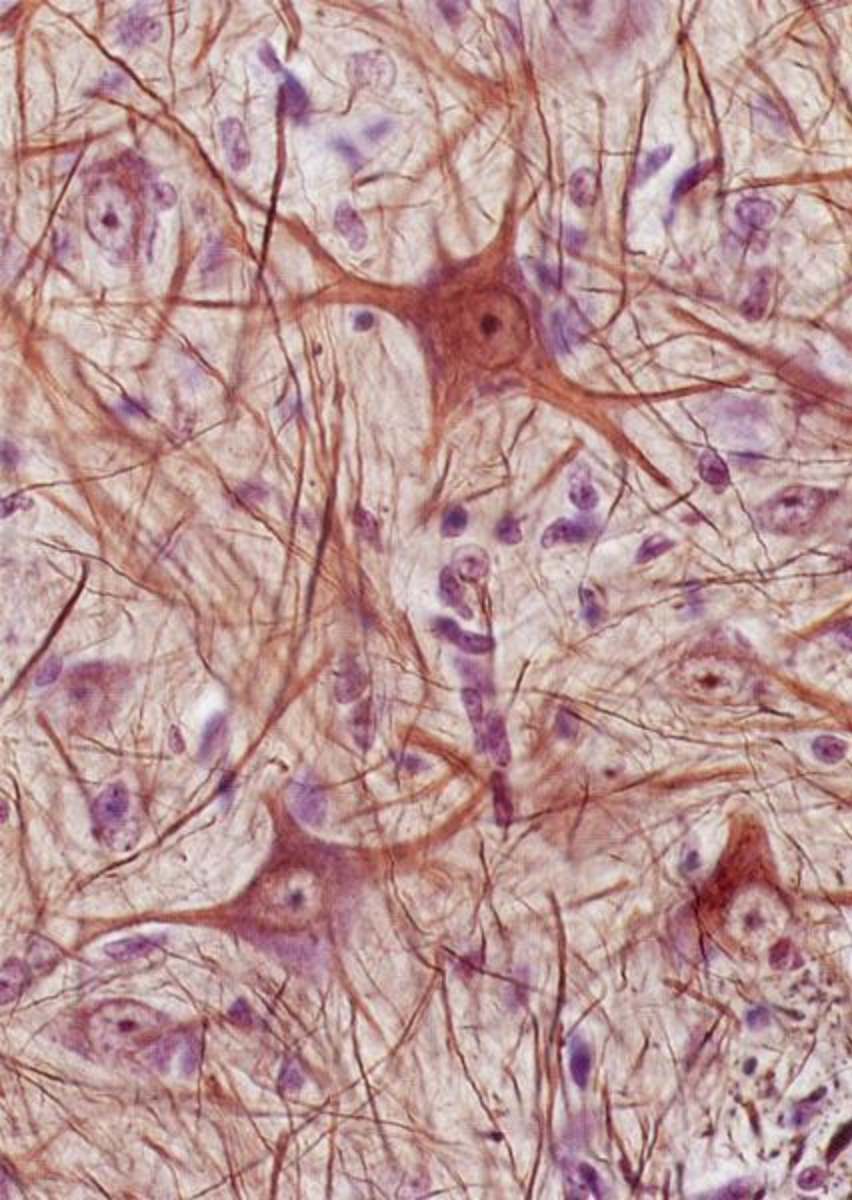


НЕРВНАЯ ТКАНЬ



Нервная ткань

1. Развивается из **эктодермы**.
2. Состоит из клеток (нейронов) и **нейроглии**.
3. Практически нет межклеточного вещества (очень мало межклеточной жидкости).
4. Большинство **нейронов** после рождения не проявляют способности к пролиферации.
5. Клетки **нейроглии** хорошо обновляются.
6. Относится к высокодифференцированным тканям. Ее элементы формируют **нервную систему**.

Нервная ткань

Основные функции:

1. Получение, хранение и переработка информации, поступающей из внешней и внутренней среды.
2. Регуляция и координация деятельности различных систем организма.

Нервная ткань

```
graph TD; NT[Нервная ткань] --> N[Нейроны, выполняющие специфическую функцию]; NT --> NG[Нейроглия]; NG --> MG[макроглия]; NG --> MiG[микроглия]; MG --> EP[эпендимоциты]; MG --> OL[олигодендроциты]; MG --> AS[астроциты]; MiG --> GM[глиальные макрофаги];
```

The diagram is a hierarchical flowchart on a light blue grid background. At the top is a grey rectangular box labeled 'Нервная ткань'. Two arrows point down from it to a yellow rounded rectangular box on the left labeled 'Нейроны, выполняющие специфическую функцию' and a light purple rounded rectangular box on the right labeled 'Нейроглия'. From 'Нейроглия', two arrows point down to a dark blue rounded rectangular box labeled 'макроглия' and another light purple rounded rectangular box labeled 'микроглия'. From 'макроглия', three arrows point down to three dark blue rounded rectangular boxes: 'эпендимоциты' (left), 'олигодендроциты' (bottom), and 'астроциты' (right). From 'микроглия', one arrow points down to a light purple rounded rectangular box labeled 'глиальные макрофаги'.

