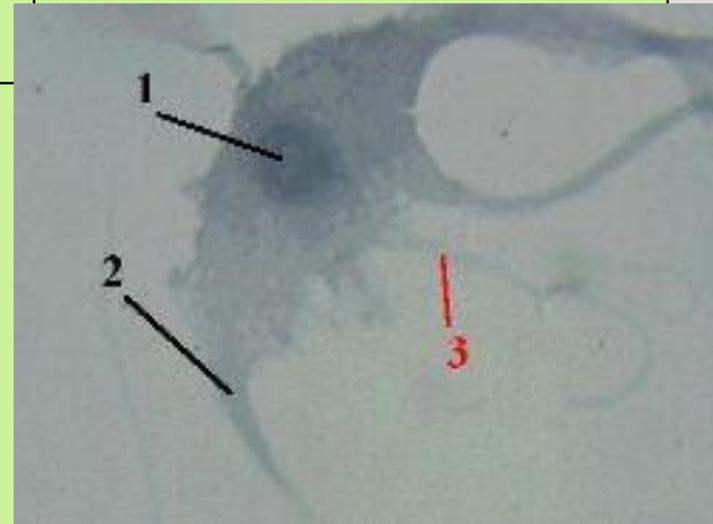
Препарат - изолированный мультиполярный нейрон спинного мозга. Окраска нигрозином.

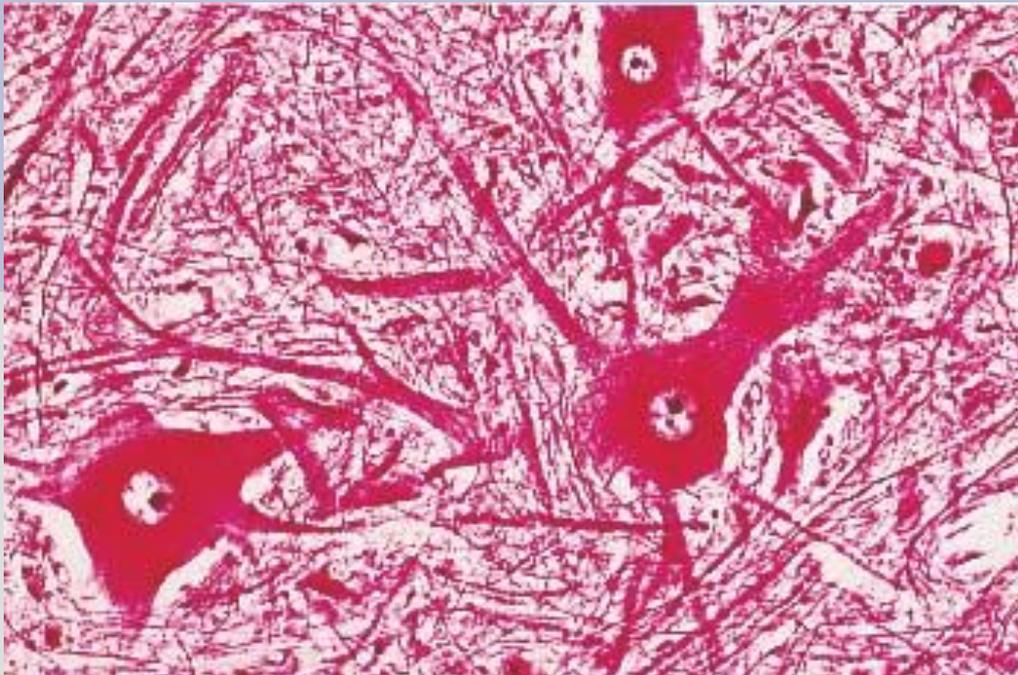
а) При данном методе окраски нейрон

имеет тёмно-серый цвет;

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

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

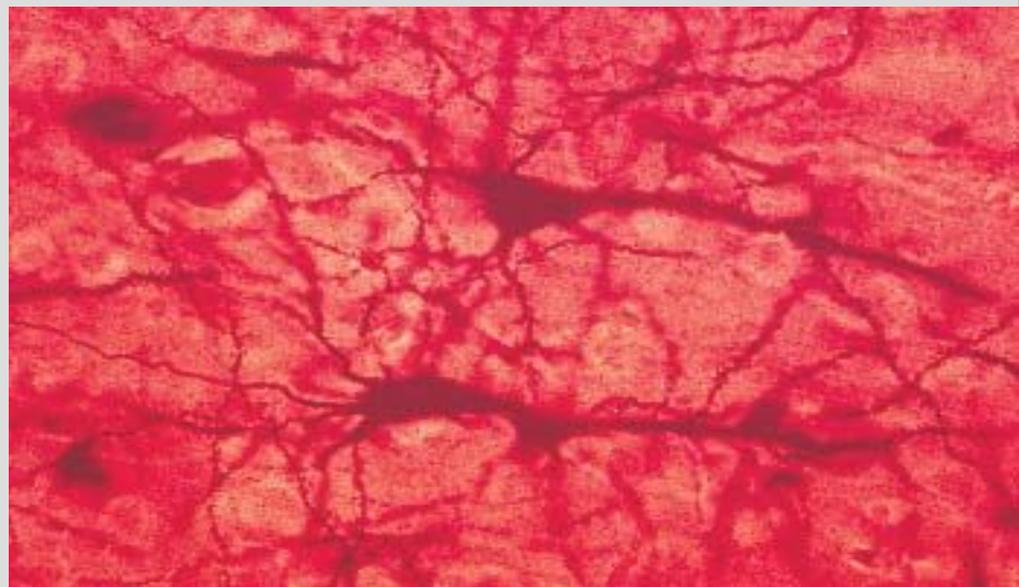




**Мультиполярные нейроны  
спинного мозга**  
Окраска Вейгерт кармин;  
увеличение:  $\times 200$ , здесь не видны  
аксоны.

**Мультиполярные нейроны коры  
головного мозга (пирамидные  
клетки).**

**Окраска - серебряная пропитка  
Гольджи:  $\times 300$ .**





**Мультipoлярные 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**

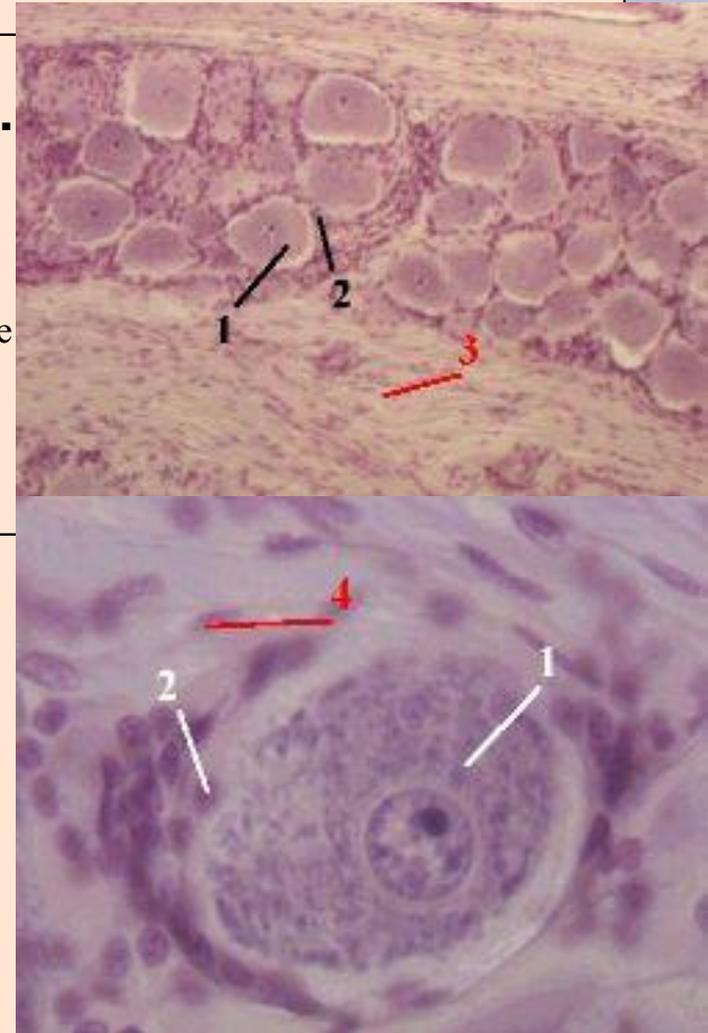
# Псевдоуниполярные нейроны

Препарат - псевдоуниполярные нейроны спинномозгового узла.

Окраска гематоксилин-эозином.

Малое  
увеличе-  
ние

- 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  
увеличе-  
ние

- 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)**,

узнаваемые по узкому ядру

# Цитоплазма нейроцитов

## Специфические структуры цитоплазмы

<p>Системы транспорта ионов</p>	<p>а) Способность нейронов к возбуждению и его проведению связана с наличием в их плазмолемме <u>систем транспорта ионов</u> -</p> <p><b>Na<sup>+</sup>,K<sup>+</sup>-насосов,</b> <b>K<sup>+</sup>-каналов</b> и (что имеет ключевое значение) <b>Na<sup>+</sup>-каналов.</b></p> <p>б) При возбуждении последние открываются, что приводит к изменению потенциала мембраны.</p>
<p>Другие структуры</p>	<p>а) При специальных методах окраски в цитоплазме нейронов выявляется ряд характерных образований -</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▫ глыбки базофильного вещества,</li><li>▫ нейрофибриллы,</li><li>▫ гранулы нейросекрета (в секреторных нейронах).</li></ul>

# Базофильное вещество

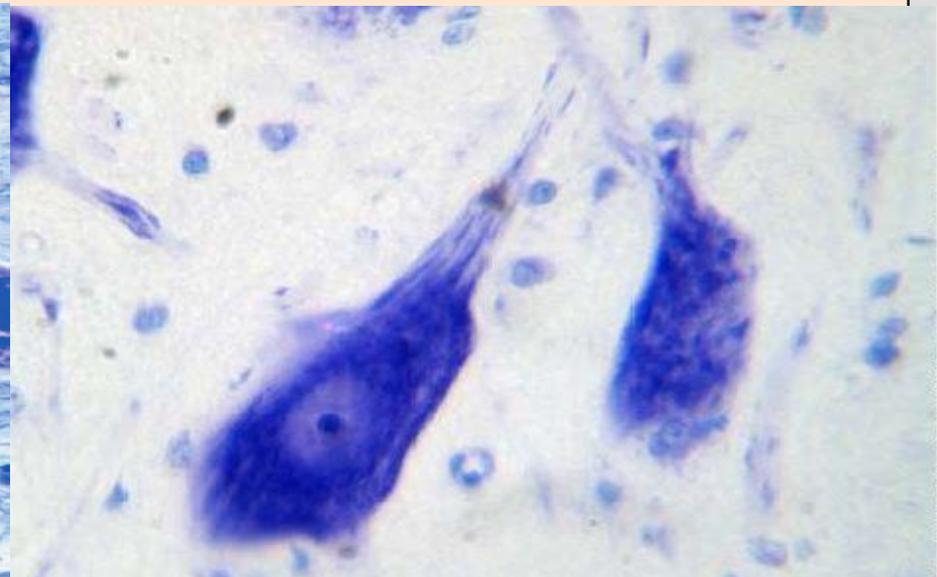
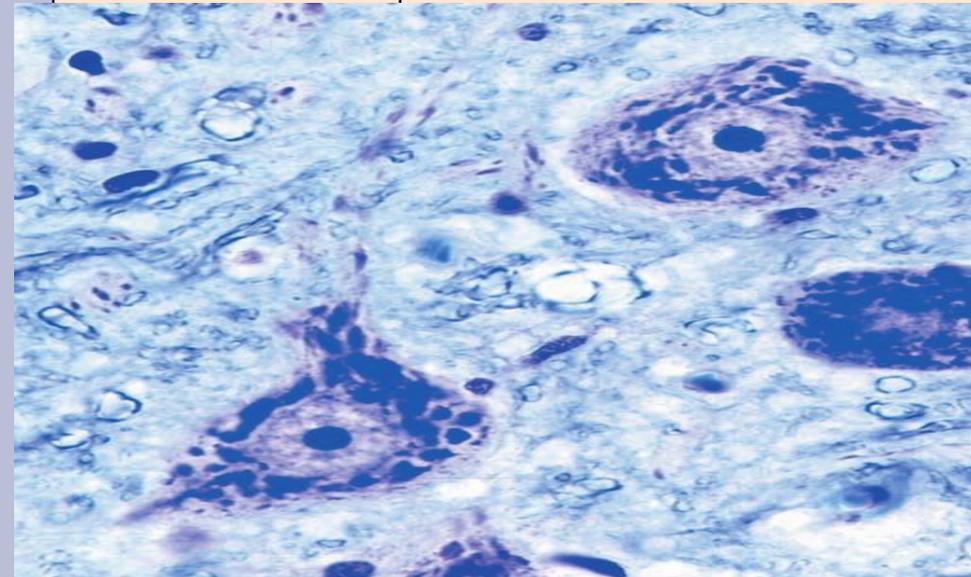
**3. Препарат - базофильное вещество в нейронах спинного мозга. Окраска тионином по методу Ниссля.**

Морфология и локализация

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 базофильного 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).





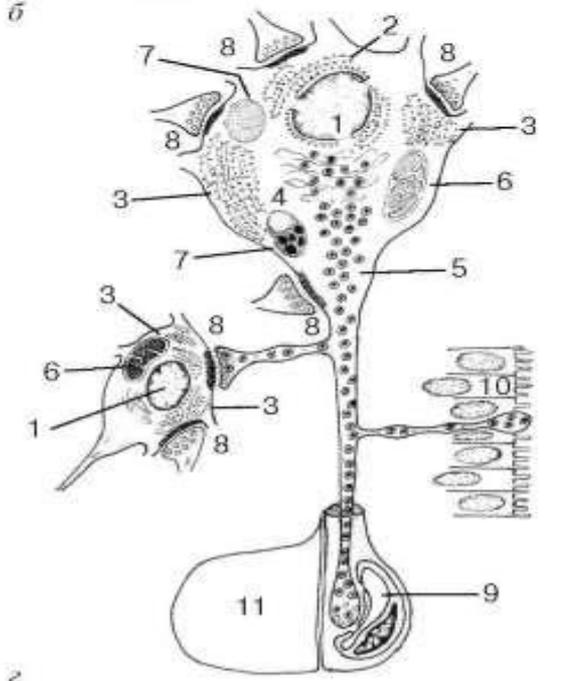
*a*



*б*



*в*



*г*

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

Строение секреторного нейрона:

*a* - 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** -

каналцы эндоплазматической сети; **3** -

скопления каналцев; **4** - комплекс

Гольджи; **5** - нейросекреторные

гранулы; **6** - митохондрия; **7** -

лизосомы; **8** - синапсы; **9** -

гемокапилляр; **10** - эпендимный

эпителий желудочков мозга; **11** -

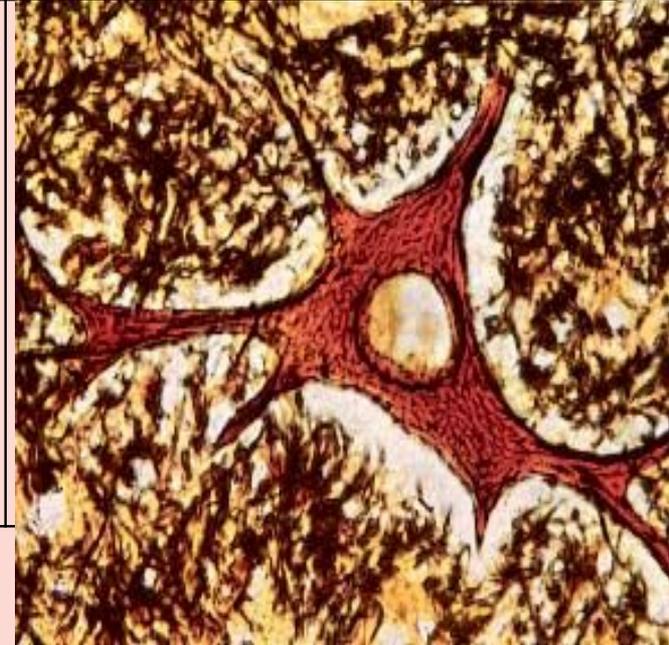
передняя доля гипофиза

# Нейрофибриллы

Препарат - нейрофибриллы в нейронах 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.

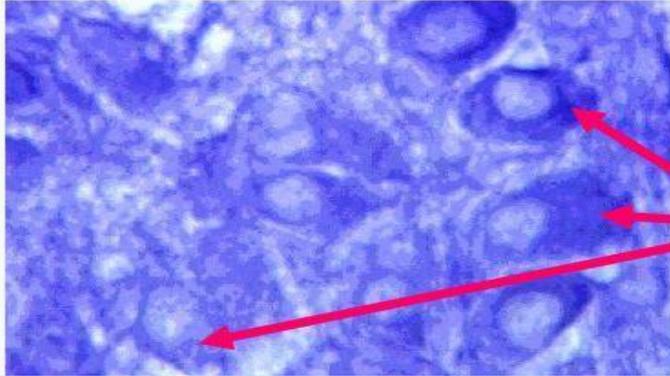


Природа

- 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.



Неоднородность цитоплазмы обусловлена наличием в ней многочисленных мелких нейросекреторных гранул

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

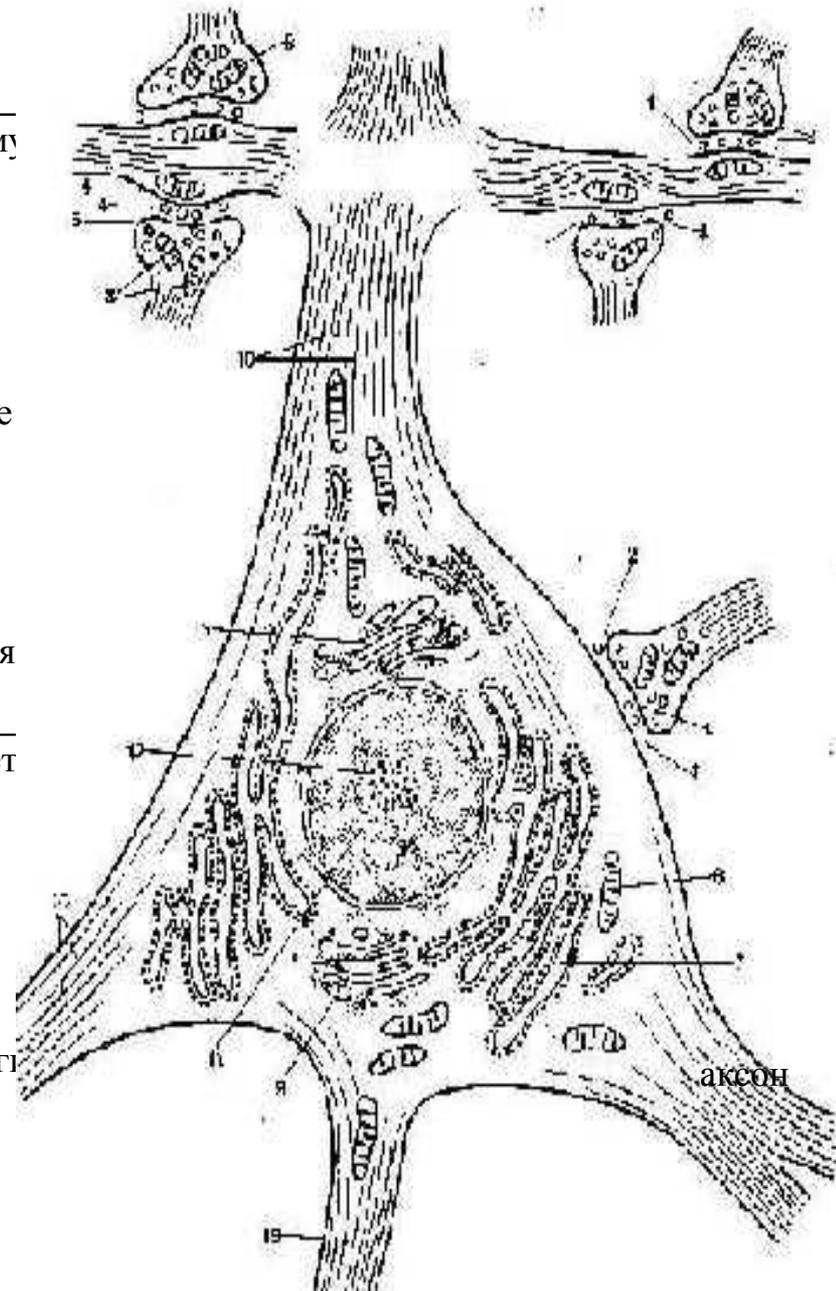
ядро (11) с преобладанием эухроматина (что характерно для нейронов),

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 других 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:

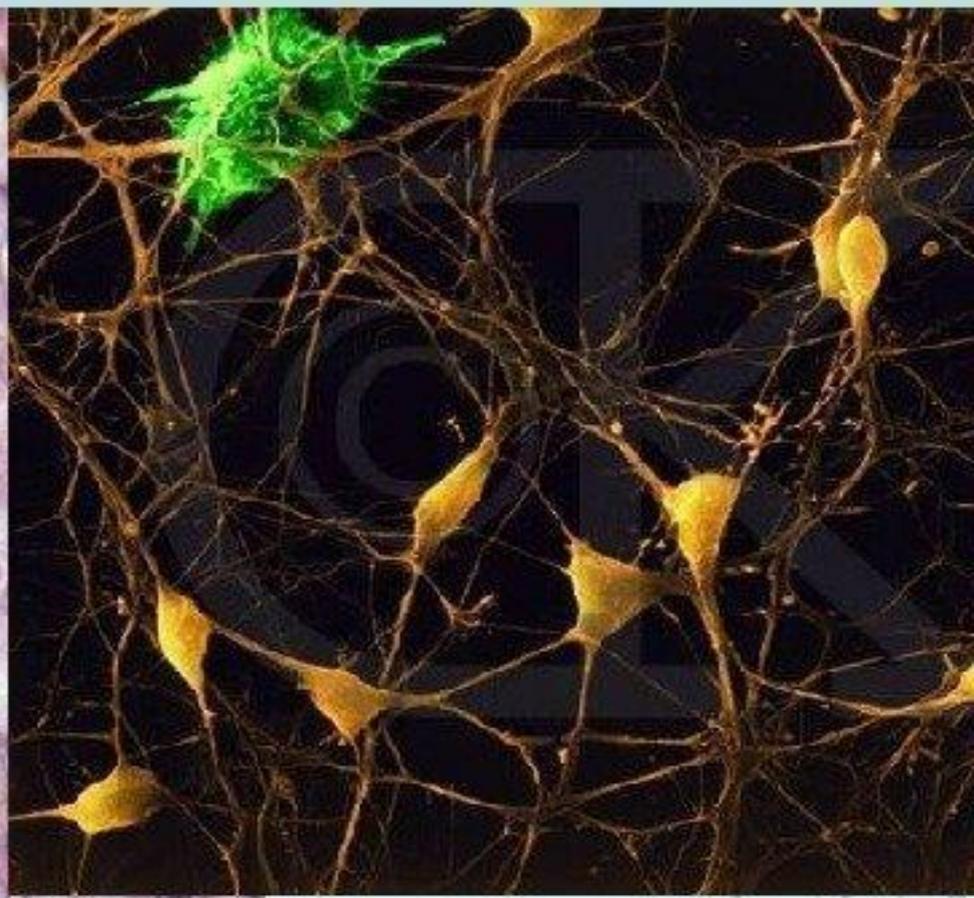
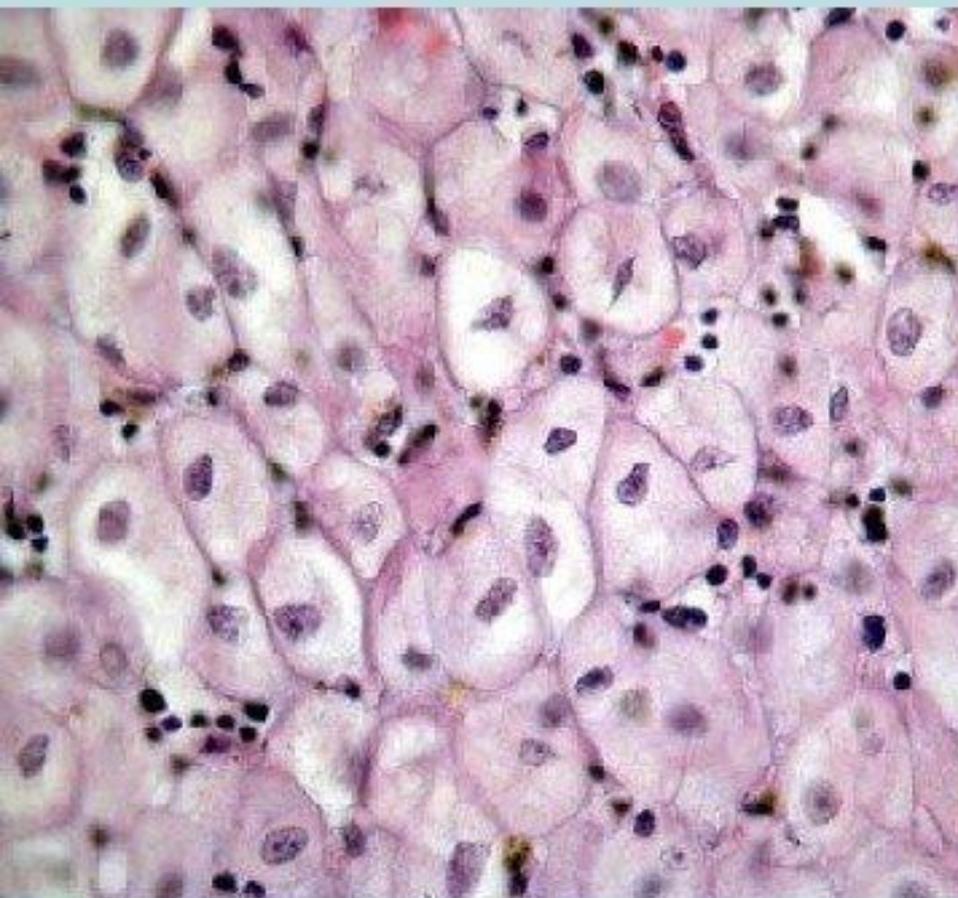
- ✓ частицы связаны с ними специальным белком и перемещаются по ним, как по рельсам.

## 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	<p>а) Афферентные пути проводят импульсы <b>от периферии к центру:</b></p> <p>от рецепторов к первым ассоциативным нейронам (расположенным, например, в спинном мозгу) и</p> <p>от нижележащих отделов ЦНС к вышележащим (т.е. от одних ассоциативных нейронов к другим).</p> <p>б) Таким образом, в образовании этих путей принимают участие как рецепторные, так и ассоциативные нейроны.</p>
Ассоциативные пути	<p>Ассоциативные пути связывают между собой <b>участки ЦНС примерно одного уровня:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. разные отделы коры больших полушарий,</li><li>2. соседние сегменты спинного мозга.</li></ol>
Эфферентные пути	<p>а) Наконец, эфферентные пути идут <b>от центра к периферии:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ от вышележащих отделов ЦНС к нижележащим и</li><li>✓ от ЦНС к периферическим органам.</li></ul> <p>б) В образовании этих путей участвуют</p>

# Нейроглия



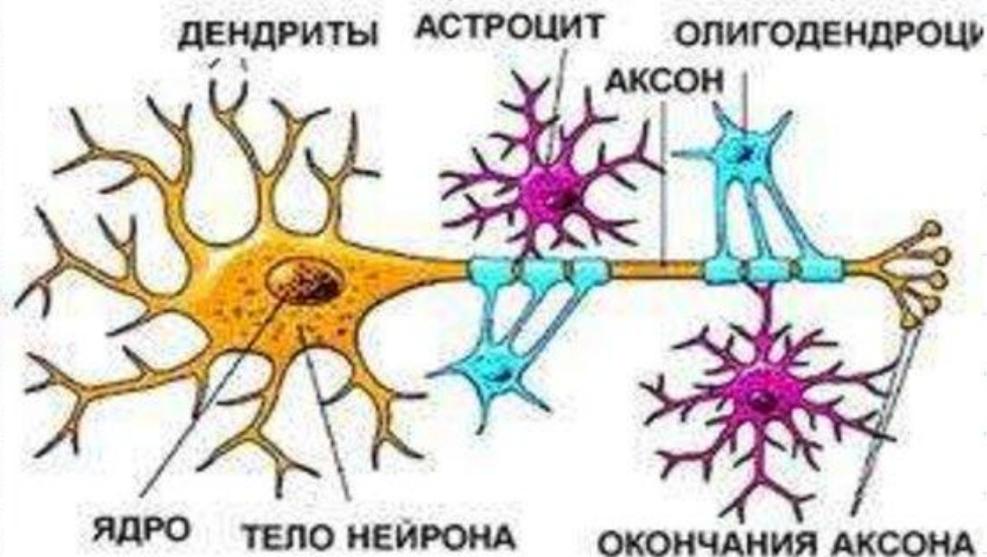
1846 – Р.Вирхов открыл глиальные клетки (греч. *glia* – клей)  
1883 – К.Гольджи – ввел термин «нейроглия»

# 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	<p>Глия центральной нервной системы:</p> <p><b><u>макроглия</u></b> - происходит из глиобластов; сюда относятся</p> <ul style="list-style-type: none"><li>❖ олигодендроциты,</li><li>❖ астроциты</li><li>❖ эпендимная глия;</li></ul> <p><b><u>микроглия</u></b> - происходит из промоноцитов.</p>
Периферическая нейроглия	<p>Глия периферической нервной системы (часто её рассматривают как разновидность олигодендроглии):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▫ <b><u>мангийные глиоциты</u></b> (клетки-сателлиты, или глиоциты ганглиев),</li><li>▫ <b><u>нейролеммоциты</u></b> (<u>шванновские клетки</u>).</li></ul>
Общая характе-	Многие из этих клеток имеют <u>отростки</u> и

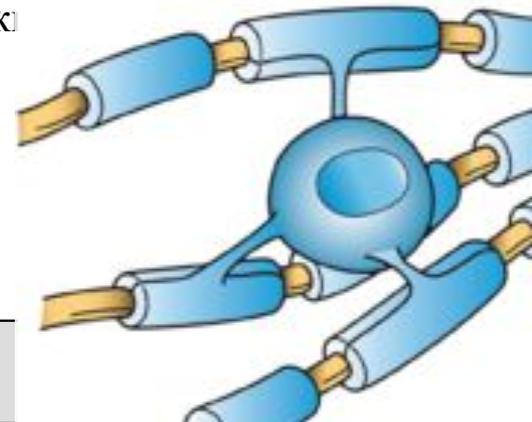
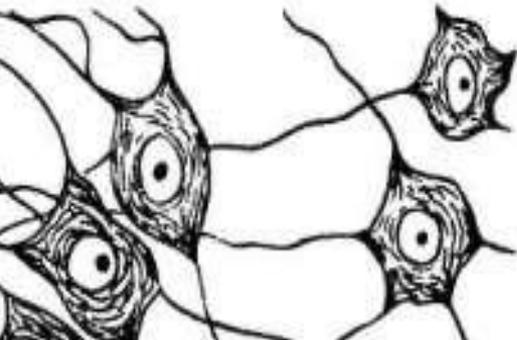
# Олигодендроглия и периферическая нейроглия

## Виды и функциональная роль

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

В итоге, все эти глиальные клетки выполняют сходные функ

- ▣ трофическую,
- ▣ барьерную и
- ▣ электроизоляционную.

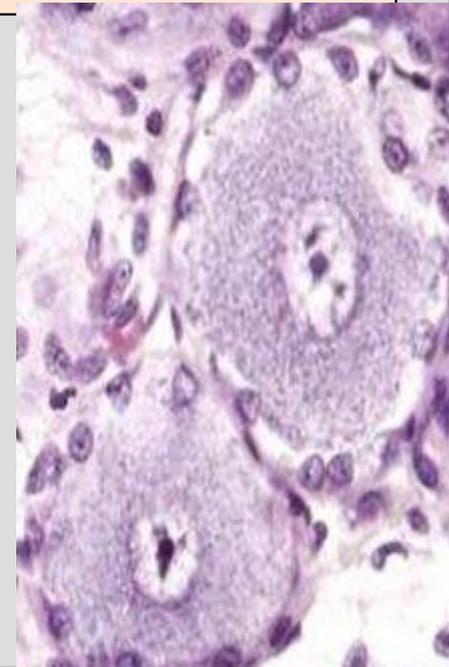
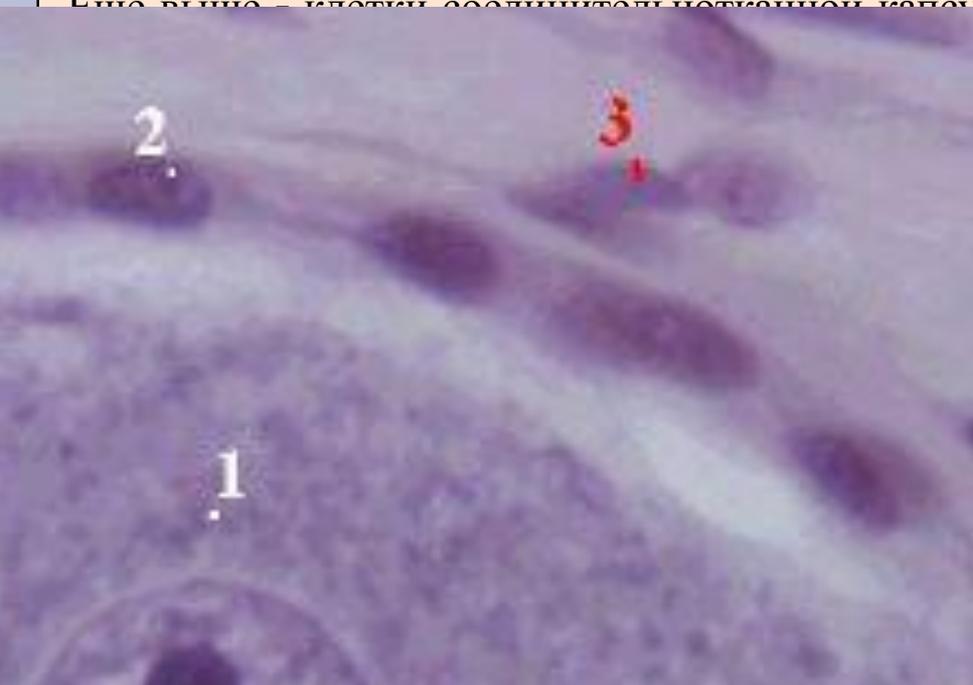


Препарат - олигодендроглия (клетки-сателлиты) в спинномозговом узле. Окраска гематоксилин-эозином.

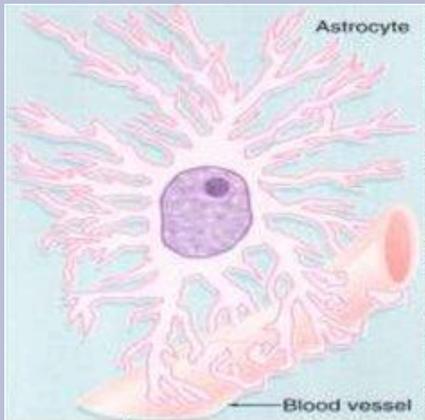
В поле зрения - часть тела псевдоуниполярного нейрона **(1)** - в том числе его ядро. Клетки-сателлиты **(2)** окружают тело клетки и имеют овальные ядра.

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

Ещё видны клетки соединительной ткани **(3)**.

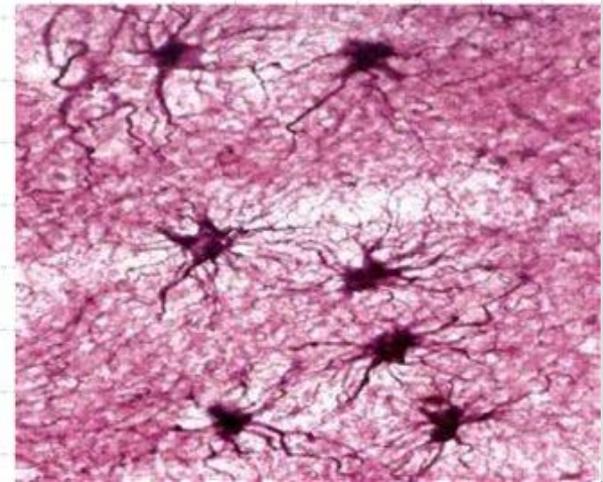
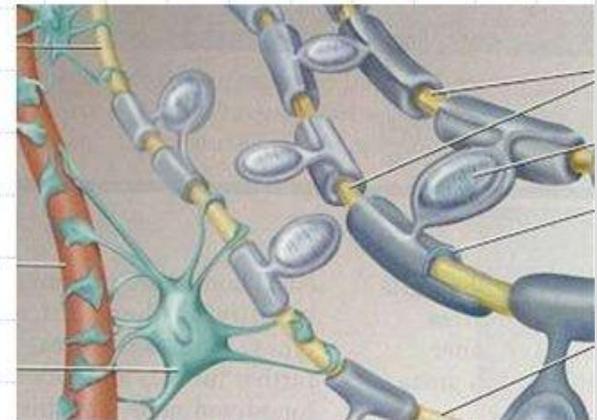
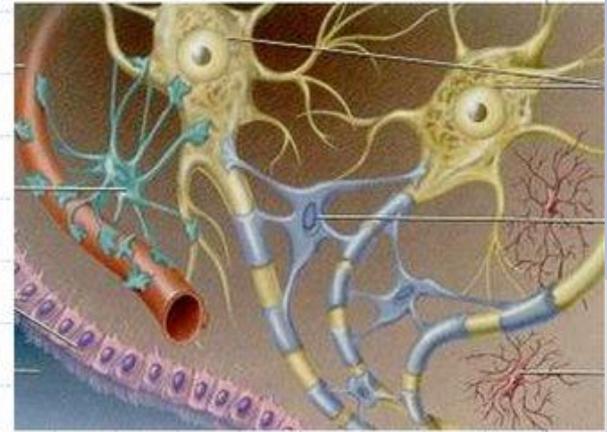


# Макроглия Астроциты



◆ 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:

- имеют толстые и короткие отростки,
- ✓ находятся преимущественно в сером веществе мозга
- ◆ и выполняют здесь трофическую, барьерную и опорную функции.

### Волокнистые астроциты:

- 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

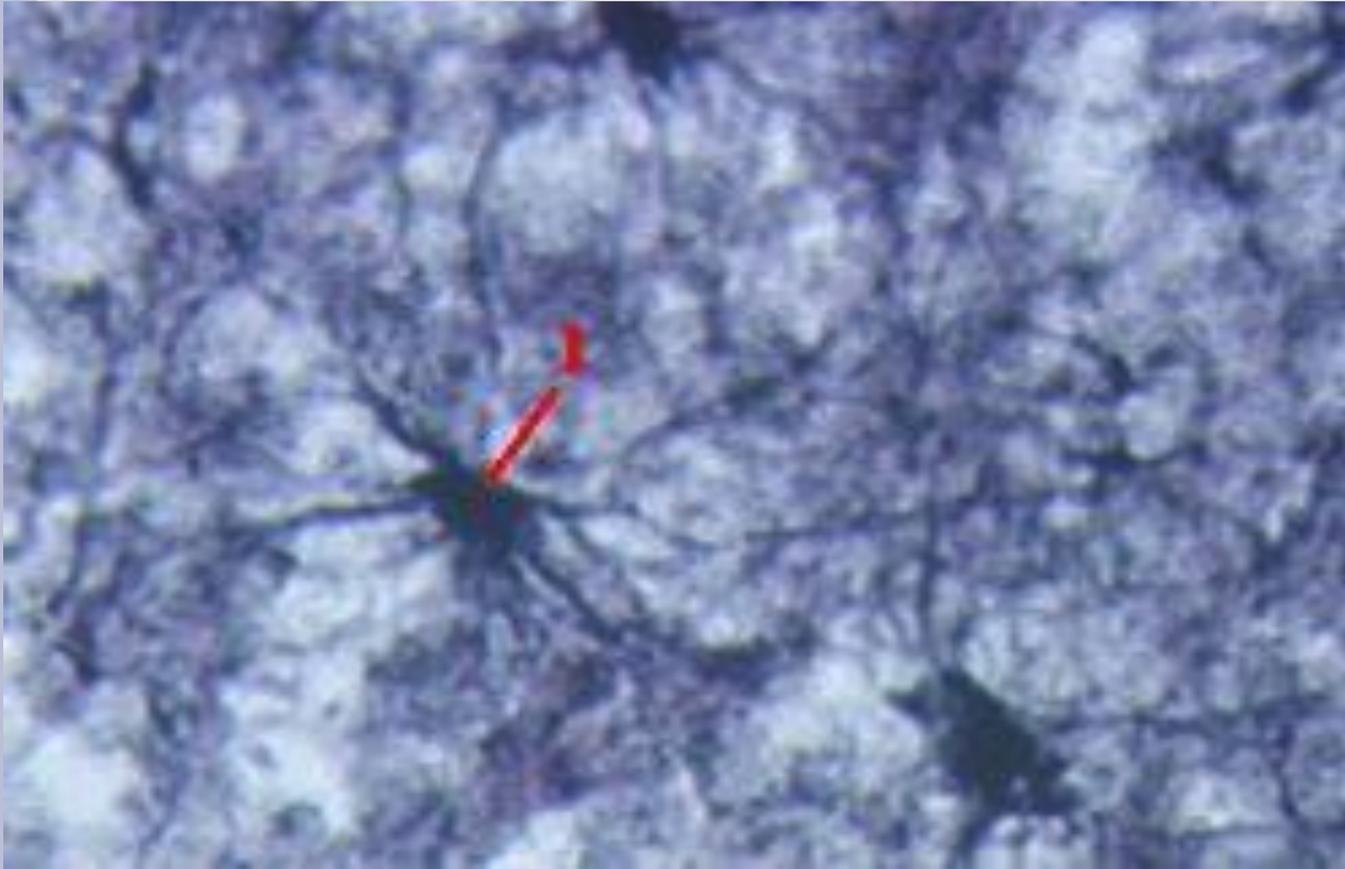
выделяют фактор роста нейроцитов (в период развития мозга) и

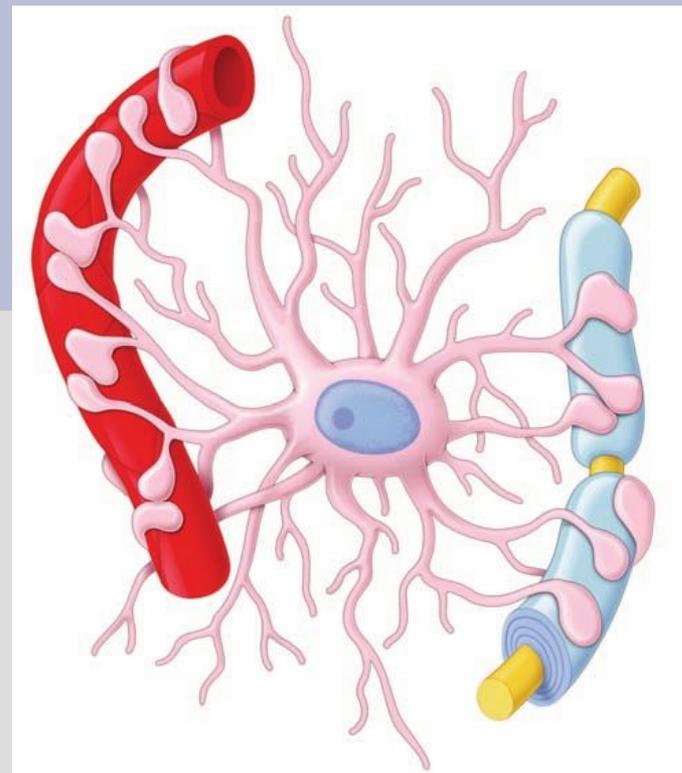
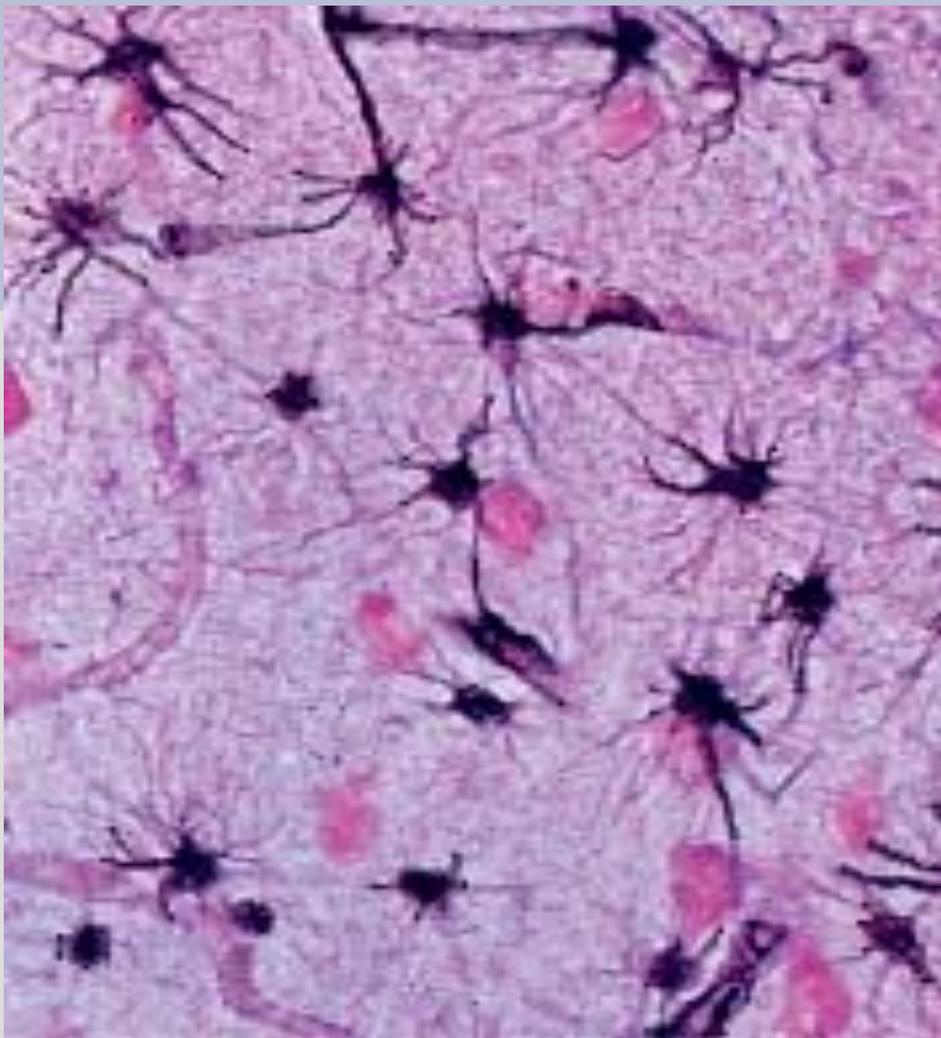
участвуют в обмене медиаторов.