Нейроны, выполняющие специфическую функцию

Нейроглия

макроглия

микроглия

эпендимоциты

астроциты

глиальные макрофаги

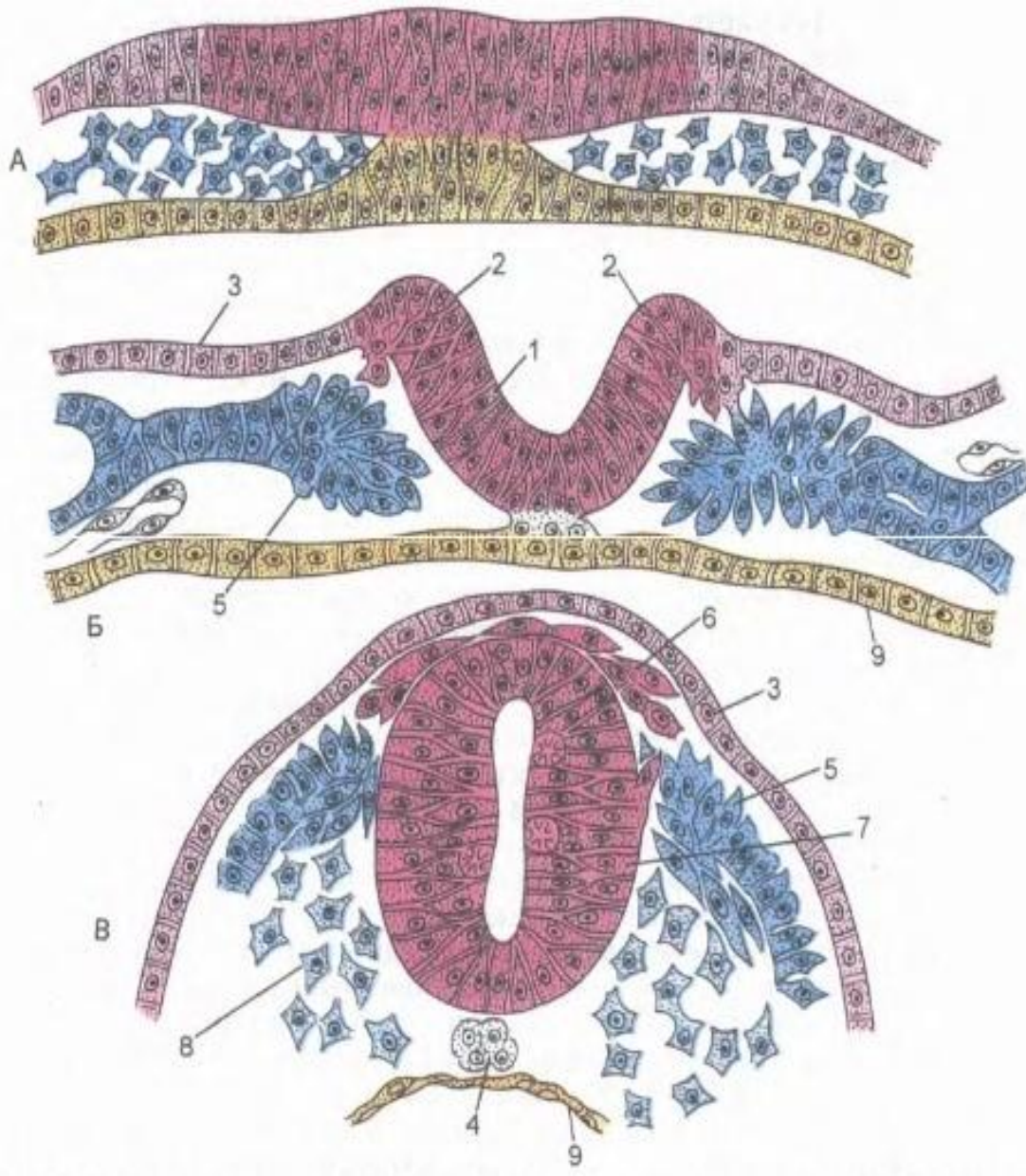
олигодендроциты

Развитие нервной ткани

- Развивается из утолщения эктодермы – **нервной пластинки**
- Её края утолщаются и приподнимаются как **нервные валики**, между которыми образуется **нервный желобок**
- Валики смыкаются и образуется **нервная трубка** (формирование нейронов и макроглии ЦНС)
- Часть клеток не входит в состав нервной трубки – **нервный гребень** (формирование нейронов ганглиев, клеток мягкой и паутинной мозговых оболочек, клеток мозгового в-ва надпочечника, меланоцитов кожи и др.)

Развитие нервной ткани

- ▣ **Нейробласты** утрачивают способность к делению после начала миграции.
- ▣ По мере дифференцировки в цитоплазме появляются канальцы и цистерны ЭПС, уменьшается количество рибосом, увеличивается кол-во нейрофиламентов и микротрубочек.
- ▣ Тело приобретает грушевидную форму, из острого конца формируется **аксон/нейрит**.
- ▣ **Нейробласты** превращаются в **нейроны**.



**Схема формирования
нервной трубки
зародыша цыплёнка (по
А. Г. Кнорре)**

**А - стадия нервной
пластинки**

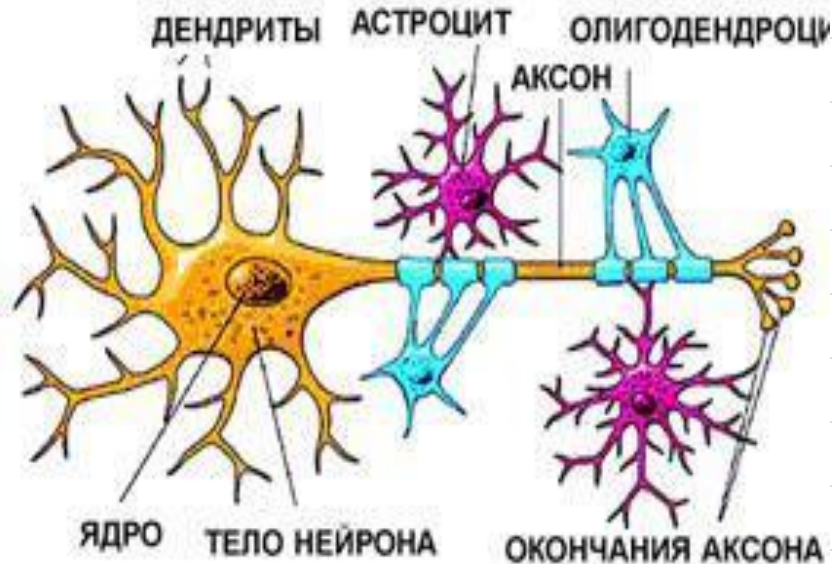
**Б - замыкание нервной
трубки**

**В – обособление
нервной трубки и
ганглиозной пластинки
от эктодермы**

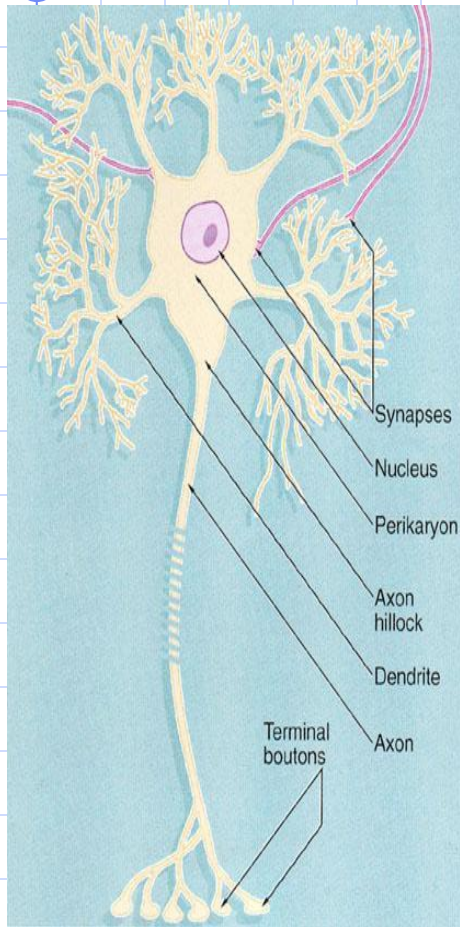
1-нервный желобок; 2-
нервные валики; 3-кожная
эктодерма; 4-хорда; 5-
мезодерма; 6-ганглиозная
пластинка; 7-нервная
трубка; 8-мезенхима; 9-
энтодерма

Развитие нервной ткани

Глиобласты сохраняют высокую пролиферативную активность после завершения процессов миграции. Они превращаются в клетки **глии**.