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

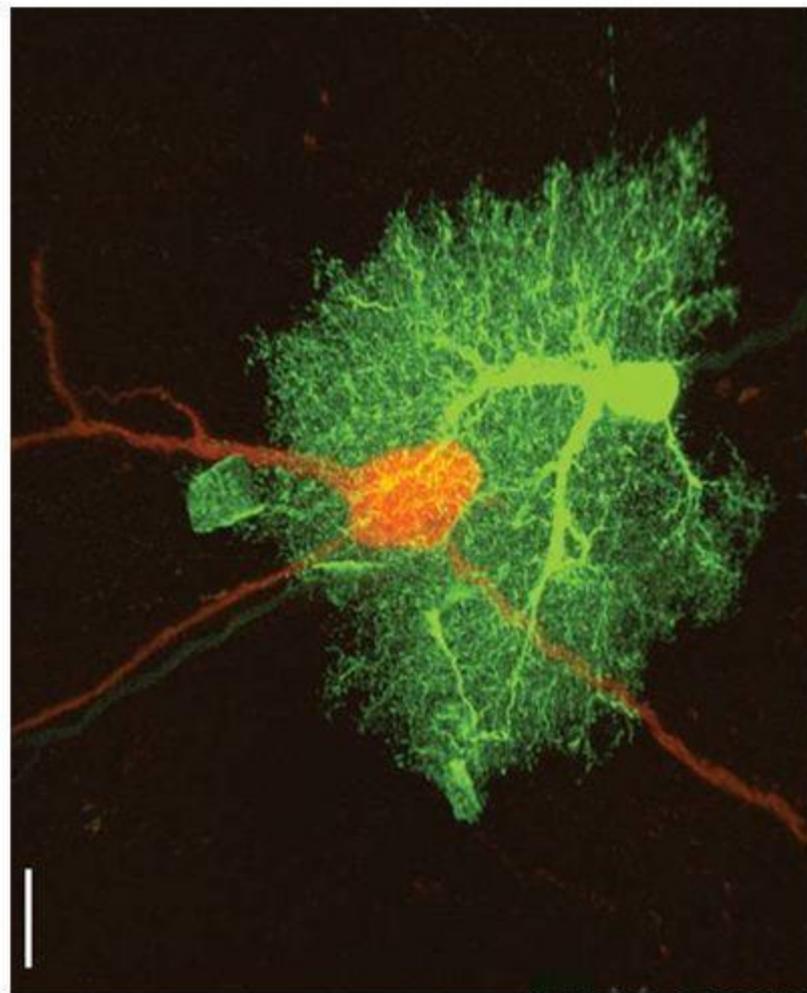
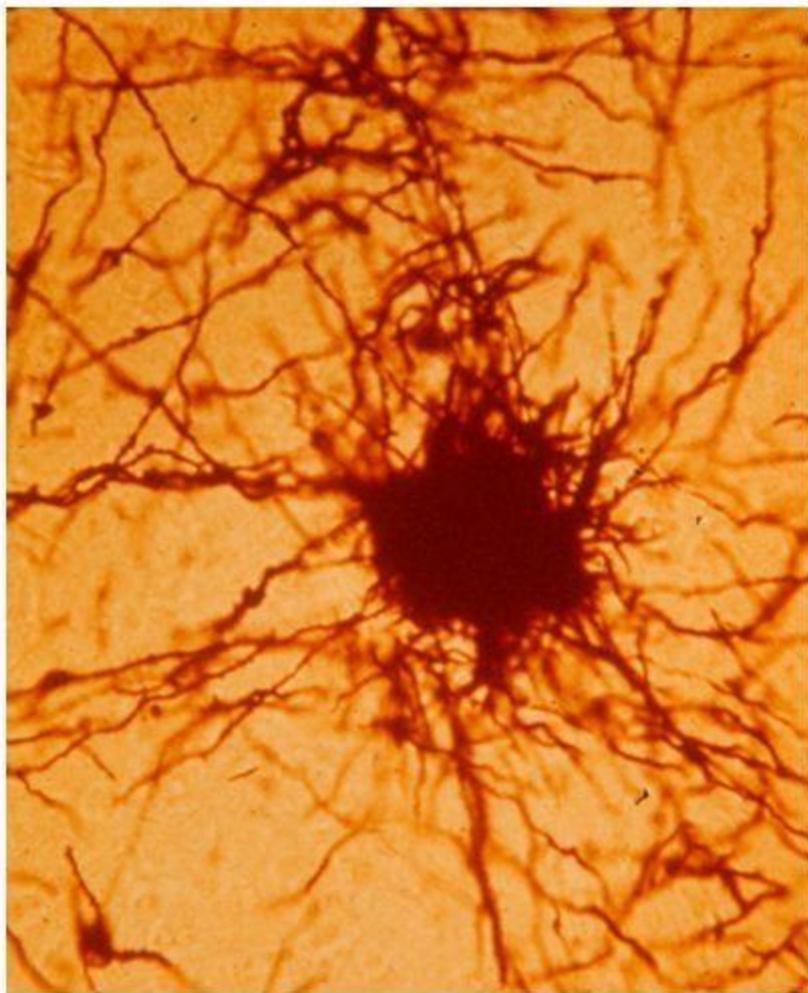
- а) При данном методе окраски в ткани мозга выявляются только клетки глии: в частности, астроциты (видимые на снимке).
- б) Тела астроцитов - небольшого размера; многочисленные отростки расходятся во все стороны.
- в) В сером веществе мозга преобладают протоплазматические астроциты **(1)** - с толстыми 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.

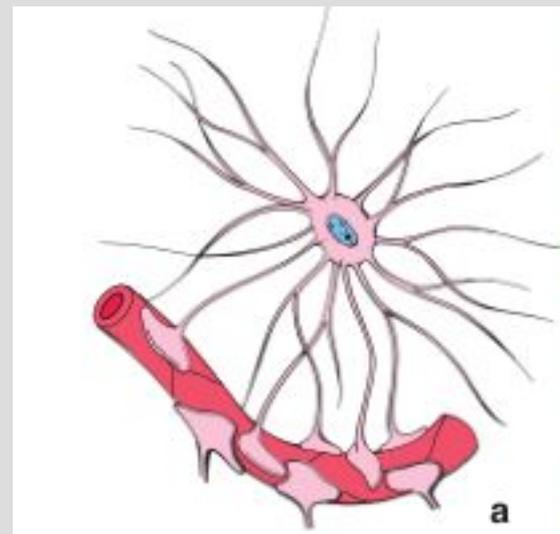
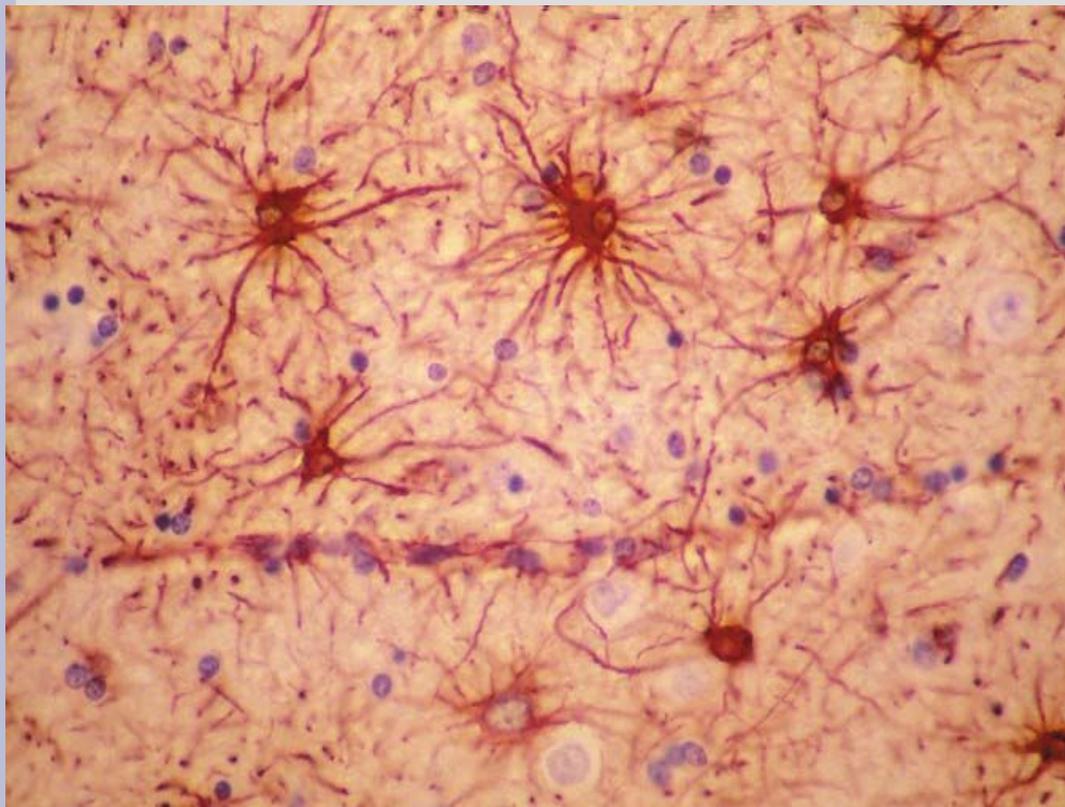
# Плазматические астроциты



Волокни-  
стые  
астроциты

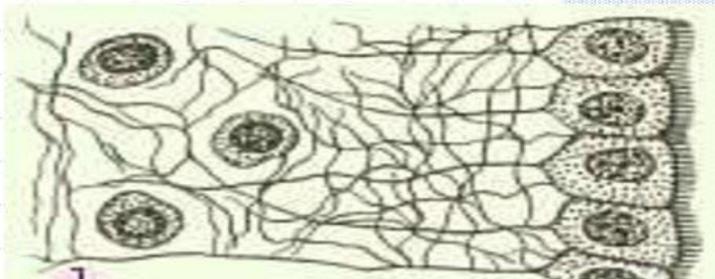
В сером и белом веществе могут встречаться и волокнистые астроциты, которые имеют длинные и тонкие отростки.

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

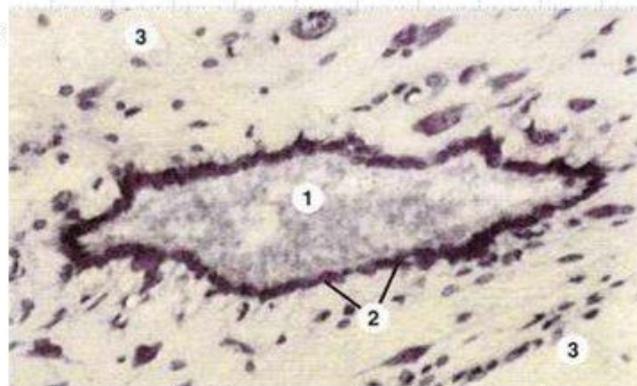
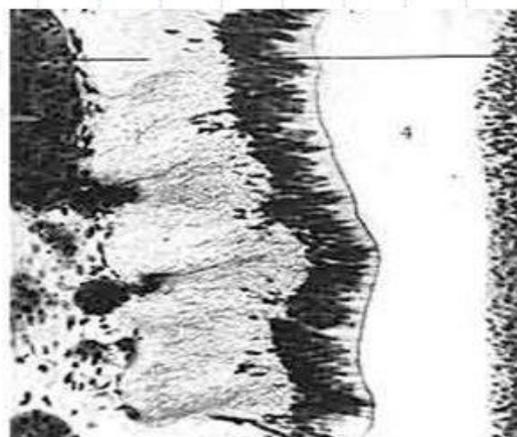


Схематическое изображение  
волокнутого астроцита в  
белом веществе головного  
мозга и его связь с  
капилляром

# Эпендиммоциты



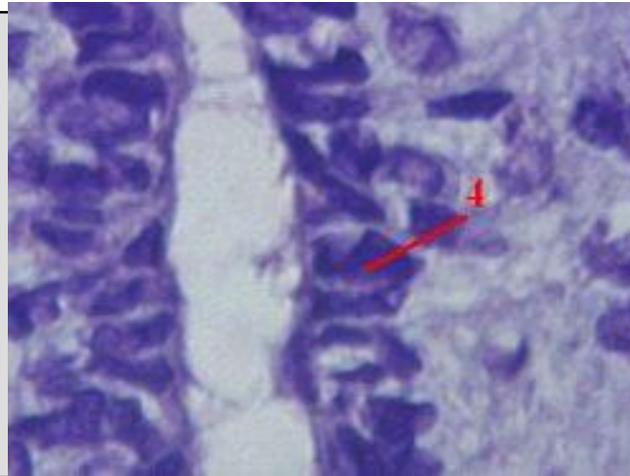
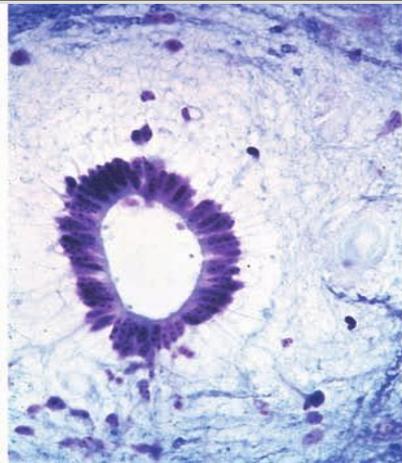
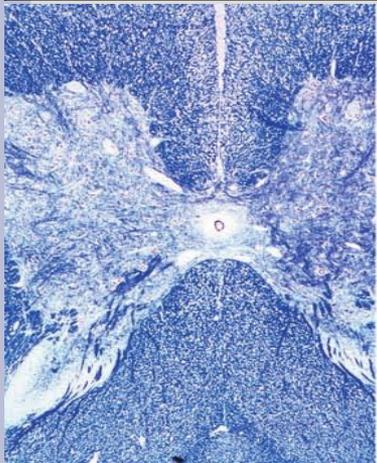
- ▶ Плотный слой клеток, выстилающих спинномозговой канал и полости головного мозга.
- ▶ Имеют *реснички* на поверхности.
- ▶ Органоиды общего значения (развиты слабо), крупные митохондрии и трофические включения.



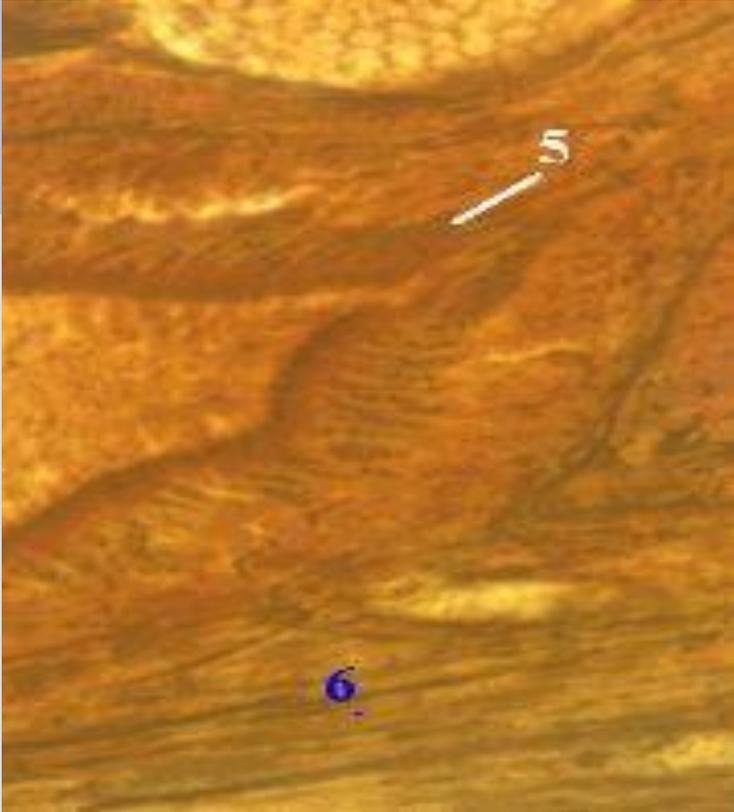
## Эпендимная глия. Основные сведения

### Препарат - эпендимная глия желудочков мозга. Окраска по методу Ниссля.

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



## Отростки эпидимных клеток

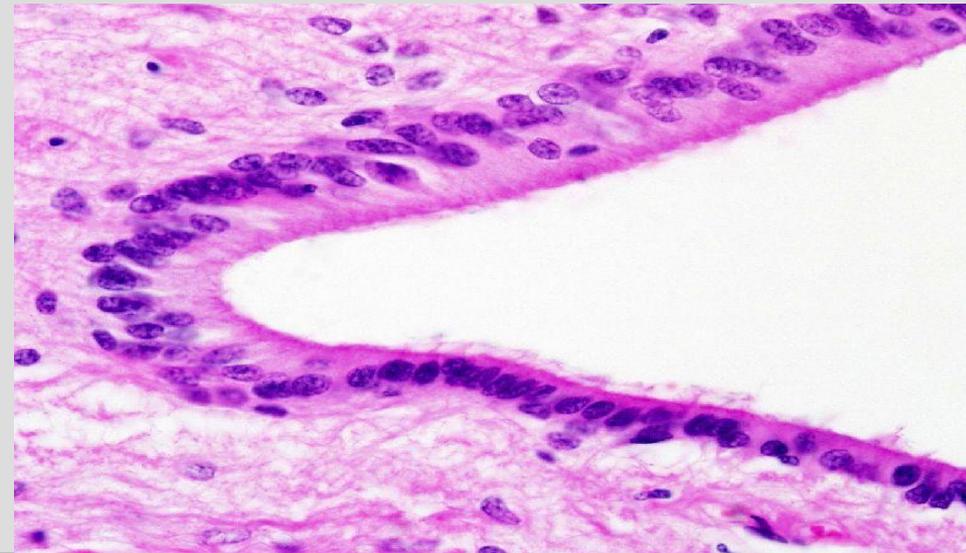


### Эпендимная глия желудочков мозга. Импрегнация азотнокислым серебром.

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

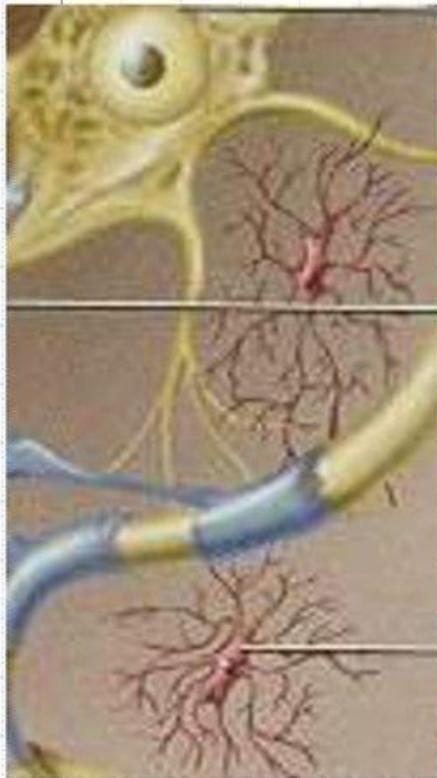
По-видимому, отростки выполняют транспортную и фиксирующую функции.

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



Эпендимная глия желудочков мозга.  
Окраска гематоксилин-эозин

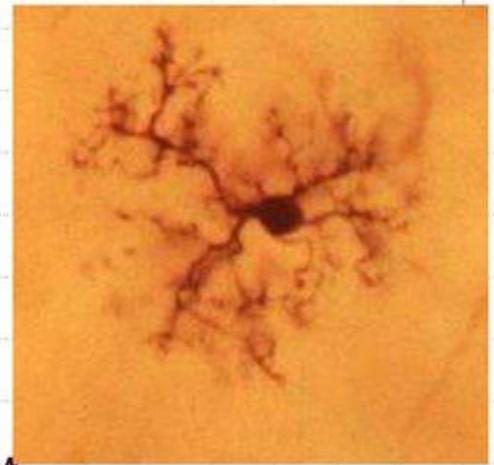
# Глиальные макрофаги (микроглия)



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

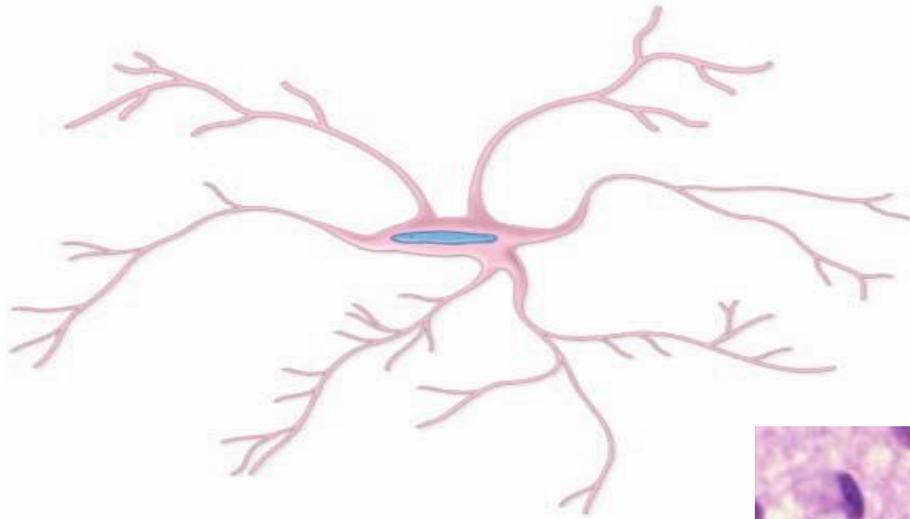
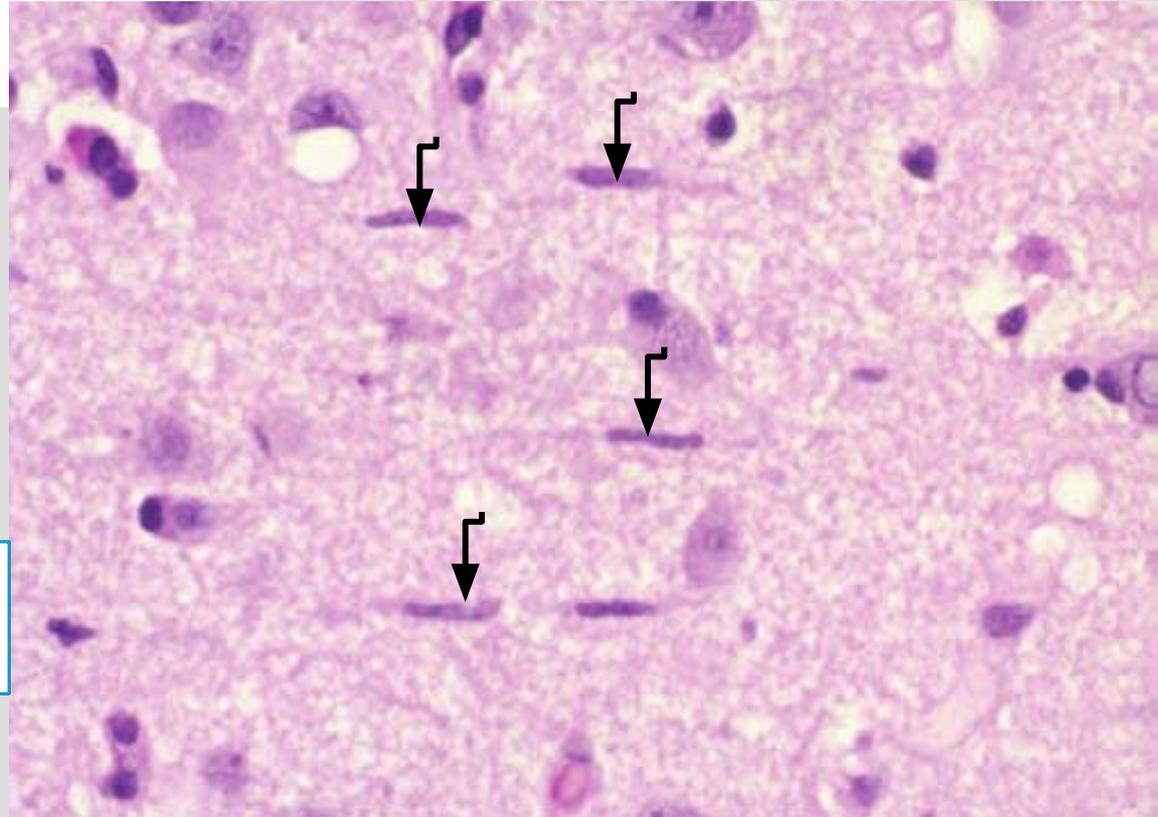


Схема микроглиальной  
клетки:  
удлиненное ядро и  
относительно небольшое  
количество отростков

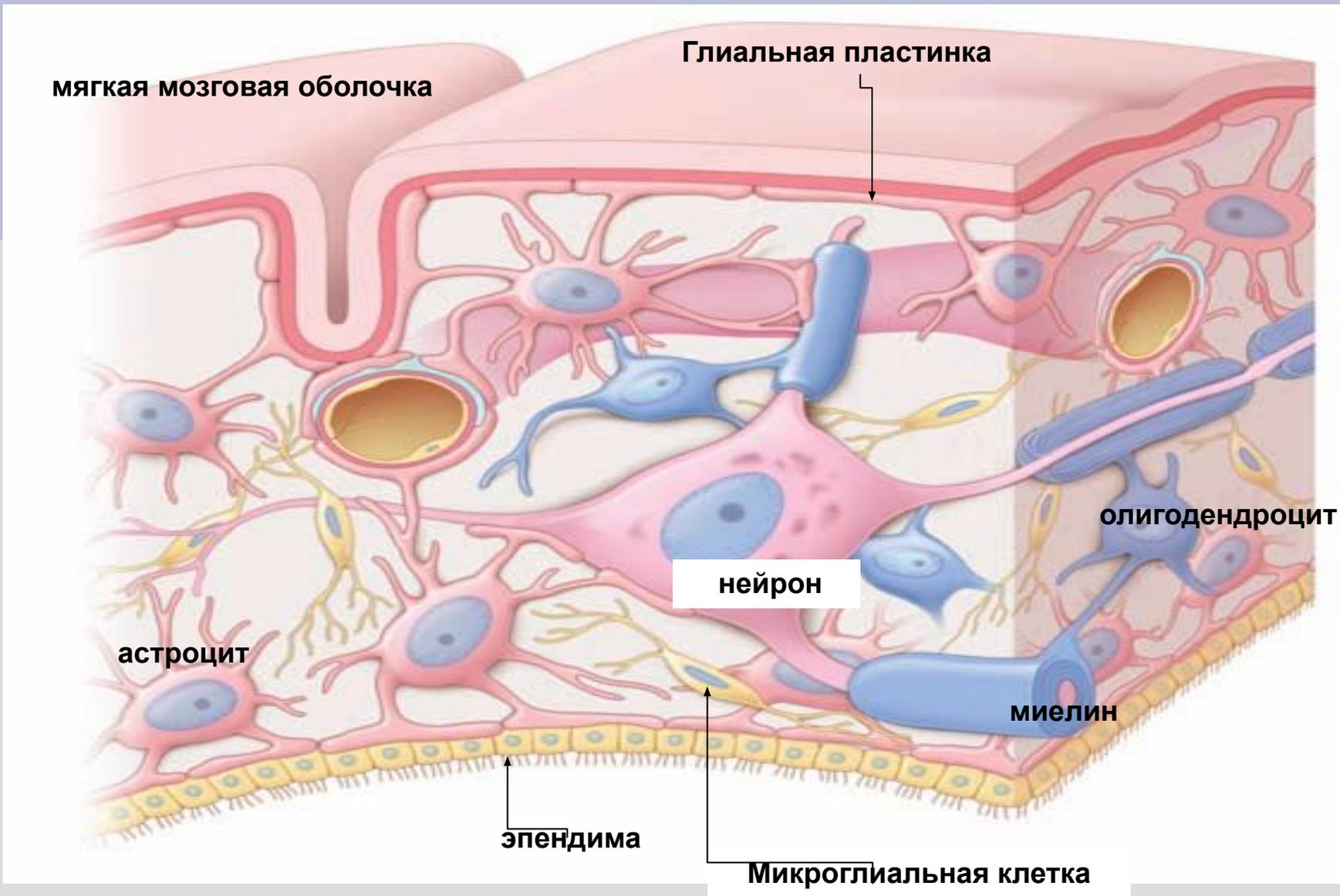
Стрелками показаны  
удлиненные ядра  
миоглиальных клеток



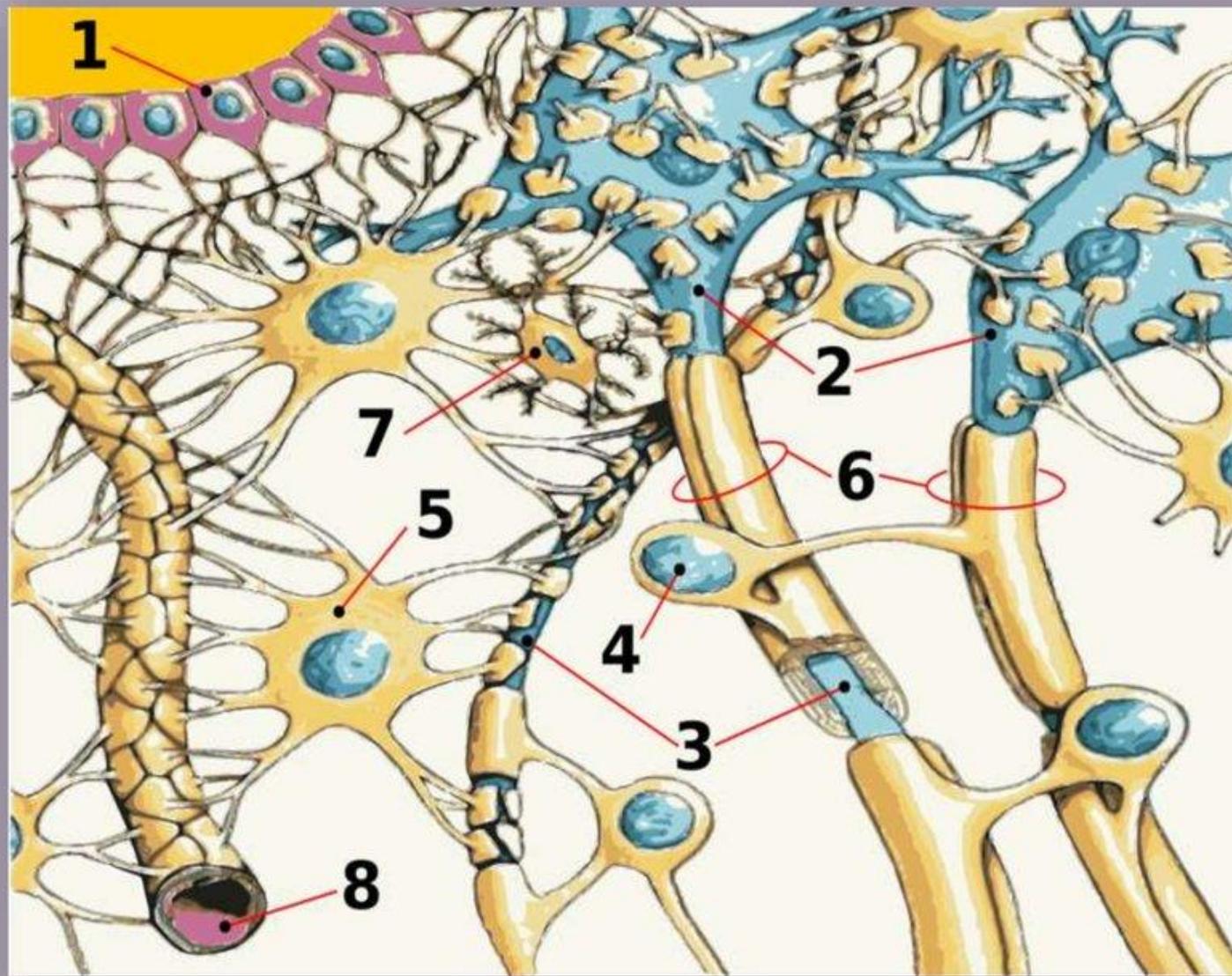
**Препарат - МИКРОГЛИЯ в сером веществе головного мозга. Импрегнация азотнокислым серебром.**

Морфология	Как и олигодендроциты, микроглиоциты <b>(1)</b> - 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 <b>глиальных макрофагов.</b>





Распределение глиальных элементов в мозгу

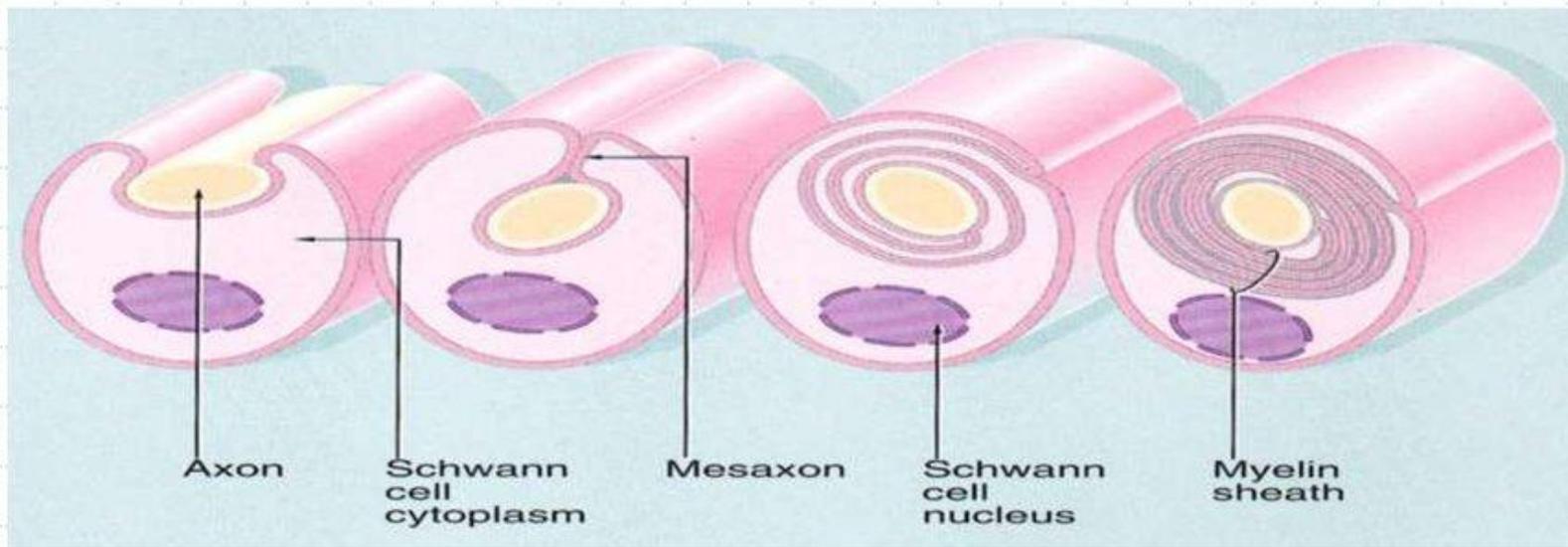


1 – эпендимоциты, 2 – нейроны, 3 – аксоны,  
4 – олигодендроциты, 5 – астроциты, 6 – миелин,  
7 – микроглия, 8 – капилляр

# **Нервные волокна**

# Нервные волокна

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



## Общие замечания

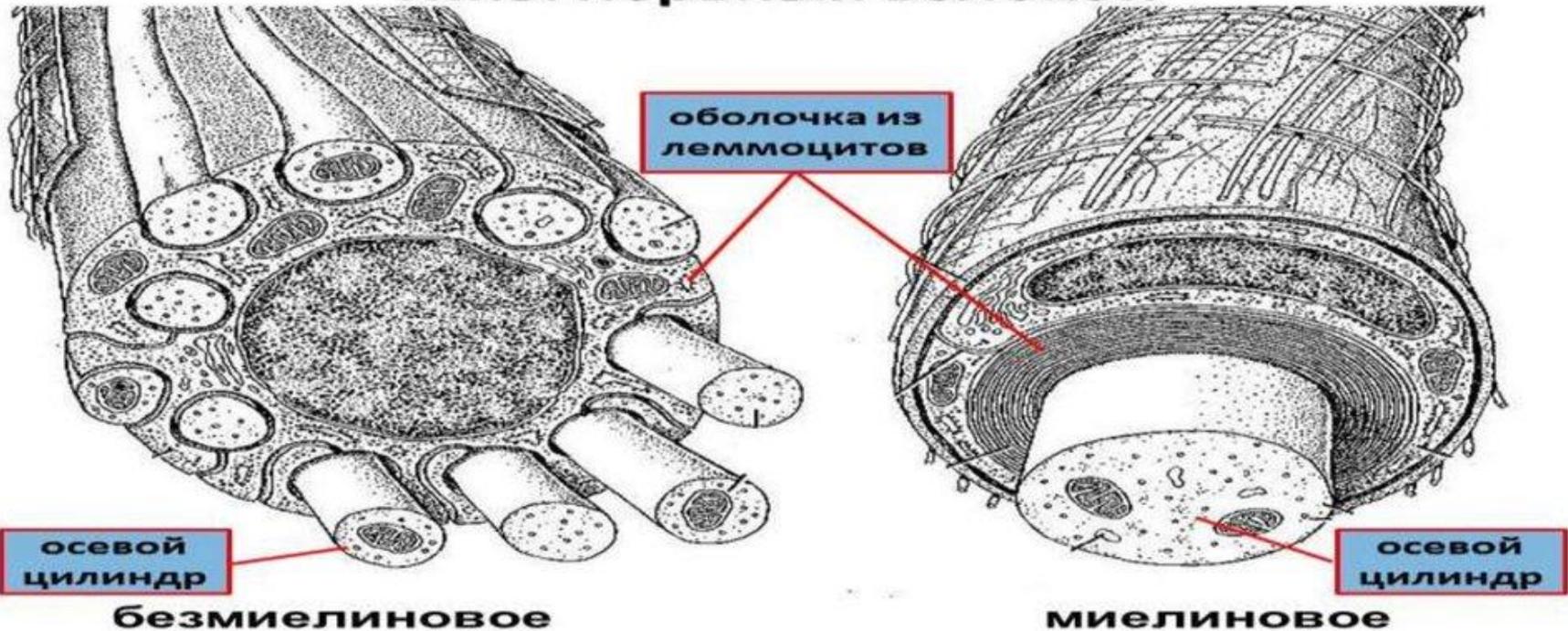
Наличие оболочки	а) Отростки нейроцитов почти всегда покрыты <b>оболочками</b> . б) Исключение составляют свободные окончания некоторых отростков.
Номенклатура	а) Отросток нейрона вместе с оболочкой называется <b>нервным волокном</b> . б) Сам же отросток нейрона, находящийся в составе волокна, называется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

# Нервные волокна

Безмиелиновые

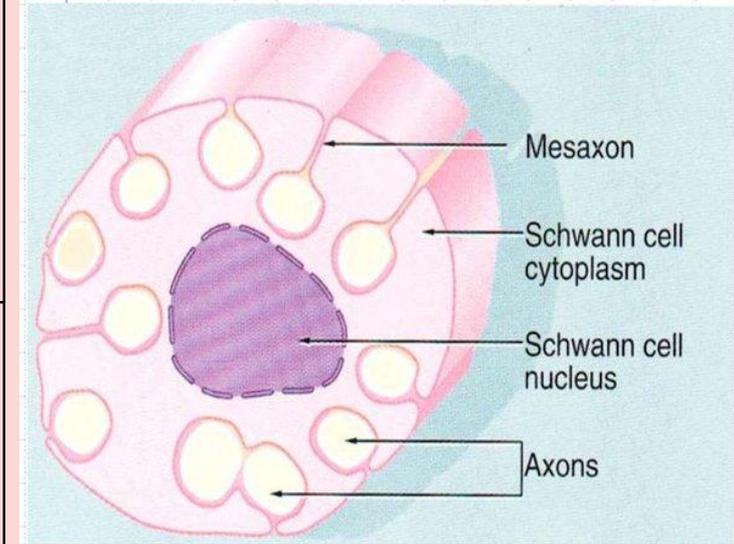
Миелиновые  
( $d = 1-20 \text{ мкм}$ )

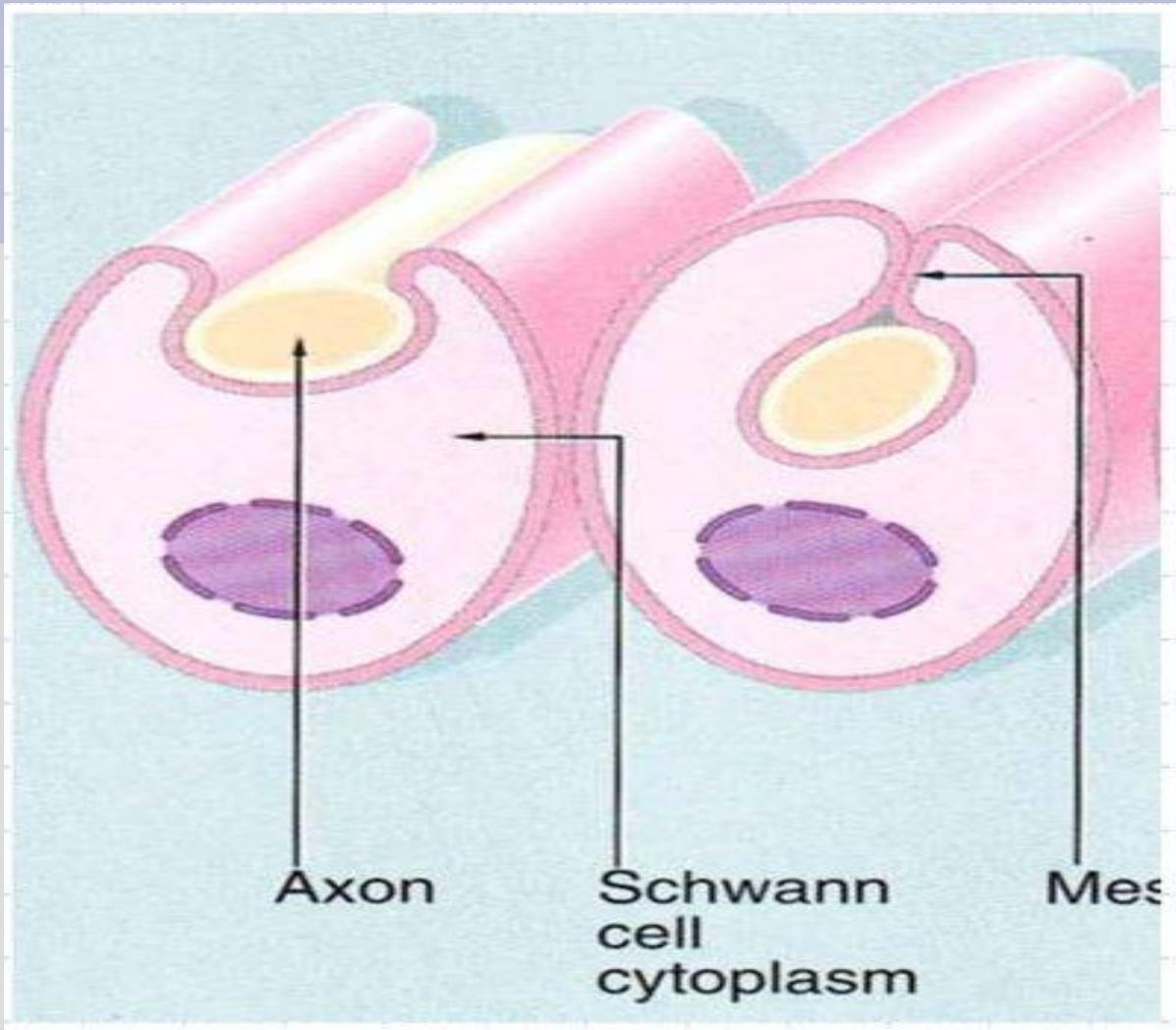
## ТИПЫ нервных волокон



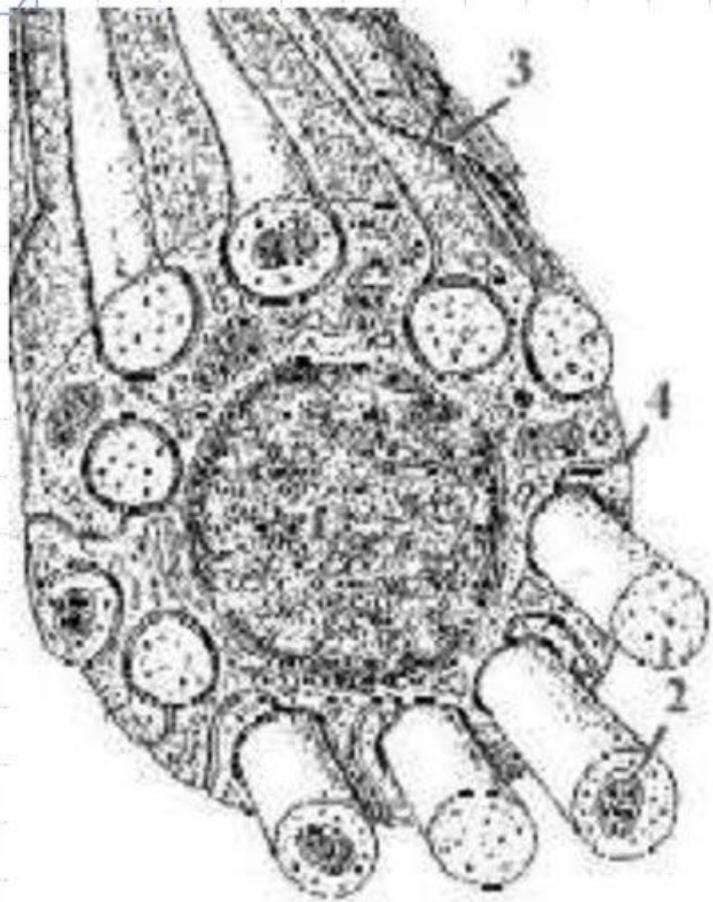
# Безмиелиновые нервные волокна. Принцип строения

Локализация	Безмиелиновые волокна находятся: <ul style="list-style-type: none"><li>□ преимущественно - в составе <b>вегетативной</b> нервной системы, где содержат, главным образом, <b>аксоны</b> эффекторных нейронов этой системы;</li><li>❖ в меньшей степени - в ЦНС.</li></ul>
Ядро глиоцита и осевые цилиндры	а) В центре располагается ядро олигодендроцита (леммоцита). б) По периферии в цитоплазму погружено обычно несколько <b>(10-20)</b> осевых цилиндров.
Мезаксоны	При погружении осевого цилиндра в цитоплазму глиоцита <b>плазмолемма</b> сближается над цилиндром, образуя "брыжейку" последнего - мезаксон
Базальная мембрана	С поверхности нервного волокна покрыто базальной мембраной.