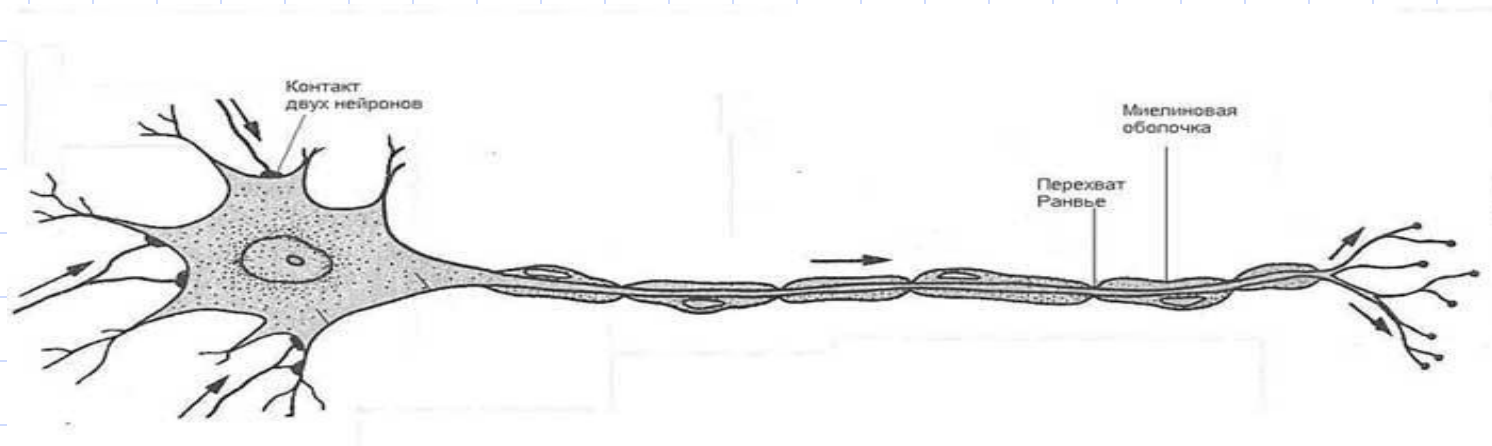
Нейроны



1. Образуют функциональную цепь клеток – рефлекторные дуги
2. После рождения не проявляют способность к пролиферации, существуют пожизненно
3. Возможна только регенерация отростков
4. В среднем за год погибает около 10 млн. нейронов
5. В течение жизни мозг теряет около 0,1% всех нейронов

Строение нейрона

В нейроците выделяют тело (перикарион) и отростки (дендриты и аксон)



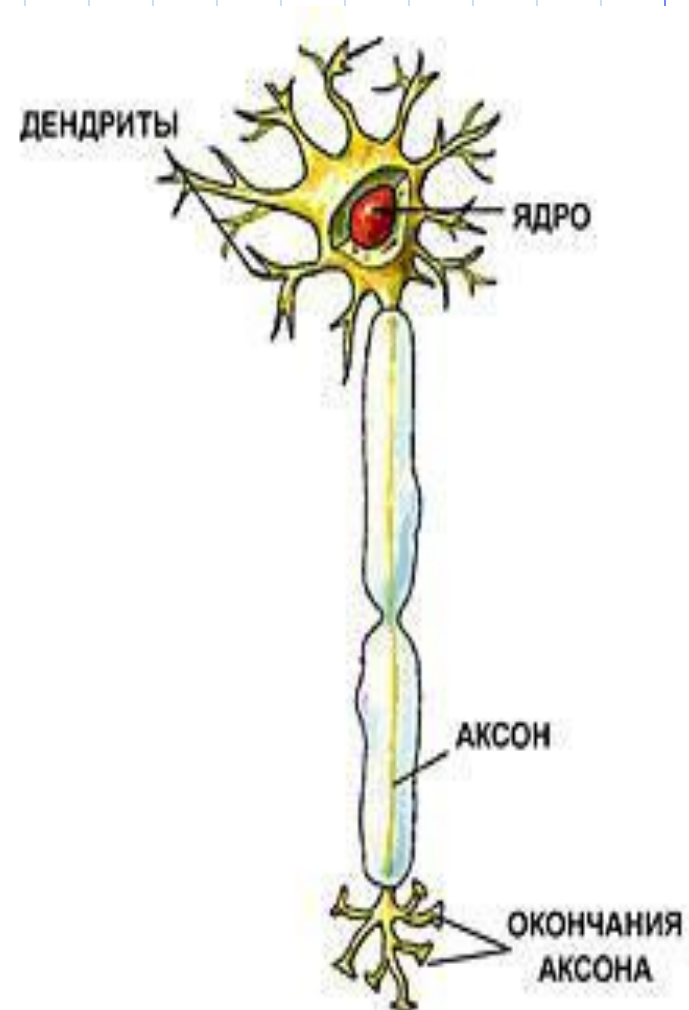
Строение нейрона

2 вида отростков:

1. Несколько дендритов (несут раздражение от воспринимающих аппаратов к телу клетки);

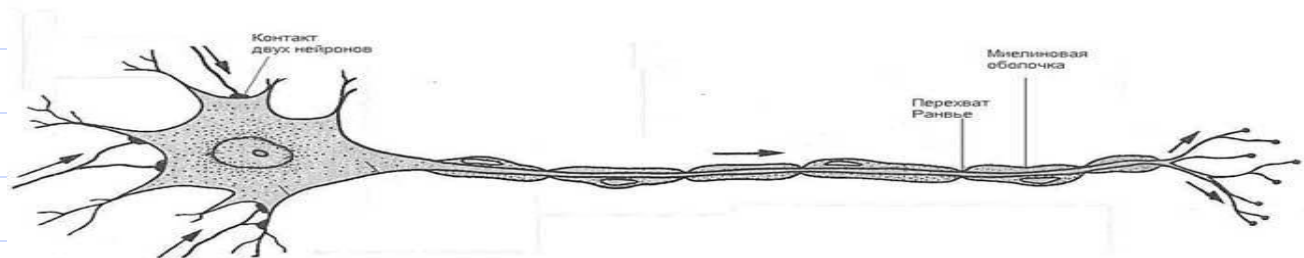
2. Один аксон (проводит нервный импульс от тела нейрона на эффекторную клетку или другой нейрон).

Нейрон имеет 1 ядро, 2-3 ядрышка.

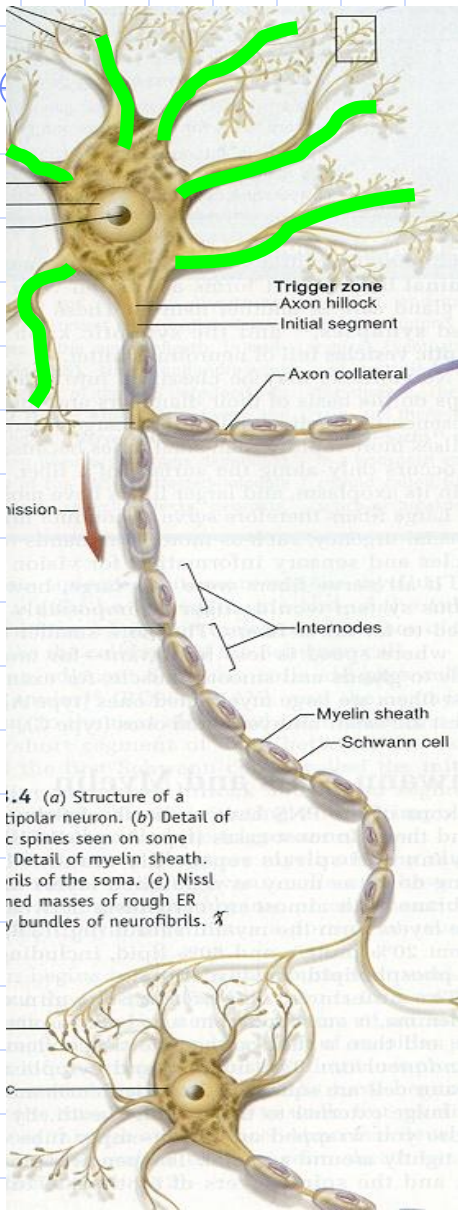


Функционально в нейроне выделяют части:

- 1. Воспринимающую** — дендриты, мембрана сомы нейрона;
- 2. Интегративную** — сома с аксональным холмиком;
- 3. Передающую** — аксональный холмик с аксоном.