# Безмиелиновые волокна



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

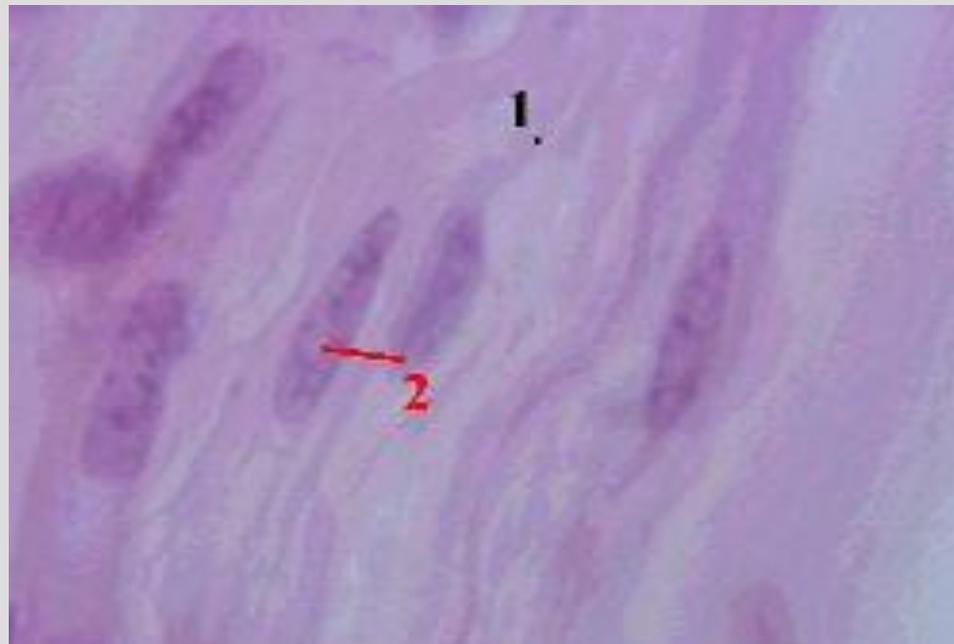
## Просмотр препарата. Световая микроскопия



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 удлинненные ядра олигодендроцитов (2).

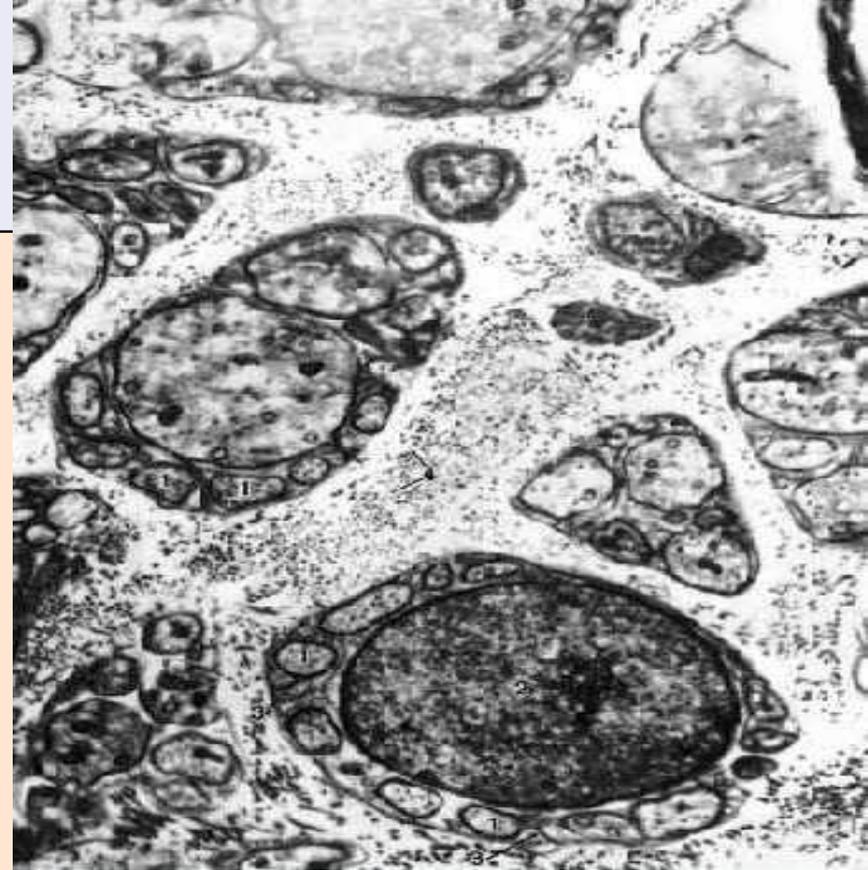


# Просмотр препарата. Электронная микроскопия

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 - дубликатуры плазмолеммы над осевыми цилиндрами.

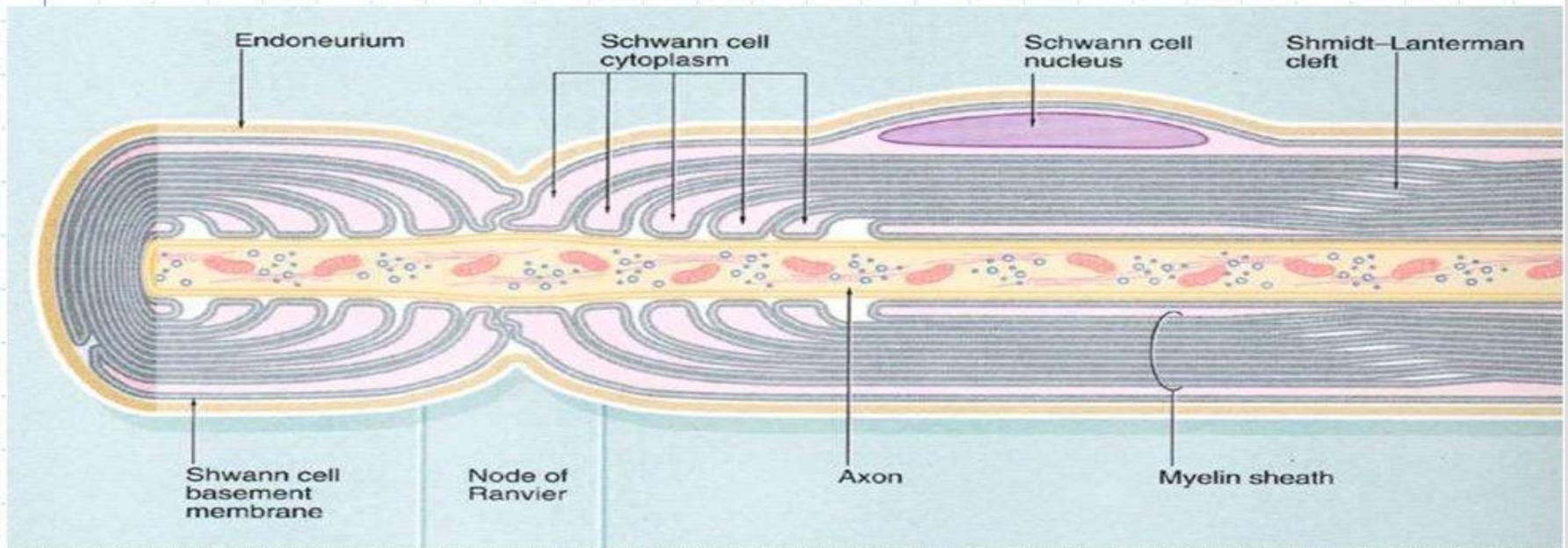


3. Между нервными волокнами находится соединительная ткань (эндоневрий) и в её составе - поперечносрезанные коллагеновые волокна.

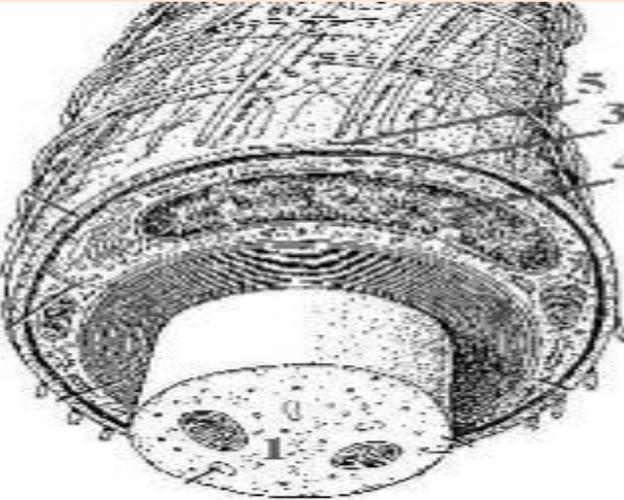
# Миелиновые нервные волокна

# Миелиновые волокна

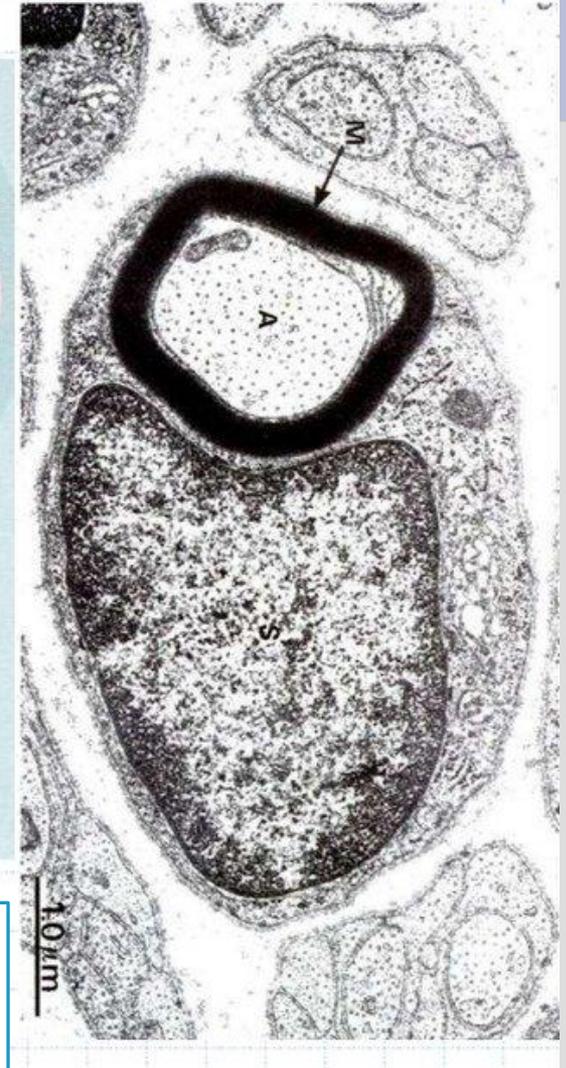
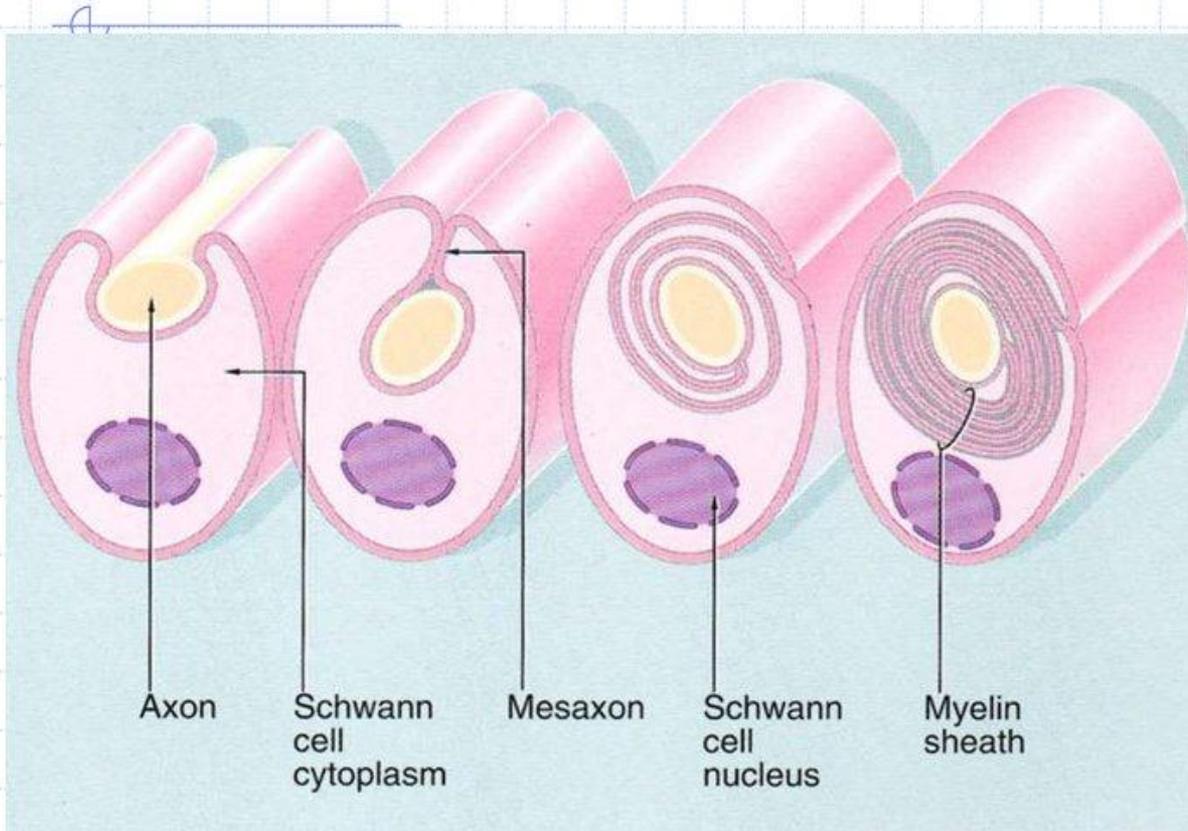
Встречаются в ЦНС и в соматических отделах периферической нервной системы.



# Миелиновые нервные волокна. Принцип строения. Поперечное строение.

Локализация	<p>а) Миелиновые нервные волокна встречаются в <b>центральной</b> нервной системе и в <b>соматических</b> отделах периферической нервной системы.</p> <p>б) Они могут содержать как <b>аксоны</b>, так и <b>дендриты</b></p>	
Осевой цилиндр	Осевой цилиндр <b>(1)</b> в волокне - всего один и располагается в центре.	
Слои оболочки	<p>Оболочка волокна имеет два слоя:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ внутренний - миелиновый слой и</li> <li>❖ наружный - нейролемму (или неврилемму).</li> </ul>	
Миелиновый слой	Миелиновый слой представлен несколькими слоями мембраны олигодендрокита (леммоцита), концентрически закрученными вокруг осевого цилиндра.	
Нейролемма	Нейролемма - это отеснённые к периферии (т.е. кнаружи от миелинового слоя) цитоплазма <b>(3)</b> и ядро <b>(4)</b> глиоцита.	
Базальная мембрана	Снаружи волокно в периферическом нерве покрыто базальной мембраной <b>(5)</b> .	
Особен-	<p>В ЦНС миелиновые волокна имеют ряд особенностей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ один олигодендрокит с помощью несколько отростков участвует в образовании оболочки сразу нескольких осевых цилиндров.</li> </ul>	

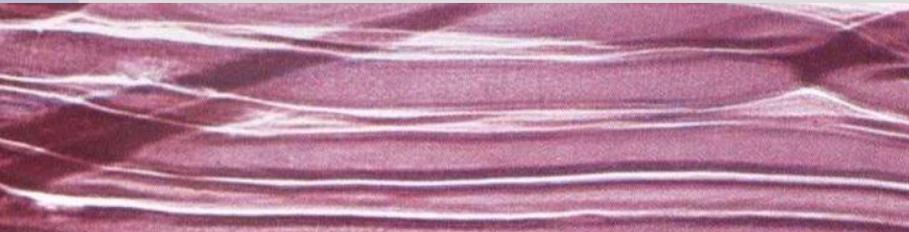
# Миелиновые нервные волокна



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

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



# Просмотр препаратов

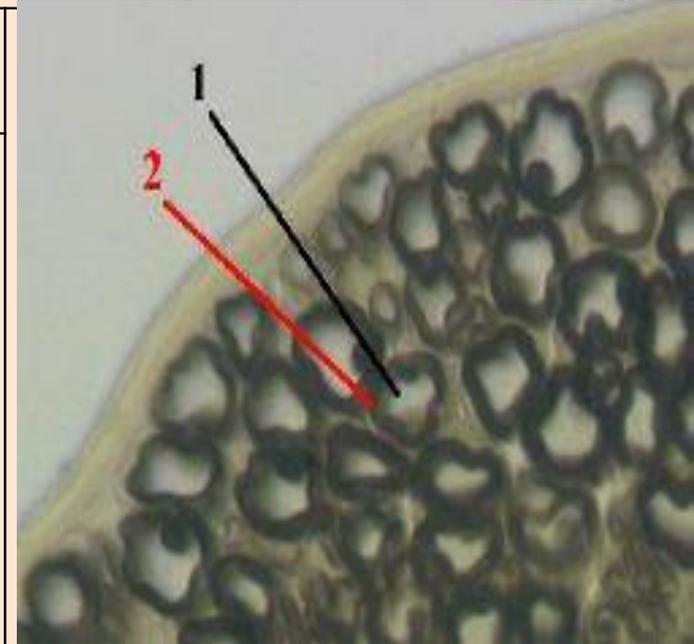
## I. Световая микроскопия: поперечный срез

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

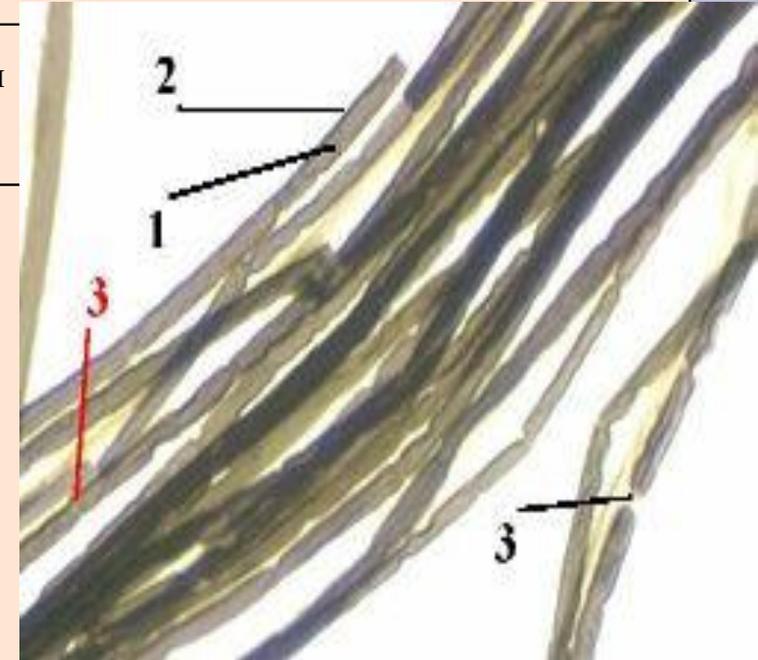
а) Вокруг осевого цилиндра - миелиновый слой **(2)**.  
б) Поскольку в нём велико содержание липидов, он окрашивается осмиевой кислотой в **тёмный цвет**.

# 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 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

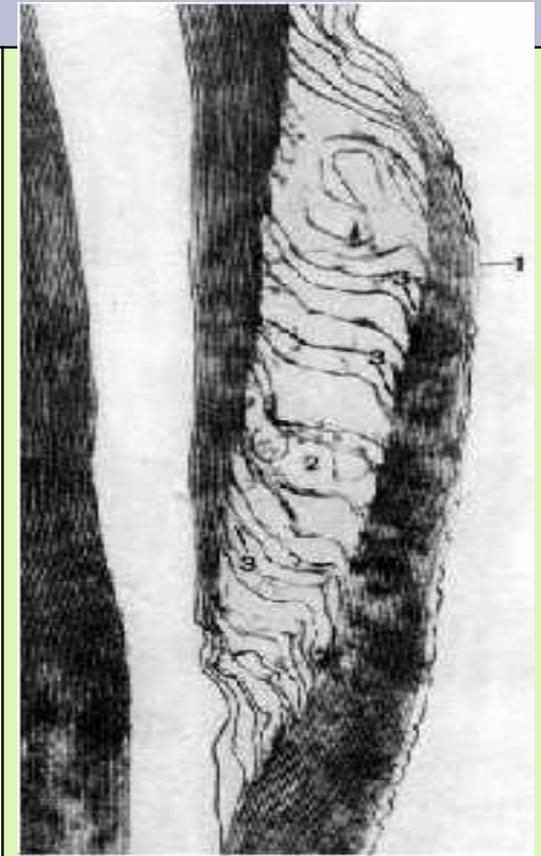
Электронная микрофотография - насечки миелина в миелиновом нервном волокне.

**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 (аксолема).

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

**б)** Но в этой оболочке - светлое разрежение: насечка миелина **(2-3)**.



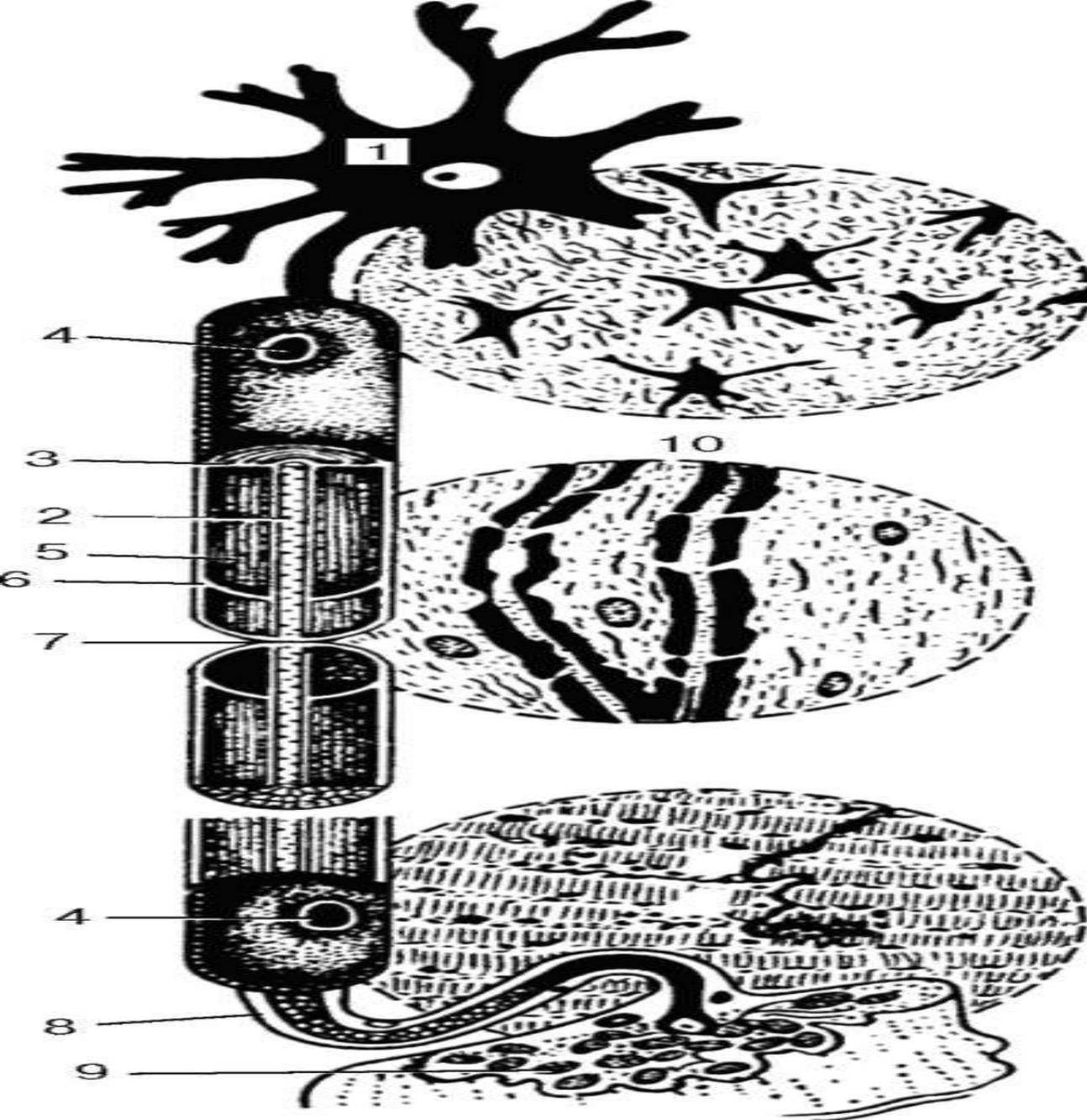
**в)** В области насечки видны

более редко расположенные витки мезаксона **(3)** и

сохраняющаяся поэтому между данными витками цитоплазма **(2)** леммоцита.

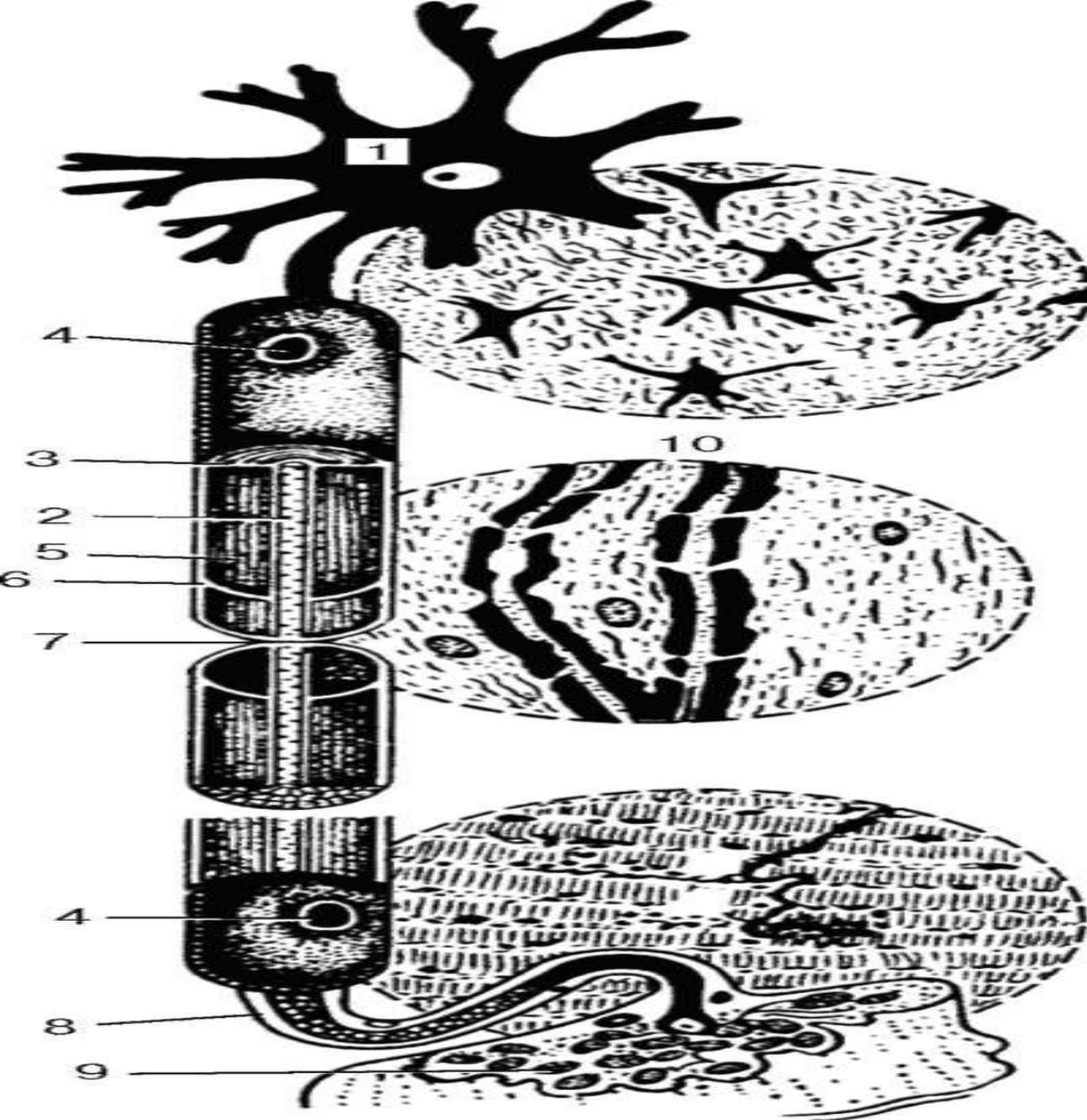
## Различия между безмиелиновыми и миелиновыми волокнами

<i>Безмиелиновые</i> нервные волокна	<i>Миелиновые</i> нервные волокна
<b>1.</b> Обычно - несколько осевых цилиндров, располагающихся по периферии волокна.	<b>1.</b> Один осевой цилиндр находится в центре волокна.
<b>2.</b> Осевые цилиндры - это, как правило, аксоны эфферентных нейронов вегетативной нервной системы.	<b>2.</b> Осевой цилиндр может быть как аксоном, так и дендритом нейрона.
<b>3.</b> Ядра олигодендроцитов находятся в центре волокон.	<b>3.</b> Ядра и цитоплазма глиальных клеток отеснены к периферии волокна.
<b>4.</b> Мезаксоны осевых цилиндров - короткие.	<b>4.</b> Мезаксон многократно закручивается вокруг осевого цилиндра, образуя миелиновый слой.
<b>5.</b> $\text{Na}^+$ -каналы располагаются по всей длине осевого цилиндра.	<b>5.</b> $\text{Na}^+$ -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**

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

# Нервные окончания

Нервные волокна заканчиваются нервными окончаниями

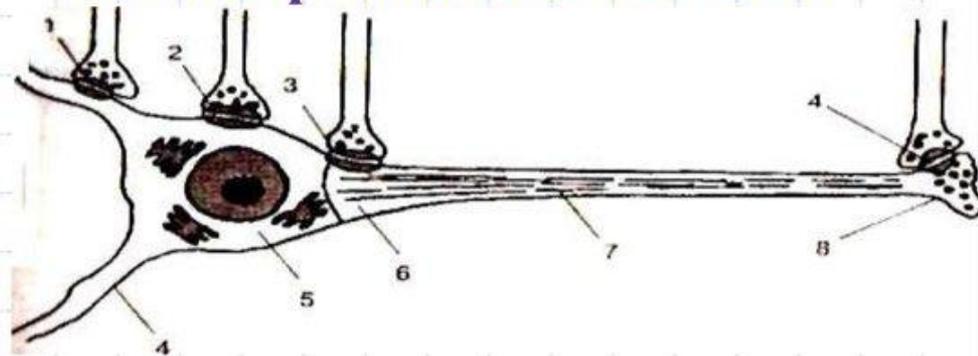
1. **Рецепторные** (чувствительные или афферентные) – окончания дендритов чувствительных нервов.

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

# 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.

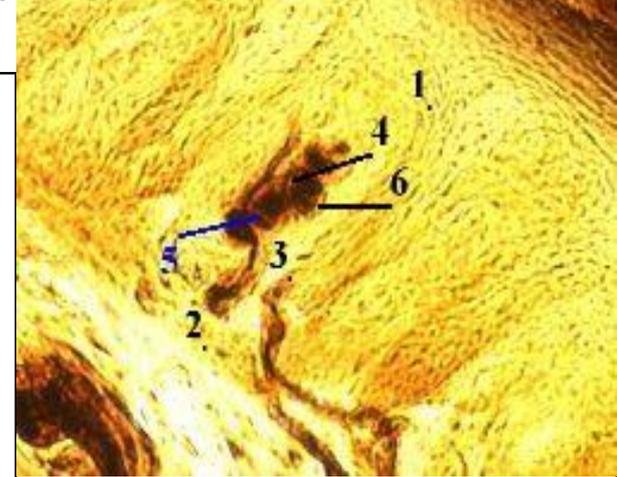
Тип рецепторных окончаний	Для соединительной ткани характерны <b>несвободные инкапсулированные</b> нервные окончания.	
Компоненты окончаний	Данные окончания содержат <b>3</b> элемента: <ul style="list-style-type: none"><li>✓ <b>терминали дендрита,</b></li><li>✓ <b>видоизменённые глиальные клетки,</b> окружающие эти терминали;</li><li>✓ <b>наружную соединительнотканную оболочку.</b></li></ul>	
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.

Локализация

- 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.



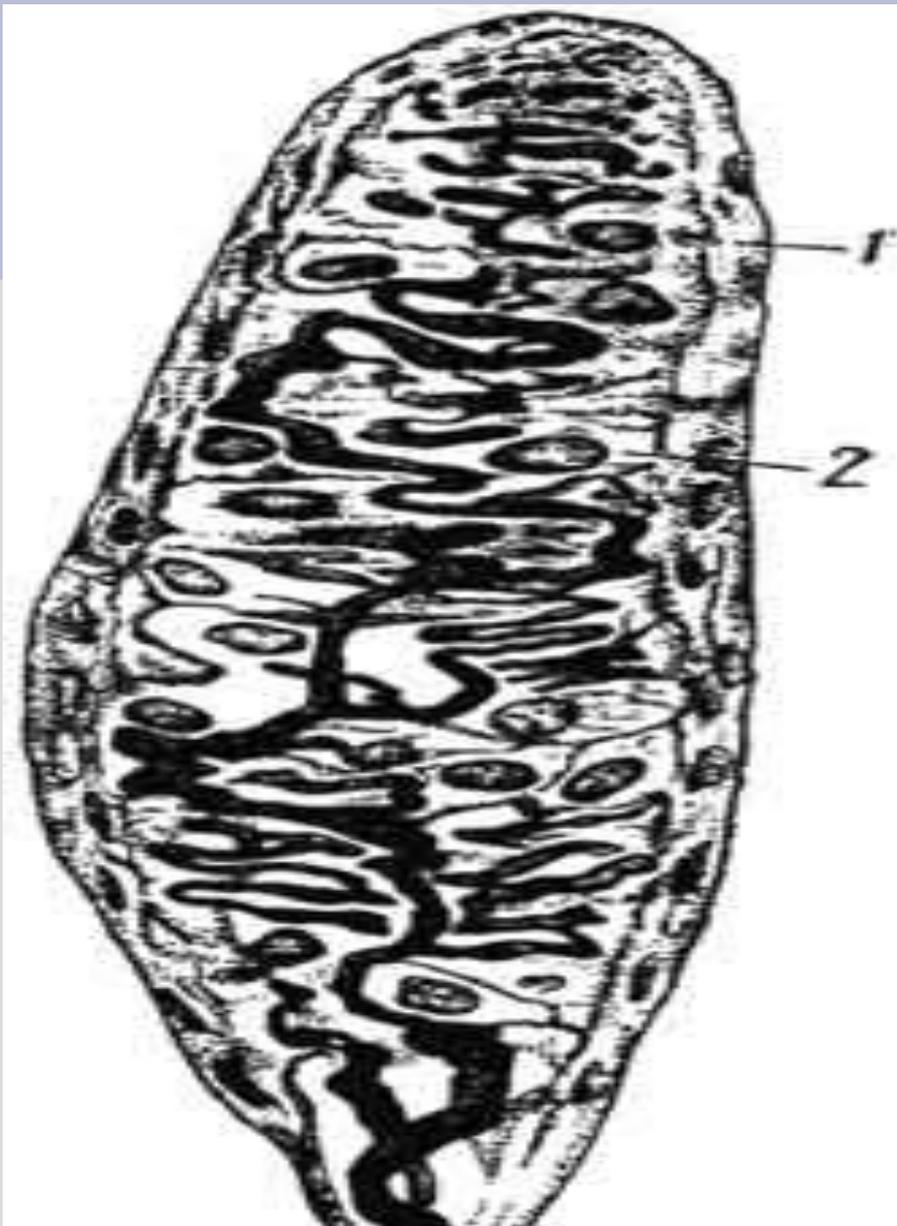
г) В одном из сосочков находится *осязательное тельце*.

Компоненты

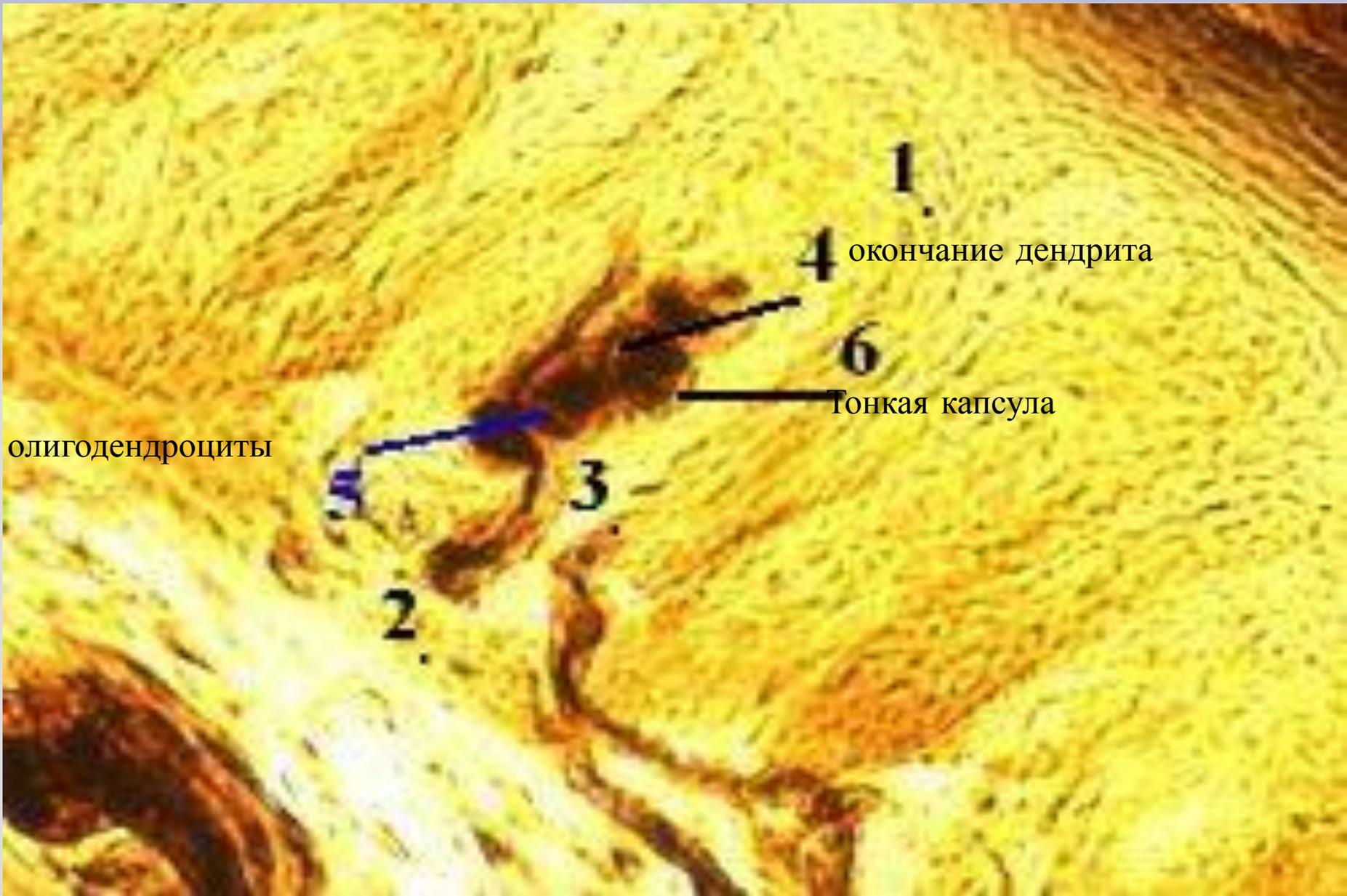
- Тельце включает **3** вышеперечисленных компонента:
- окончания дендрита **(4)** с окружающими их олигодендроциты **(5)**,
  - тонкую капсулу **(6)** из волокнистой соединительной ткани.

Глиальные 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  
(мейсиево) тельце:  
1 - капсула;  
2 - специальные клетки.



1.  
4 окончание дендрита

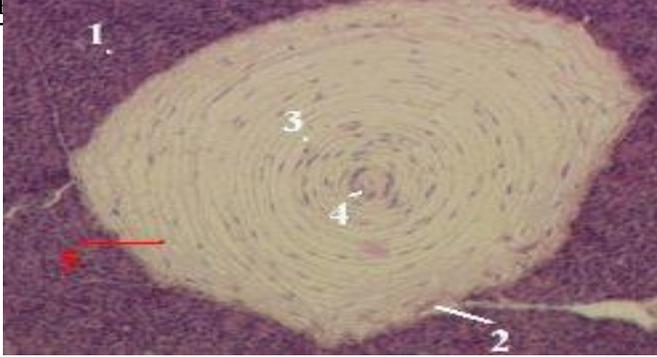
6  
Тонкая капсула

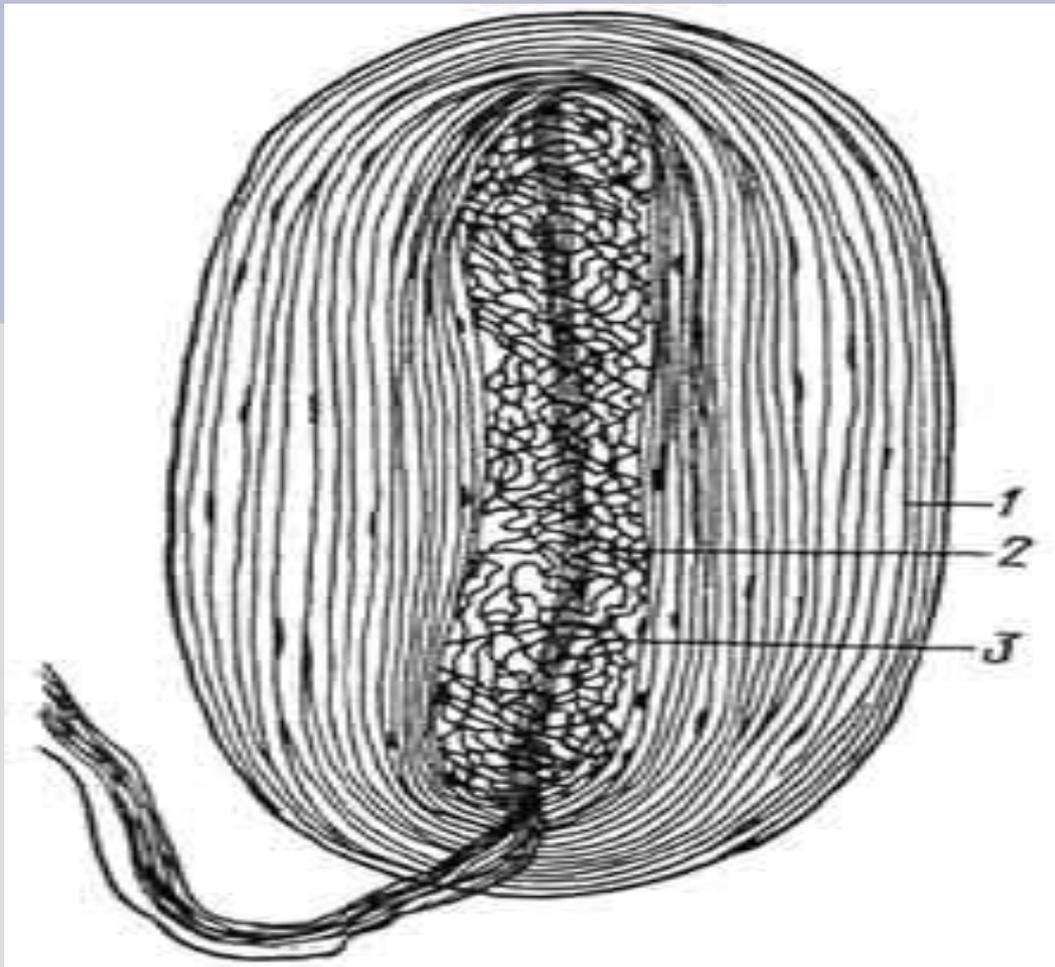
олигодендроциты

# Пластинчатые (фатер-пачиниевы) тельца

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

Окраска гематоксилин-эозином.

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



Пластинчатое тельце (тельце Фатера - Пачини):

1 - наружная колба; 2 - внутренняя колба; 3 - концевой отдел нервного волокна (по Клара).

# Рецепторы в скелетных мышцах и сухожилиях

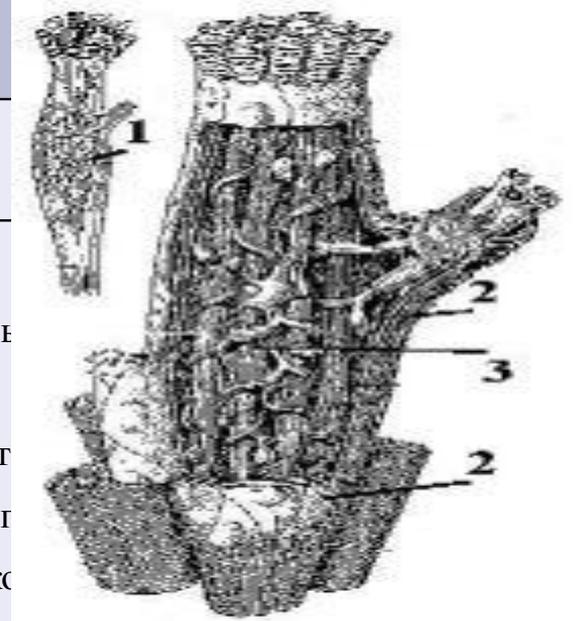
1. В мышцах и сухожилиях рецепторные окончания тоже являются **инкапсулированными.**

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

- нервно-мышечные и
- нервно-сухожильные веретёна.