Нейроны: дендриты



1. От одного и более
2. Короткие, ветвящиеся
3. Проводят импульс к телу нейрона
4. Содержат нейрофибриллы, аЭР и гЭР, митохондрии
5. На плазмалемме имеют рецепторы к нейромедиаторам

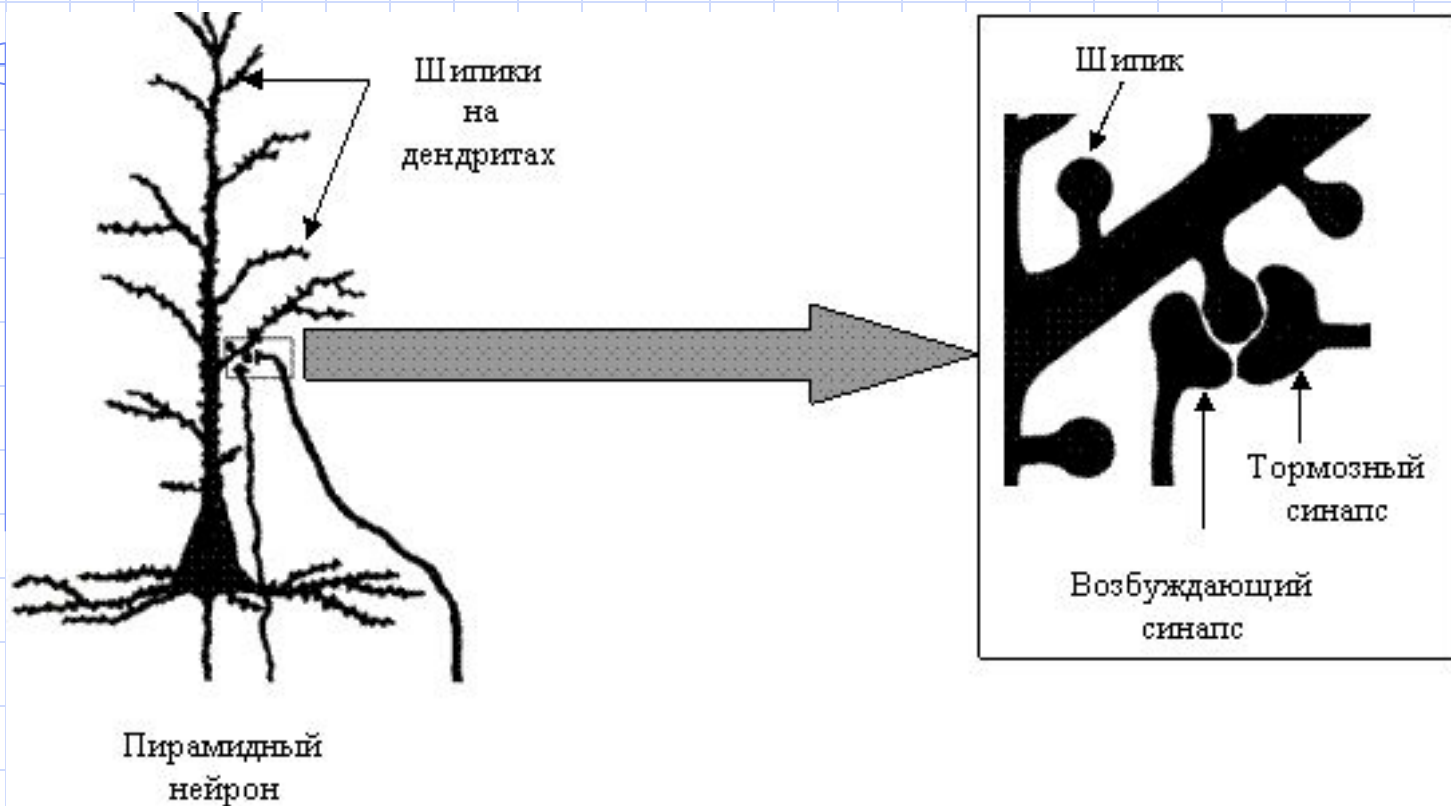
Дендриты

Дендритный транспорт – 3 мм/час.

Обычно у нейрона имеется **5-15 ветвящихся дендритов**, т.к. нейрон должен иметь большое количество входов.

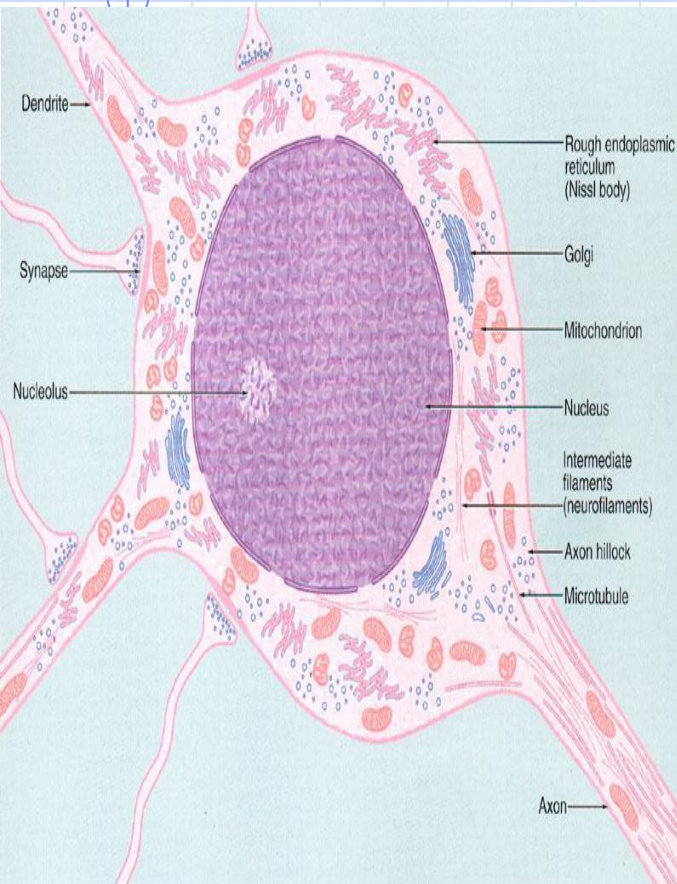
Информация к нему поступает от других нейронов через специализированные контакты – **«ШИПИКИ»**.

Дендриты



**Шипики на дендритах пирамидных клеток
коры больших полушарий**

Тело нейрона - перикарион



Содержит ядро и окружающую цитоплазму.

Ядро в центре (деконденсированный хроматин, ядрышко).

Размеры варьируют: 4-6 мкм (мозжечок), 135 мкм (клетки Беца), форма разная.

Органоиды нейрона

1. Глыбки базофильного вещества гр. ЭПС (вещество Ниссля, *тигرويد*).
2. АГ, митохондрии, лизосомы.
3. Нейрофибриллы (нейрофиламенты - 10нм, нейротрубочки - 25 нм).
4. Гранулы нейросекрета (в секреторных нейронах).
5. Пигменты: липофусцин, меланин.