# Нервно-мышечные веретёна: основные сведения

Локализация	Нервно-мышечные веретёна располагаются в толще скелетных мышц.
Компоненты	<p>Веретено (<b>fusus</b>) содержит <b>4</b> компонента:</p> <p><b>1</b> - от <b>1</b> до <b>12</b> специальных (т.н. интрафузальных) мышечных волокон</p> <p><b>2</b> - растяжимую соединительнотканную капсулу вокруг веретена</p> <p><b>3</b> - афферентные нервные волокна и их окончания, которые проникают в капсулу и оплетают центральные части интрафузальных волокон</p> <p><b>4</b> - эфферентные нервные волокна, идущие от гамма-мотонейронов спинного мозга.</p>
Интрафузальные волокна	<p>а) В отличие от обычных (экстрафузальных) мышечных волокон, интрафузальные волокна</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- тонкие и короткие,</li> <li>содержат миофибриллы только в концевых отделах, а в центральной части их лишены.</li> </ul> <p>б) Поэтому при сокращении концевых отделов (под влиянием эфферентных нервных волокон) центральная часть интрафузального мышечного волокна растягивается.</p>
Афферентные окончания	<p>а) Афферентные (чувствительные) окончания реагируют на растяжение центральной части веретена.</p> <p>б) Это бывает, как уже сказано, под влиянием эфферентных импульсов от гамма-мотонейронов спинного мозга, а также просто при растяжении (расслаблении) всей мышцы.</p>



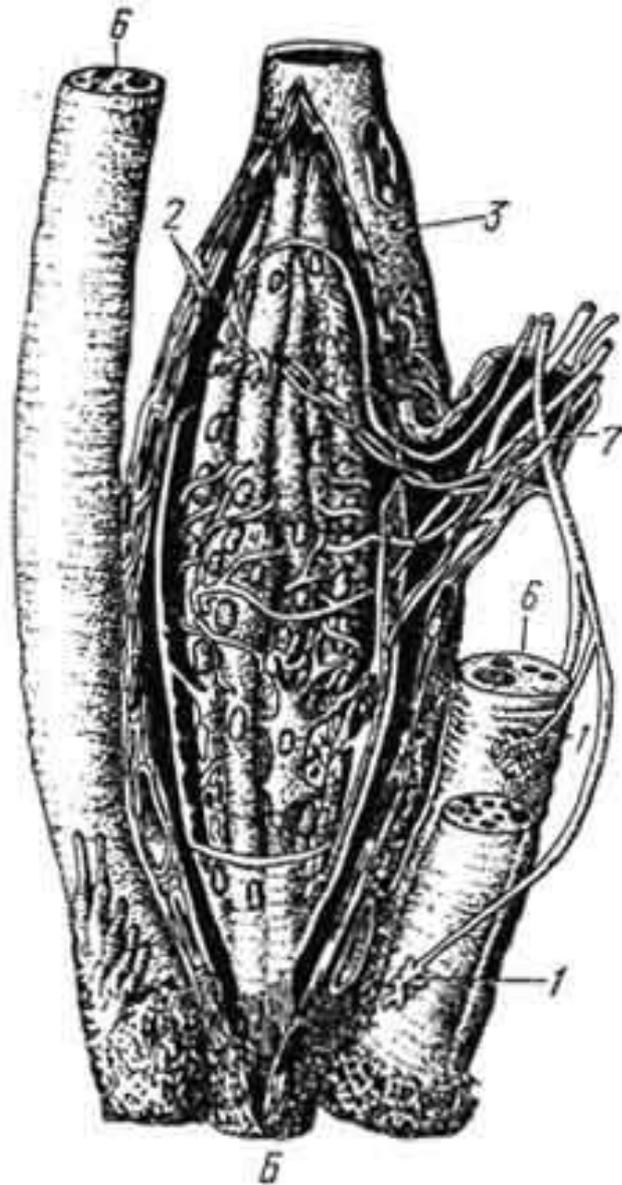
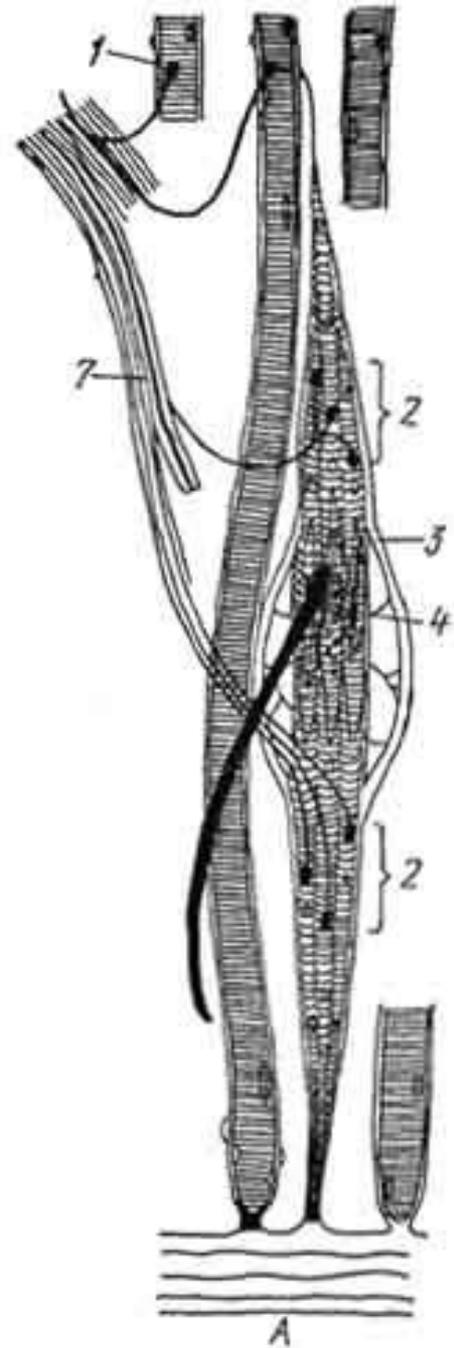


Схема строения нервно-мышечного веретена:  
 А - моторная иннервация интрафузальных и экстрафузальных мышечных волокон (по Студитскому);  
 Б - спиральные афферентные нервные окончания вокруг интрафузальных мышечных волокон в области ядерных сумок (по Кристичу);

1 - моторные бляшки экстрафузальных мышечных волокон;  
 2 - моторные бляшки интрафузальных мышечных волокон;  
 3 - ядерная сумка;  
 4 - ядерная сумка;  
 5 - чувствительные аннулоspirальные 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

Таких волокон - **1-3** в веретене;

- они имеют центральную расширенную часть (ядерную сумку) с большим количеством ядер.

### Волокна с ядерной цепочкой

Этих волокон - больше (**3-7** в веретене),

- но они вдвое тоньше и короче,
- а ядра расположены цепочкой по длине волокна.

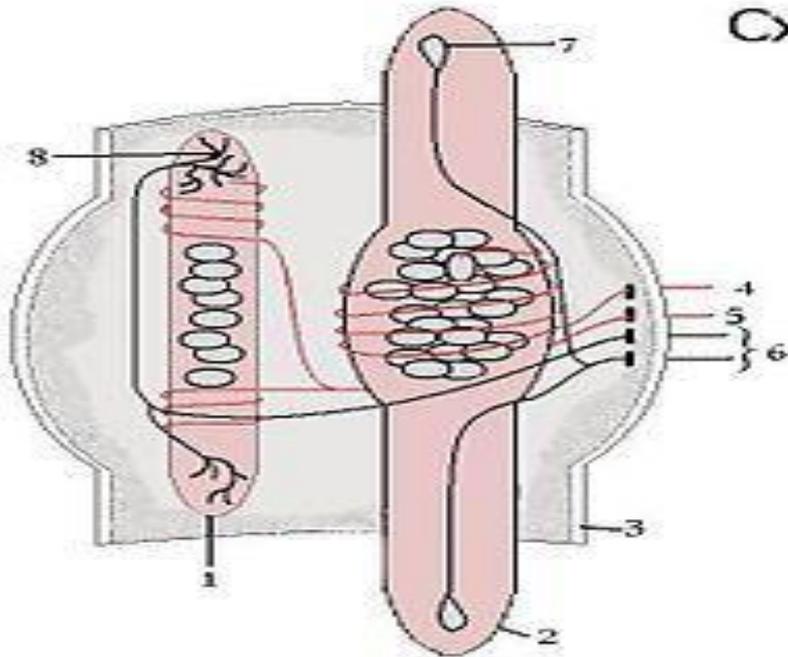
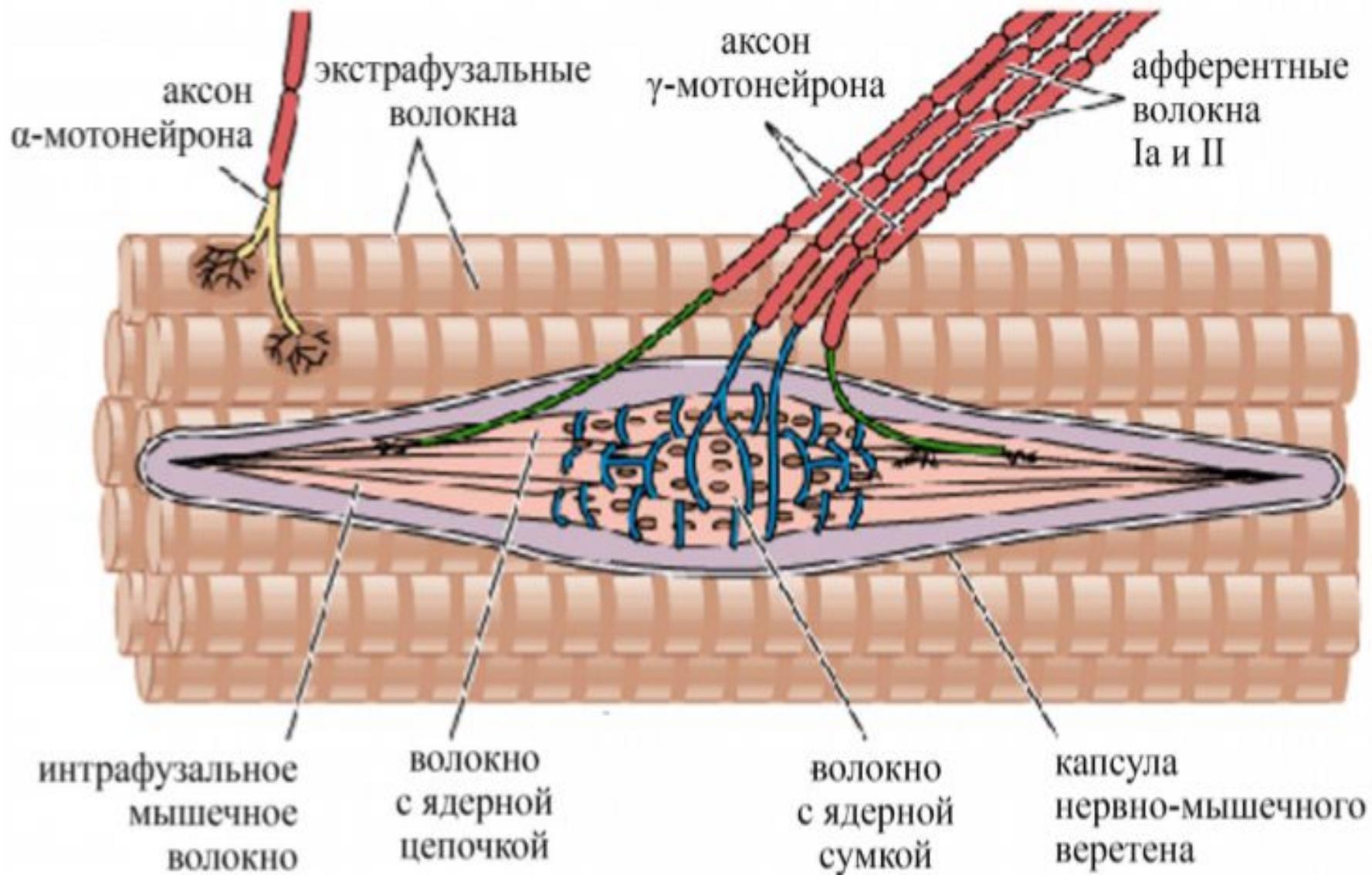


Схема мышечного веретена.

1. Интрафузальное мышечное волокно с ядрами, расположенными цепочкой.
2. Интрафузальное мышечное волокно с ядрами, расположенными в ядерной сумке.
3. Соединительнотканная 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.



## Виды афферентных нервных волокон

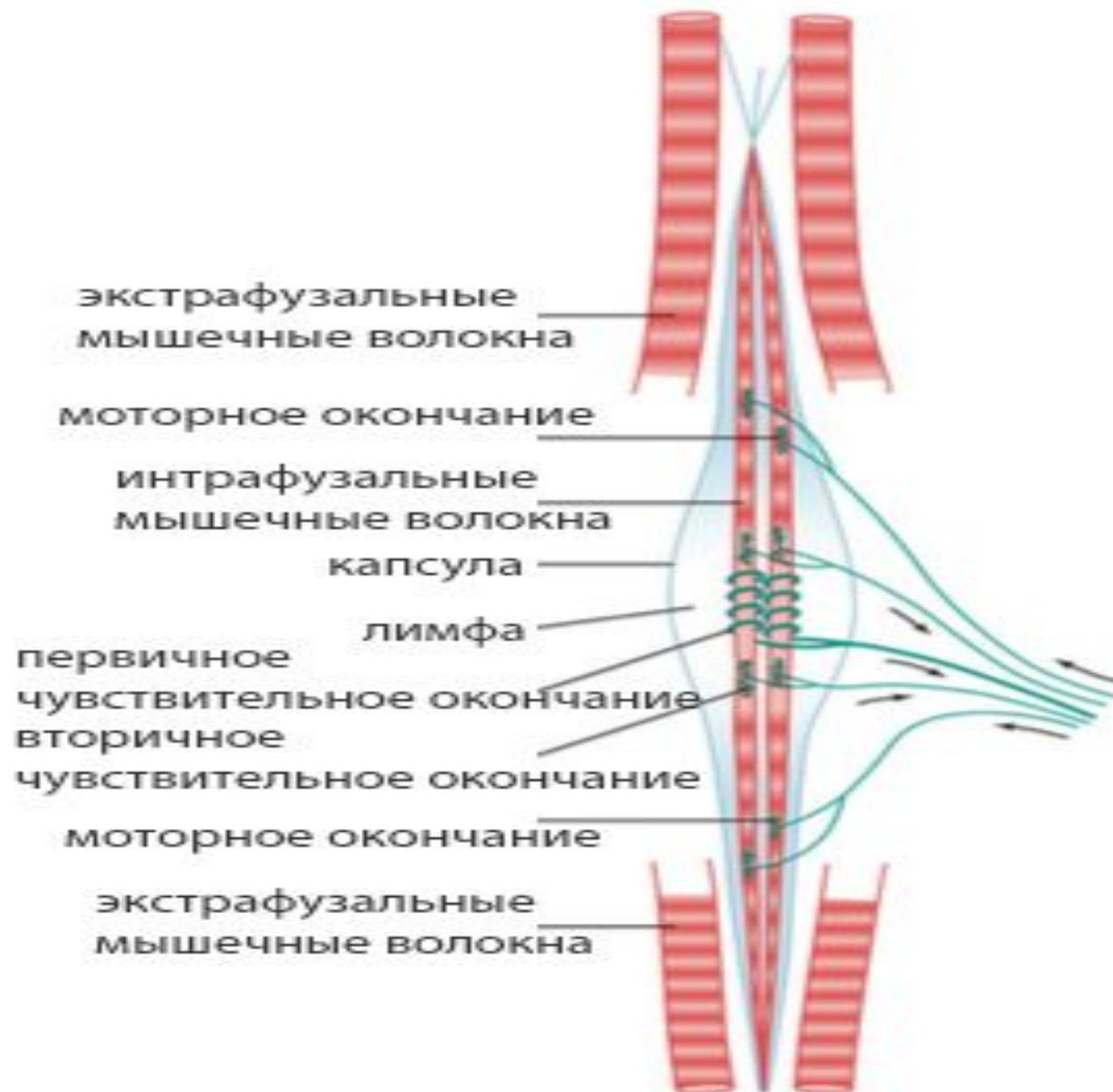
Чувствительные нервные волокна, иннервирующие нервно-мышечные веретёна, тоже бывают двух видов.

Первичные волокна -	Вторичные волокна -
<ul style="list-style-type: none"><li>✓ относительно толстые (<b>17 мкм</b>), образуют окончания в виде спирали - т. н. <b>кольцеспиральные</b> окончания,</li><li>✓ оплетают оба вида интрафузальных мышечных волокон,</li><li>✓ в волокнах с ядерной сумкой реагируют на <b>скорость</b> растяжения,</li><li>✓ а в волокнах с ядерной цепочкой - на общую <b>величину</b> растяжения.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>□ относительно тонкие (<b>8 мкм</b>), образуют <b>гроздьевидные</b> окончания,</li><li>□ оплетают только волокна с <u>ядерной</u> цепочкой,</li><li>□ поэтому реагируют лишь на <b>величину</b> растяжения центральной части интрафузального волокна.</li></ul>

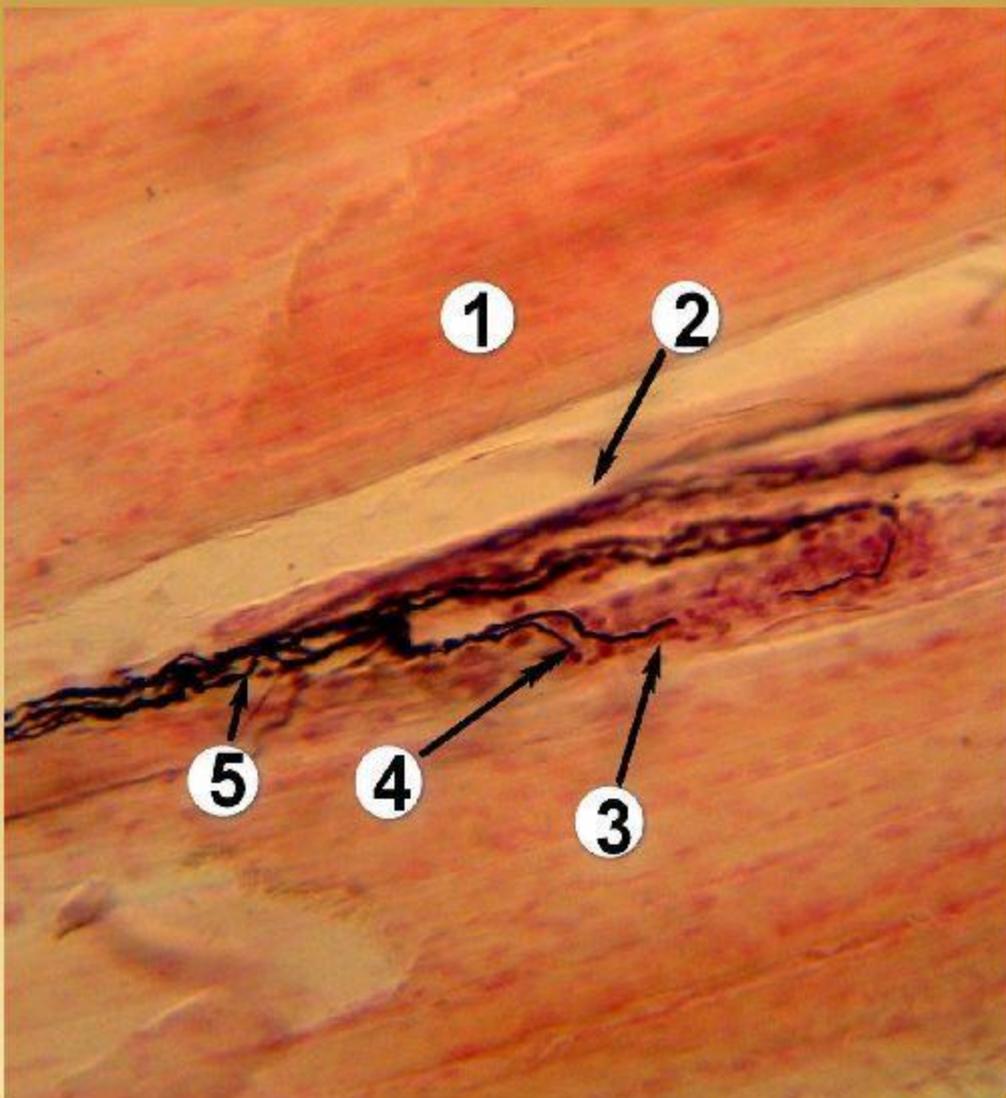
Таким образом, при внезапном (быстром) растяжении мышцы (например, при резком движении) реагируют кольцеспиральные окончания в волокнах с ядерной сумкой,

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

## Схема мышечного веретена



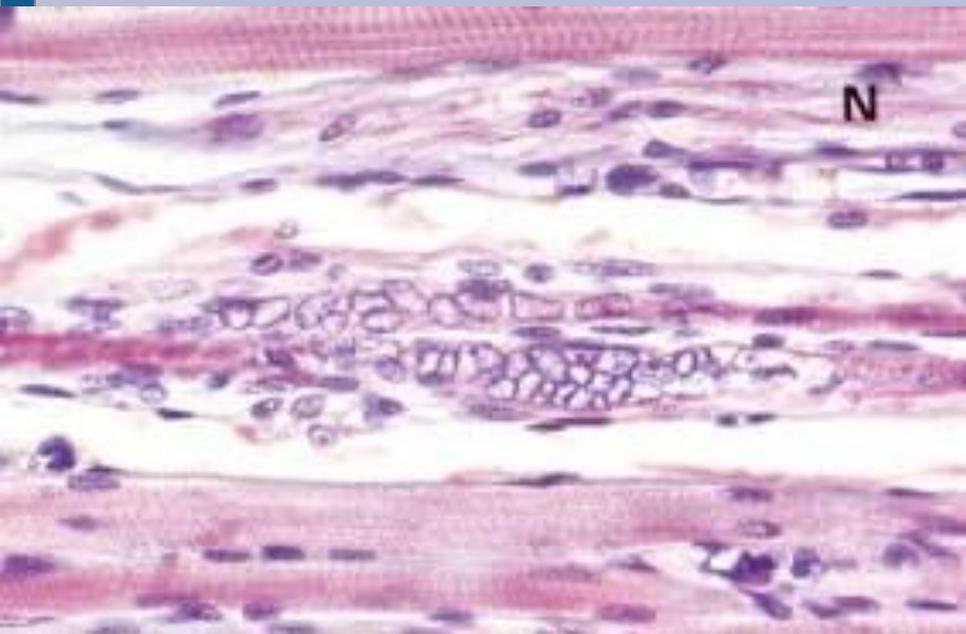
# Нервно-мышечное веретено



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 – аннулоspirальное нервное волокно вокруг ЯС-волокна; 5 – ЯЦ-волокно, окруженное аннулоspirальным нервным волокном.