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



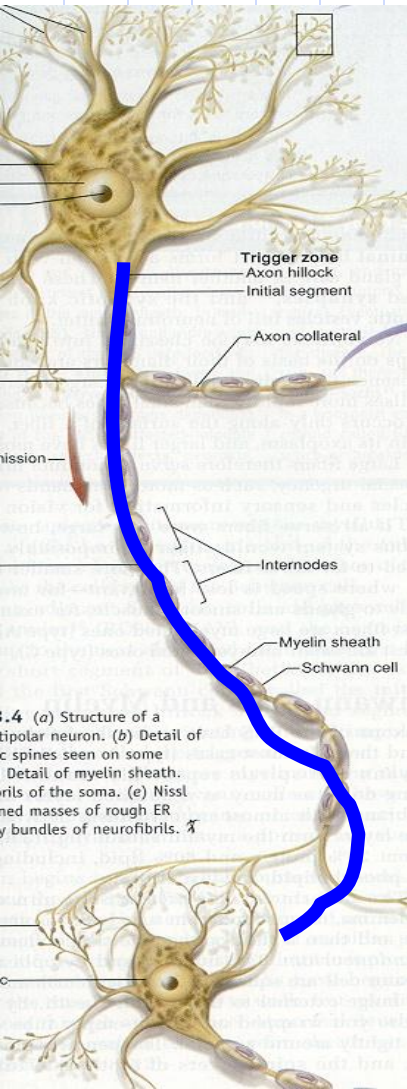
**Б. Препарат
нейрофибриллы
в нейронах
спинного мозга.
Импрегнация
азотнокислым
серебром.**

ТЕЛО НЕЙРОНА

Функции:

1. Информационная;
2. Трофическая (относительно своих отростков и их синапсов). Перерезка аксона или дендрита ведет к гибели отростков, лежащих дистальней перерезки, а следовательно, и синапсов этих отростков;
3. Обеспечивает рост дендритов и аксона.

Нейроны: аксон/нейрит

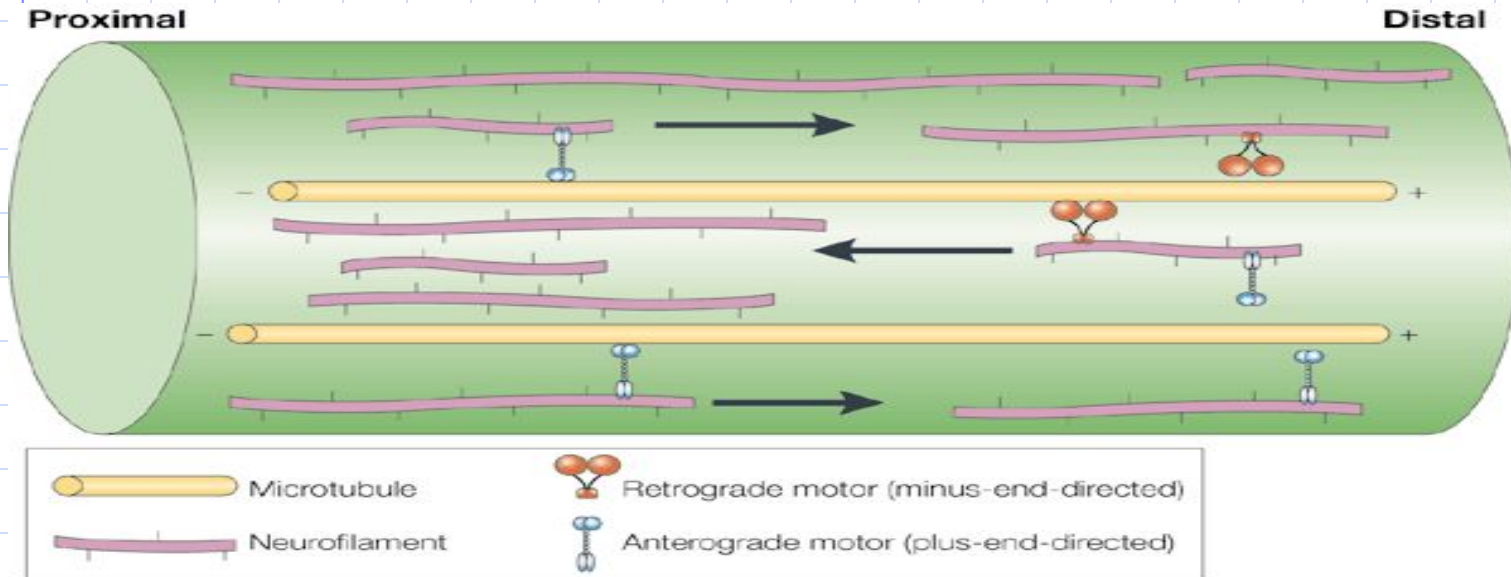


1. Всегда один
2. Длинный (длина от 1 мм до 1,5 м, диаметр – 1-20 мкм), мало ветвящийся
3. Проводит импульс от нейрона (ответный)
4. Содержит синаптические пузырьки, нейрофибриллы, митохондрии, агр. ЭПС
5. Отсутствует гр.ЭПС
6. Объем аксона может достигать до 99% объема нейрона:

ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

Два направления транспорта:

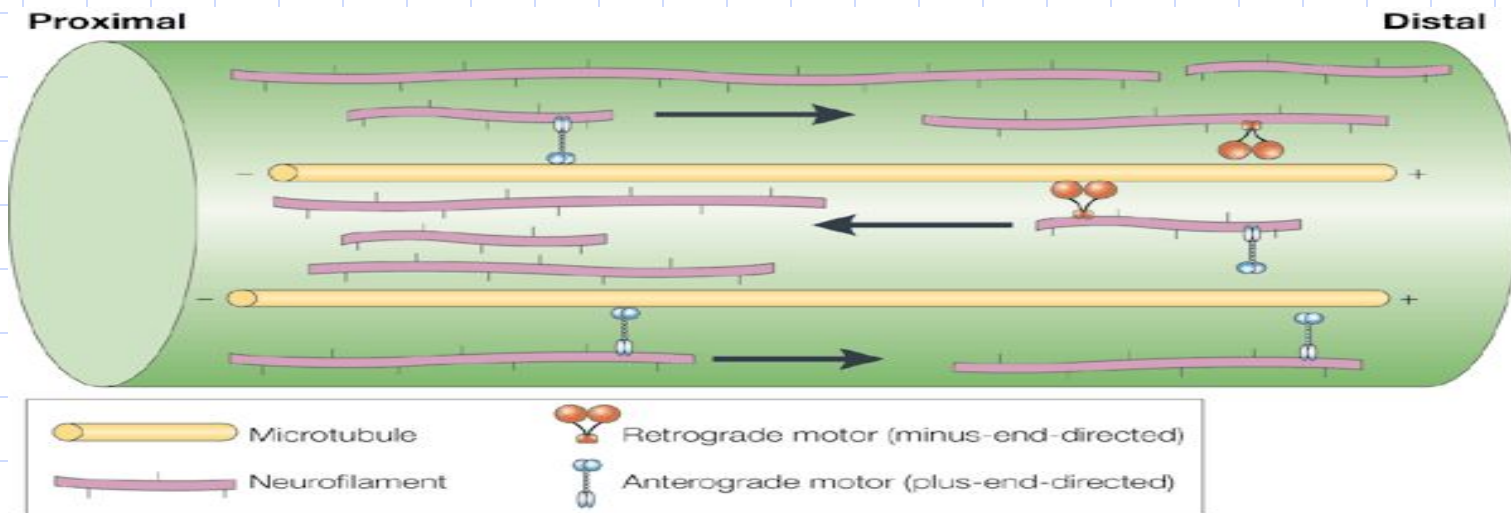
- Прямое (**антероградное**) – перемещение веществ от перикариона к периферии отростка(аксона или дендрита);
- **Ретроградное** – перемещение в обратном направлении, к перикариону.



ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

Транспорт по аксону на большие расстояния происходит с участием микротрубочек.

Белки аксонного транспорта принадлежат к **кинезиновому** и **динеиновому** семействам.



Классификация нейронов

1. Функциональная:

1. **Чувствительные (рецепторные, афферентные)** - реагируют на определённый вид воздействий внешней или внутренней среды;
2. **Ассоциативные (вставочные)** – передают сигналы от одних нейронов к другим;
3. **Эффекторные (эфферентные)** – передают сигналы на рабочие органы.

Классификация нейронов

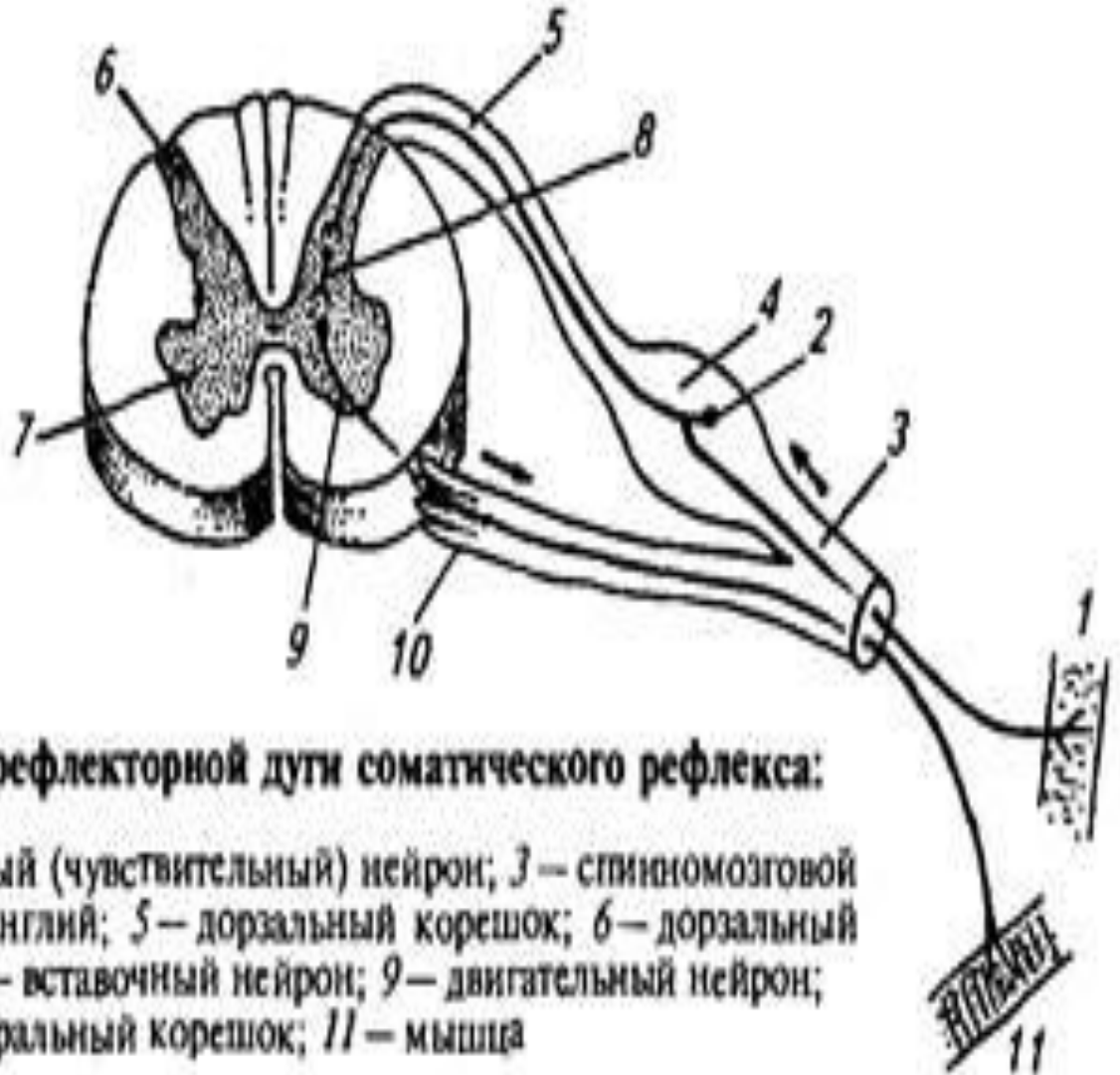


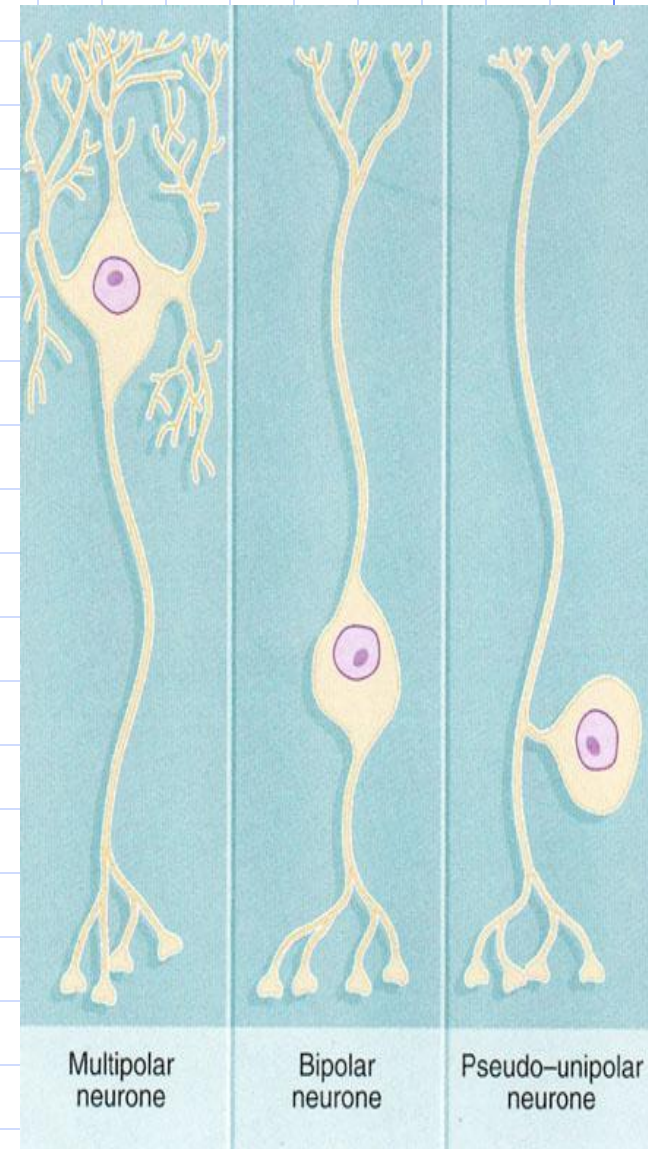
Схема простой рефлекторной дуги соматического рефлекса:

- 1 — рецептор;
- 2 — рецепторный (чувствительный) нейрон;
- 3 — спинномозговой нерв;
- 4 — спинномозговой ганглий;
- 5 — дорзальный корешок;
- 6 — дорзальный рог;
- 7 — вентральный рог;
- 8 — вставочный нейрон;
- 9 — двигательный нейрон;
- 10 — вентральный корешок;
- 11 — мышца

Классификация нейронов

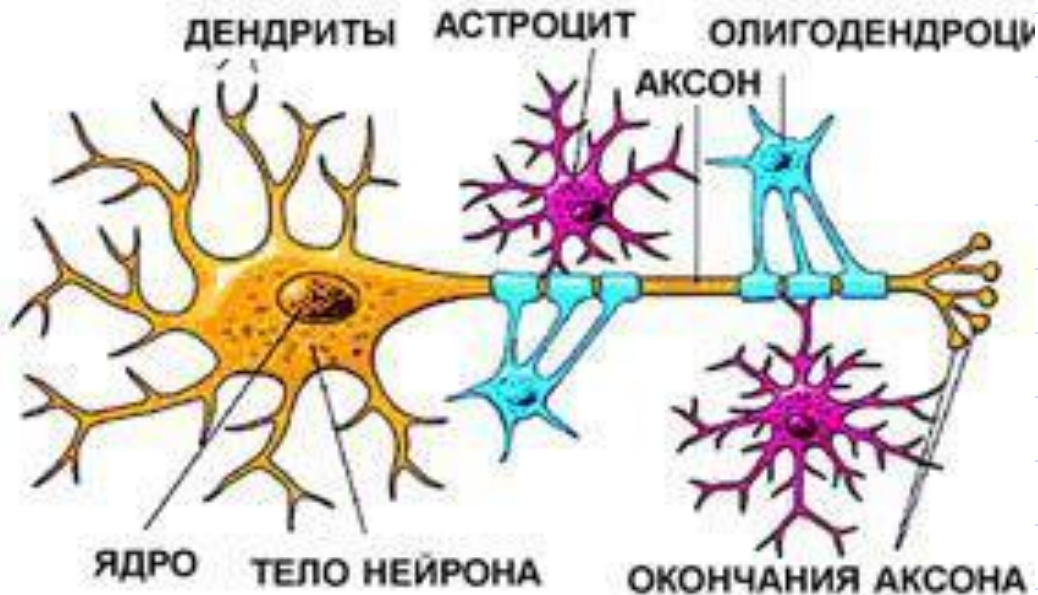
2. Морфологическая

- А. Униполярные клетки
- Б. Псевдоуниполярные клетки (спинальный ганглий)
- В. Биполярные (органы чувств)
- Г. Мультиполярные клетки – более 2 отростков (ЦНС)



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.)**

Нервная ткань

```
graph TD; NT[Нервная ткань] --> N[Нейроны, выполняющие специфическую функцию]; NT --> NG[Нейроглия]; NG --> MG[макроглия]; NG --> MiG[микроглия]; MG --> EP[эпендимоциты]; MG --> OL[олигодендроциты]; MG --> AS[астроциты]; MiG --> GM[глиальные макрофаги];
```

The diagram is a hierarchical flowchart on a light blue grid background. At the top is a grey rectangular box labeled 'Нервная ткань'. Two arrows point down from it to a yellow rounded rectangular box on the left labeled 'Нейроны, выполняющие специфическую функцию' and a purple rounded rectangular box on the right labeled 'Нейроглия'. From 'Нейроглия', two arrows point down to 'макроглия' (dark blue rounded rectangle) and 'микроглия' (purple rounded rectangle). From 'макроглия', three arrows point down to 'эпендимоциты' (dark blue rounded rectangle), 'олигодендроциты' (dark blue rounded rectangle), and 'астроциты' (dark blue rounded rectangle). From 'микроглия', one arrow points down to 'глиальные макрофаги' (purple rounded rectangle).

Нейроны, выполняющие специфическую функцию

Нейроглия

макроглия

микроглия

эпендимоциты

астроциты

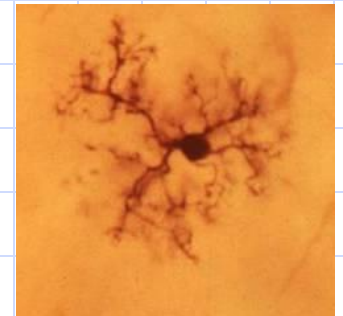
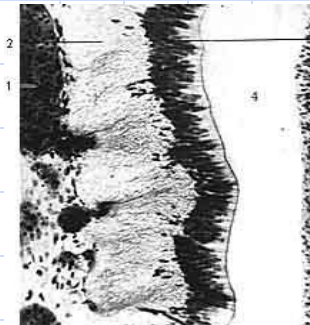
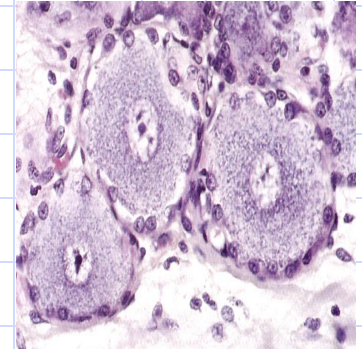
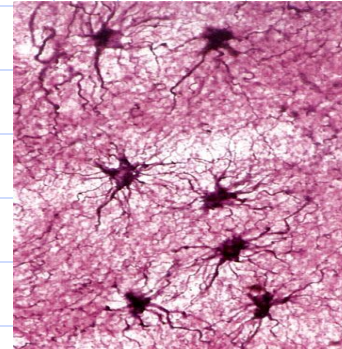
глиальные макрофаги

олигодендроциты

Нейроглия

Функции глии:

1. Опорная
2. Трофическая
3. Разграничительная
4. Защитная
5. Секреторная
6. Репаративная
7. Миелинообразование