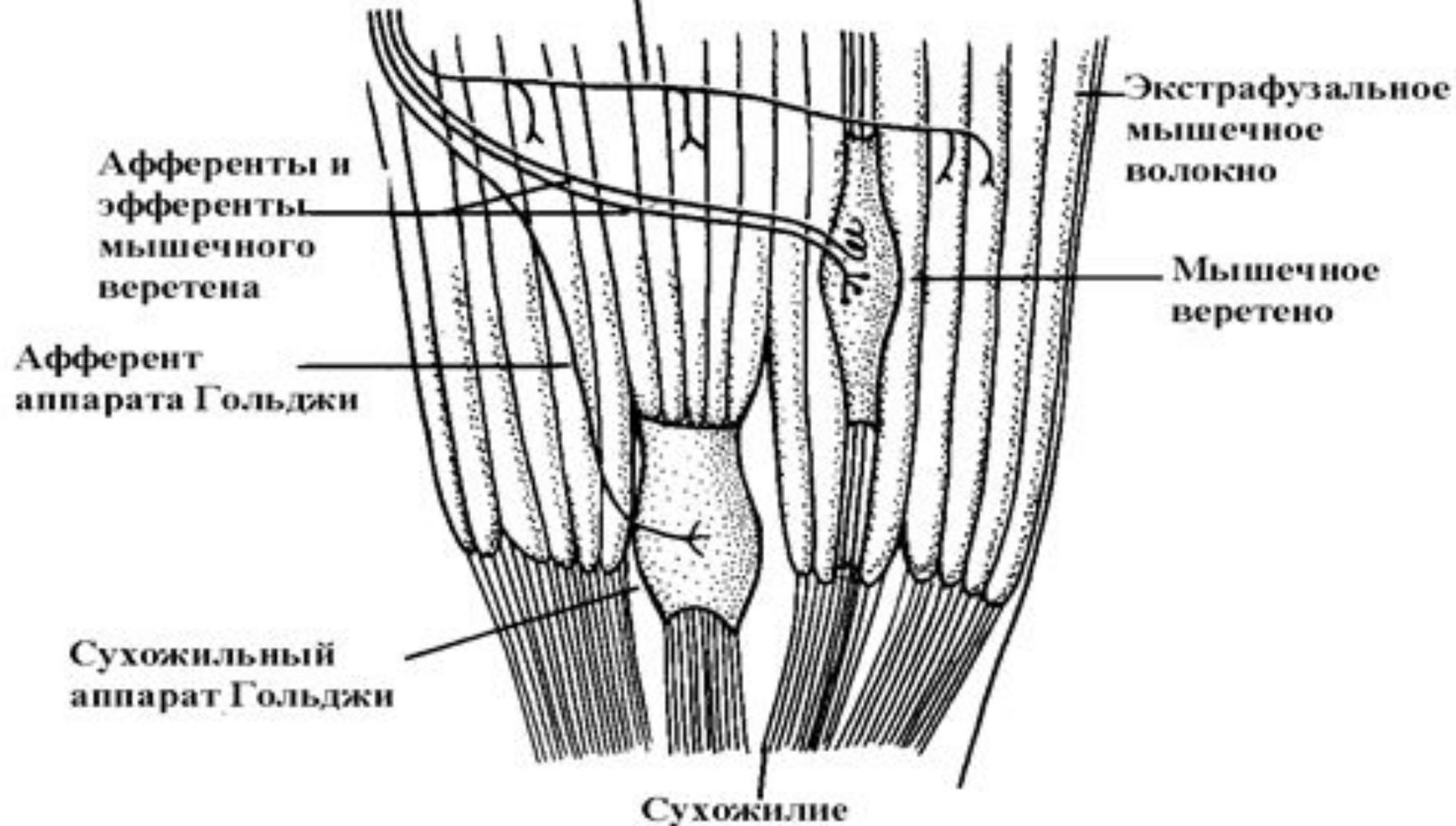
Нервно-мышечное веретено **N**-нервное волокно, **C** – капсула. А –  
продольный срез (**x320**), Б – поперечный.

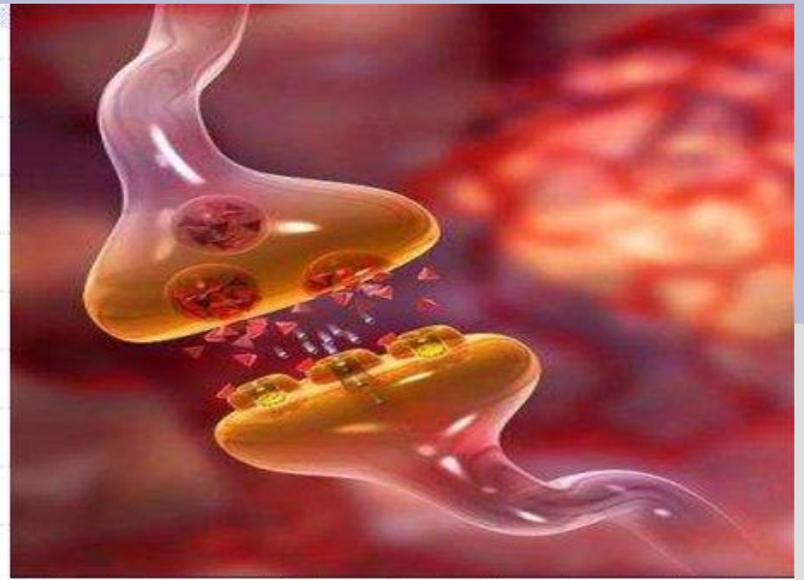


# Нервно-сухожильные веретёна

Локализация	Нервно-сухожильные веретёна располагаются <b>в месте соединения мышц с сухожилиями.</b>
Компоненты	<p>Эти веретёна содержат <b>4</b> компонента:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▫ <b>10-15</b> мышечных волокон,</li><li>▫ коллагеновые пучки сухожилия, которые связаны с мышечными волокнами по принципу "конец в конец";</li><li>▫ безмиелиновые окончания афферентного нервного волокна, оплетающие коллагеновые пучки;</li><li>▫ окружающую соединительнотканную оболочку.</li></ul>
Функционирование	<p>а) В отличие от нервно-мышечных веретён, нервно-сухожильные веретёна реагируют не на растяжение, а на <u>сокращение</u> мышцы. -</p> <p>б) При мышечном сокращении происходит растяжение коллагеновых пучков веретена, что и вызывает афферентный сигнал.</p>

Аксон альфа-мотонейрона





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

# Синапсы (межнейронные и нейроэффлекторные)

## Составные части синапса

**1. Синапс** - 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.**

# СИНАПСЫ

```
graph TD; A[СИНАПСЫ] --> B[химические]; A --> C[электрические];
```

химические

электрические

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

# Синапсы химического и электрического типа

<p>Синапсы химического типа</p>	<p>У человека и высших животных синапсы относятся, как правило, к <b>химическому типу</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▫ сигнал передаётся с помощью химического вещества - <b>медиатора</b>,</li><li>✓ который диффундирует в синаптической щели от пресинаптической части к постсинаптической.</li></ul>
<p>Синапсы электрического типа</p>	<p>В синапсах <b>электрического типа</b> синаптическая щель очень узка, и изменение электрического состояния пресинаптической части непосредственно вызывает аналогичные изменения в постсинаптической части.</p>
<p>Направление передачи</p>	<p><b>В химическом синапсе</b> сигнал может передавать <b>только в одном направлении</b>, а в электрическом - в <b>обоих</b>.</p>

# 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.

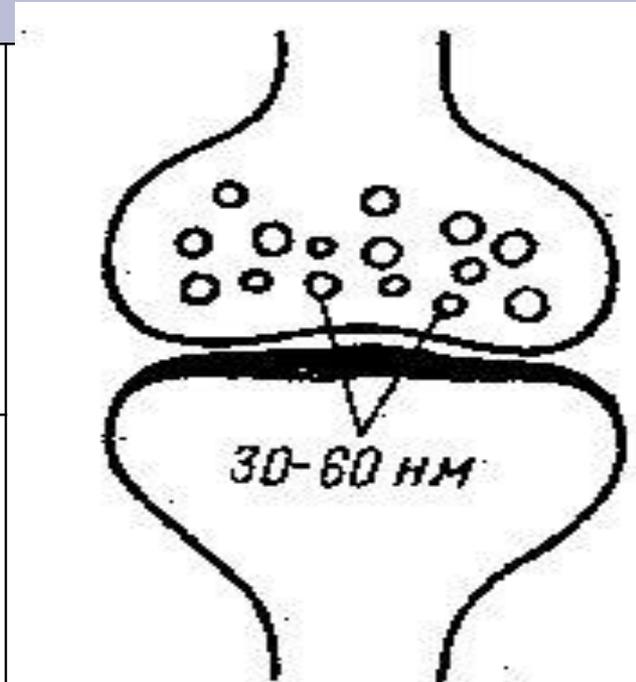
**3.** Большинство медиаторов оказывает возбуждающее действие на постсинаптическую клетку;

примеры же медиаторов **тормозного** действия -

- гамма-аминомасляная кислота (ГАМК) и
- дофамин.

# Функционирование синапса химического типа

Пресинап- тическое окончание	<p>а) <b>Пресинаптическое окончание</b> нервного отростка обычно заметно расширено и содержит пресинаптические пузырьки.</p> <p>б) Когда сюда приходит возбуждение, из пузырьков в синаптическую щель высвобождается медиатор.</p>
Постсинап- тическая мембрана	<p>а) В прилегающей мембране <b>постсинаптической клетки (или мышечного волокна)</b> находятся <b><u>рецепторы к медиатору</u></b>.</p> <p>б) Воздействие на них медиатора приводит к возбуждению или торможению постсинаптической клетки.</p>



# Межнейронные синапсы

<p>Виды меж-нейронных синапсов</p>	<p><b>3</b> основные вида межнейронных синапсов (по тому, какие части нейронов участвуют в образовании синапсов):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>---- аксодендритические,</li><li>----- аксосоматические и</li><li>---- аксоаксональные.</li></ul>
<p>Функциональная роль</p>	<p>а) Из них аксодендритические и аксосоматические синапсы могут быть как <u>возбуждающего</u>, так и <u>тормозного</u> типа.</p> <p>б) А <u>аксоаксональные</u> синапсы бывают только <u>тормозного</u> типа.</p> <p>в) Спектр медиаторов, используемых в межнейронных синапсах, весьма широк:</p> <p>ацетилхолин, норадреналин, ГАМК, дофамин, серотонин и многие другие.</p>

Аксо-аксональный  
синапс

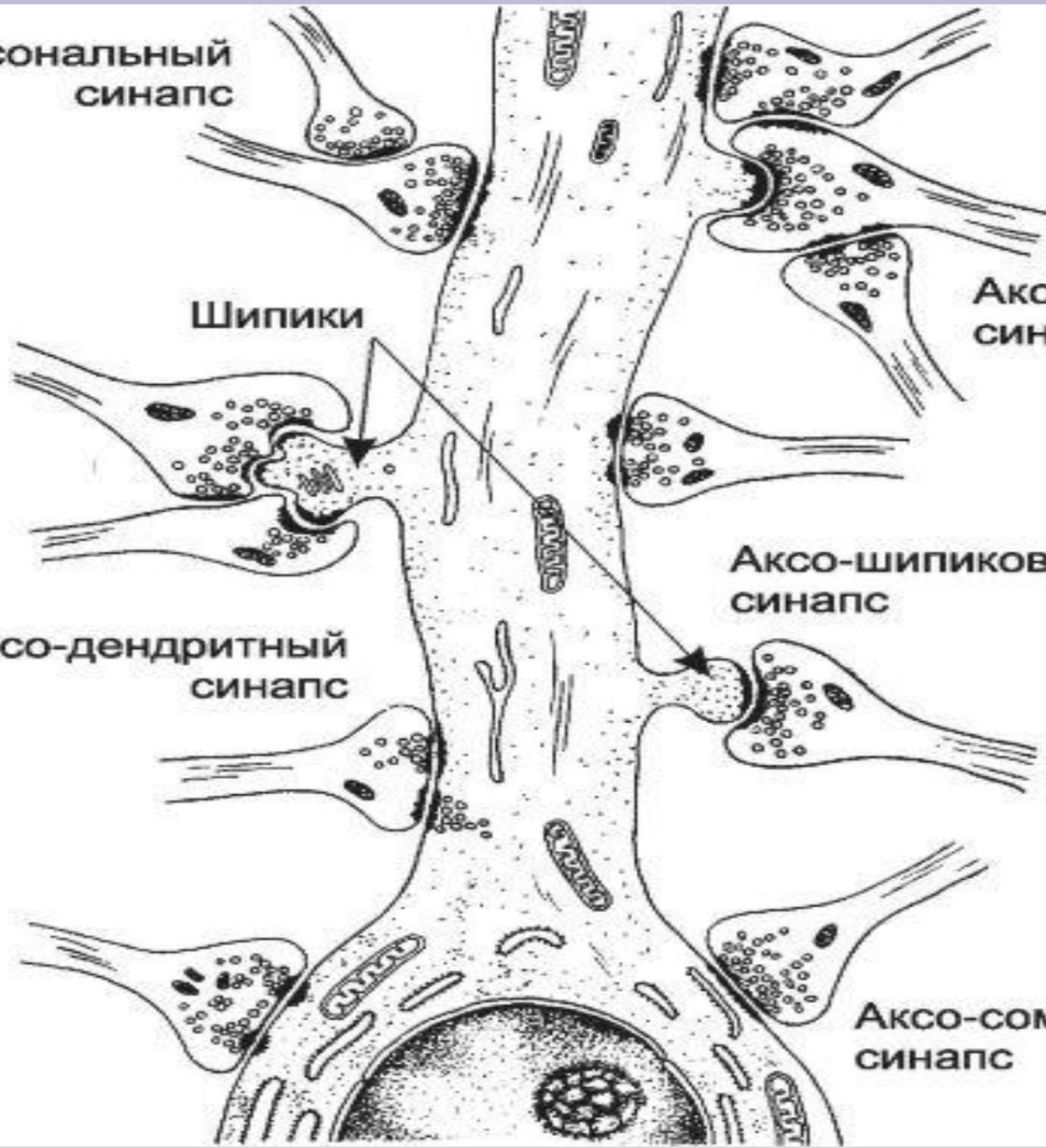
Шипики

Аксо-аксональный  
синапс

Аксо-шипиковый  
синапс

Аксо-дендритный  
синапс

Аксо-соматический  
синапс



# Типы синапсов

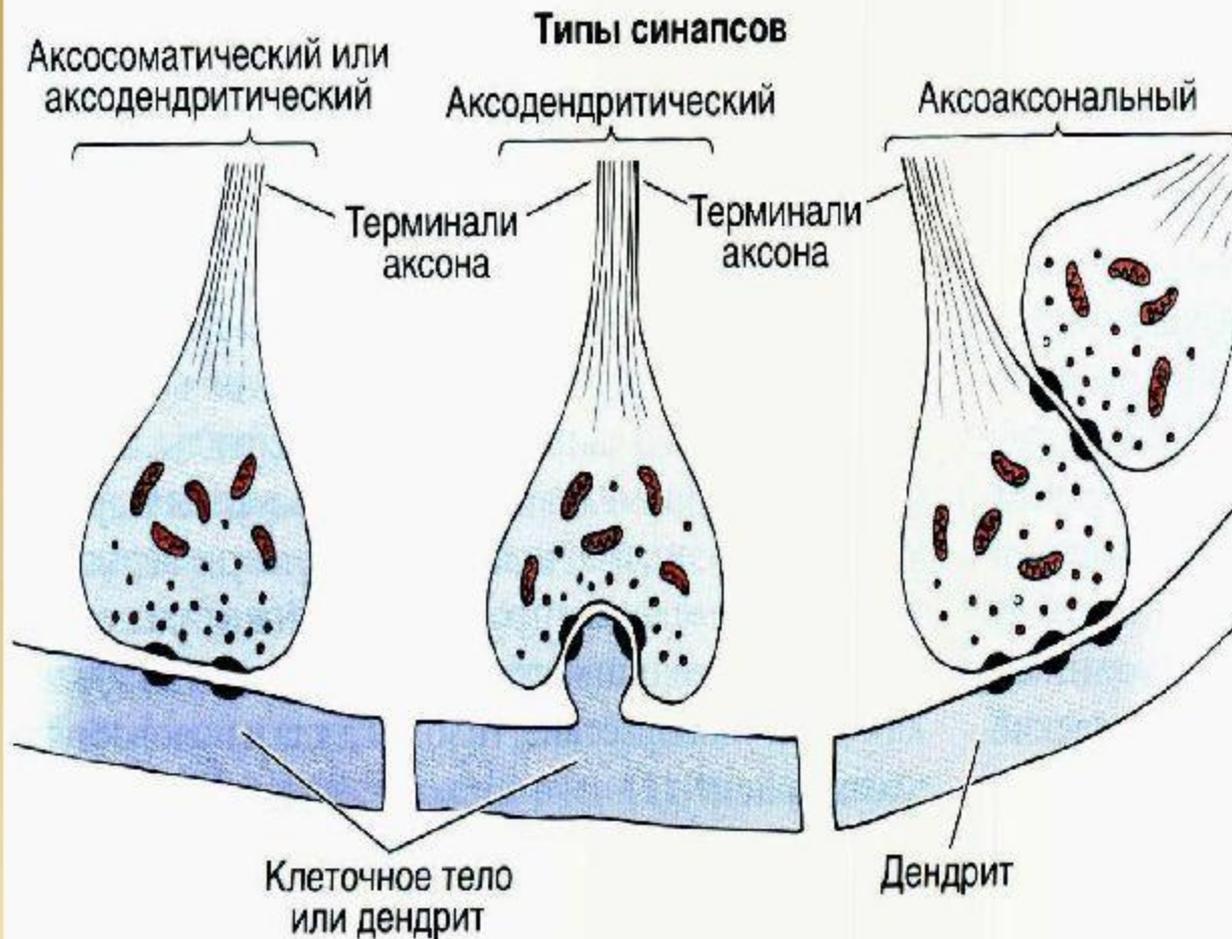
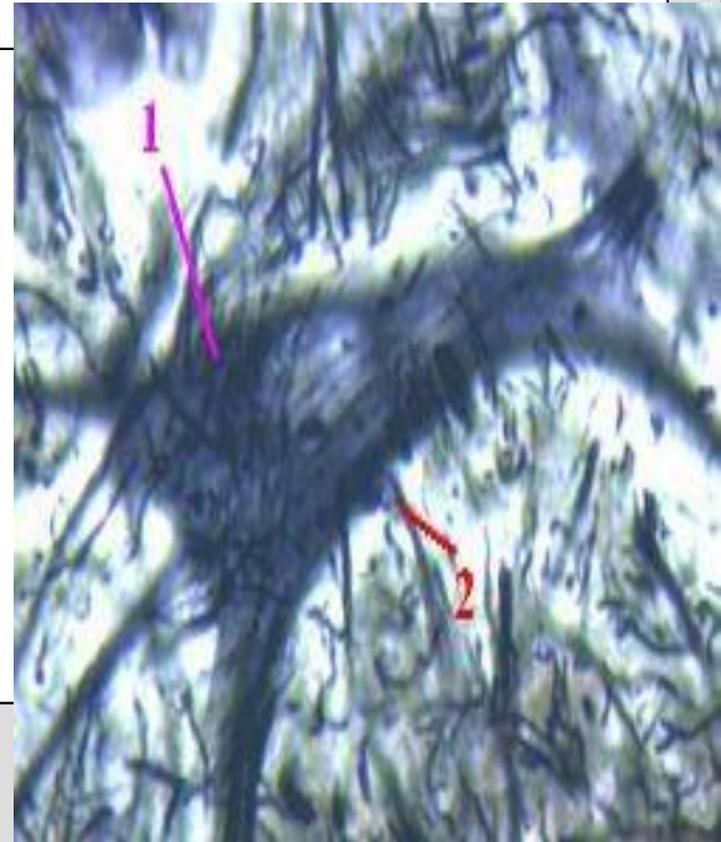


Рис. 9-8. Типы синапсов. Аксонные терминали обычно передают нервные импульсы на дендрит или клеточное тело нейрона; менее часто они образуют синапс на другом аксоне. (Перерисовано с разрешения из Cormack D.H. Essential Histology. — Lippincott, 1993.)

### **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.



## Нейроэффektorные синапсы (эффektorные нервные окончания)

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

# Эфферентные (двигательные) нервные окончания

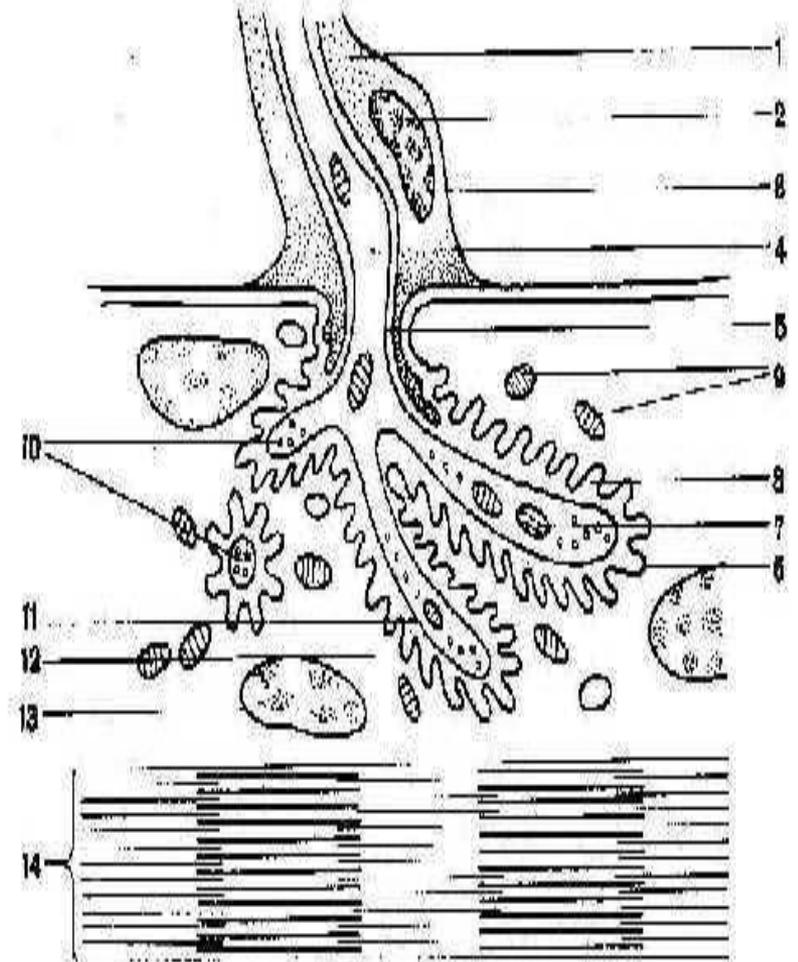
Синаптический контакт аксона  
двигательного нейрона с мышечной  
или секреторной клеткой

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

# Нервно-мышечные окончания: общее описание

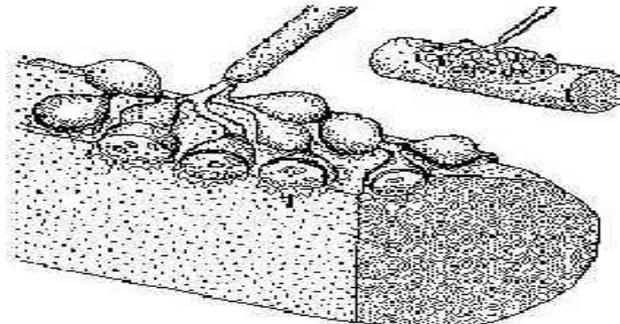
Названия

Нервные окончания в поперечнополосатых мышцах называются нервно-мышечными окончаниями или моторными пластинками (моторными бляшками).



Медиатор

Данные синапсы передают



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