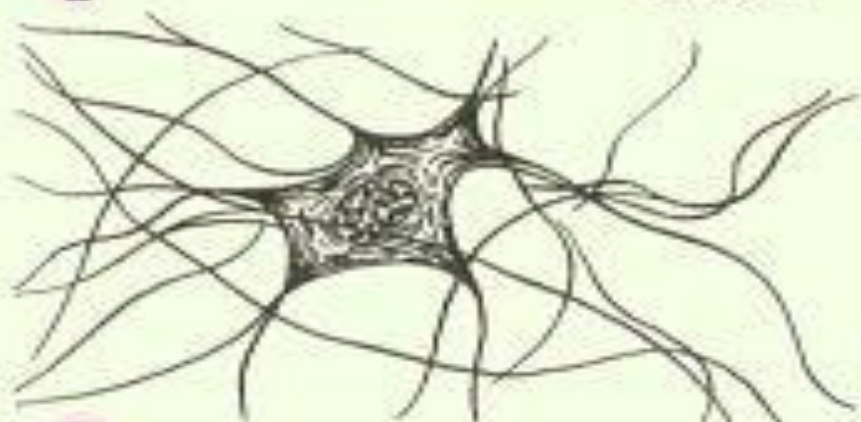




1



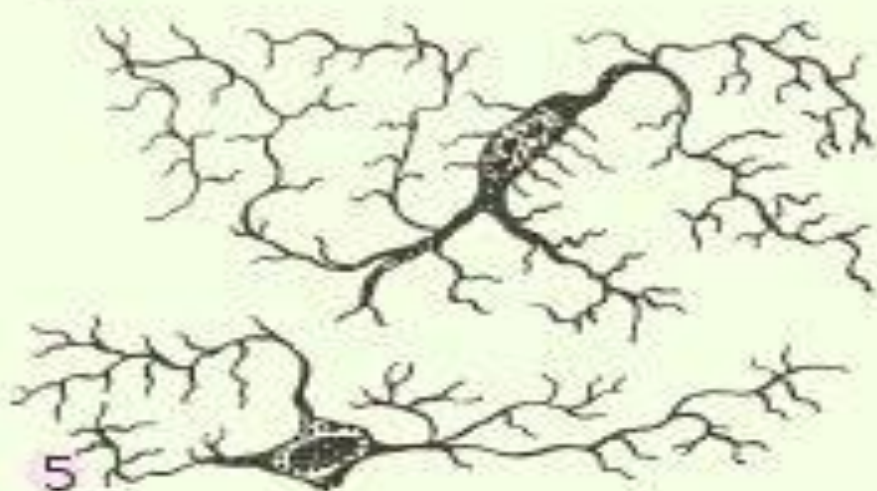
2



3



4



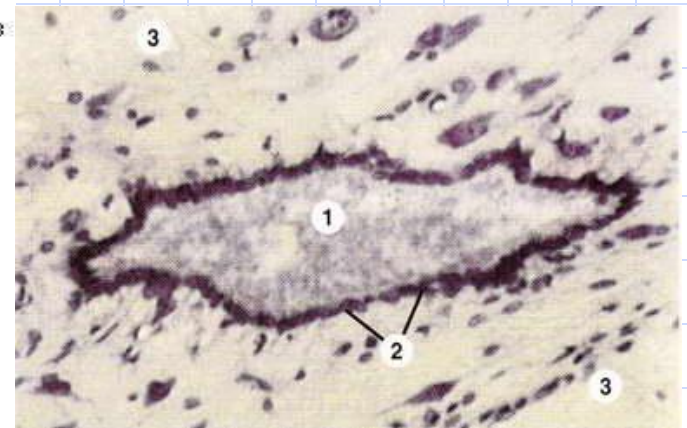
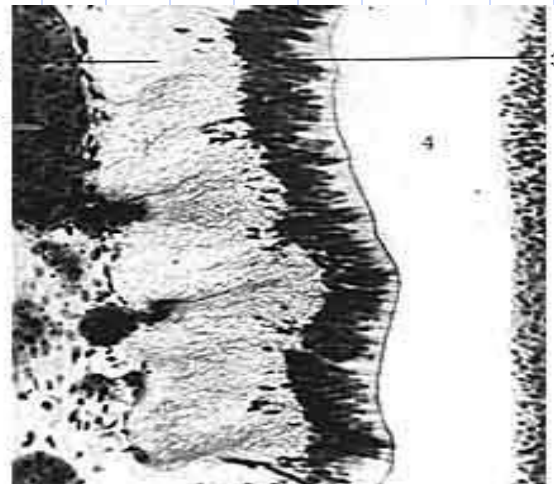
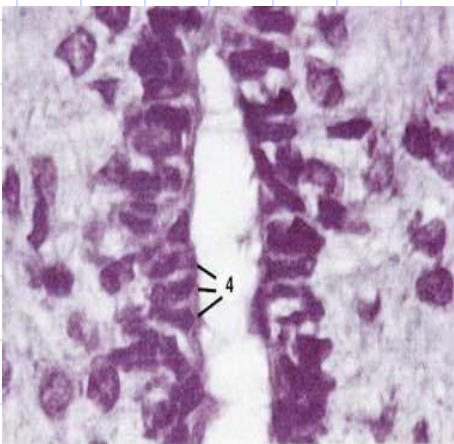
5

Схема глиоцитов различных видов

1 - эпендимоциты; 2 - протоплазматические астроциты;
3 - волокнистые астроциты;
4 - олигодендроциты;
5 - микроглия.

Макроглия. Эпендимоциты

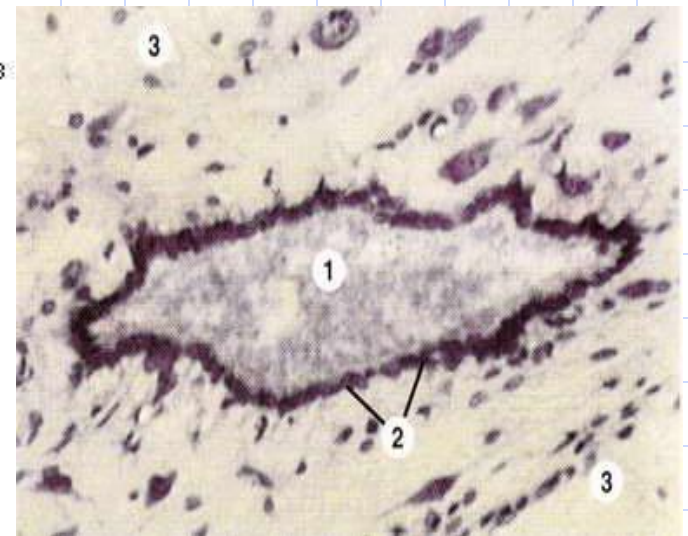
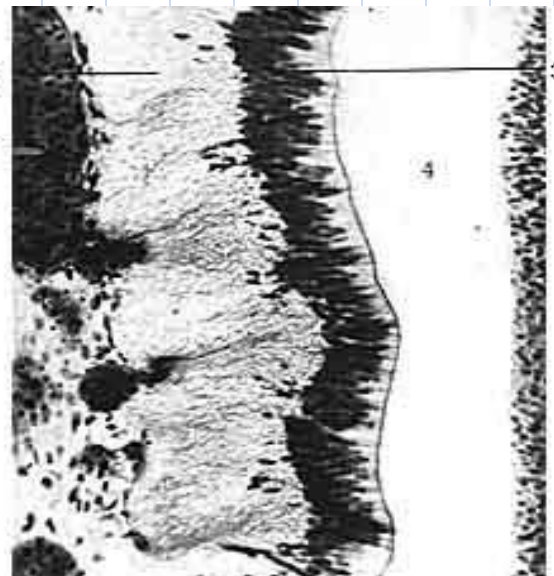
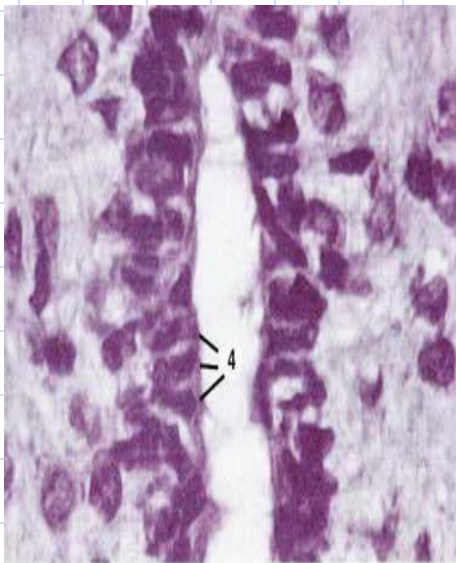
- Плотный слой клеток, выстилающих спинномозговой канал и полости головного мозга.
- Имеют **реснички** на поверхности.
- Органоиды общего значения (развиты слабо), крупные митохондрии и трофические включения.

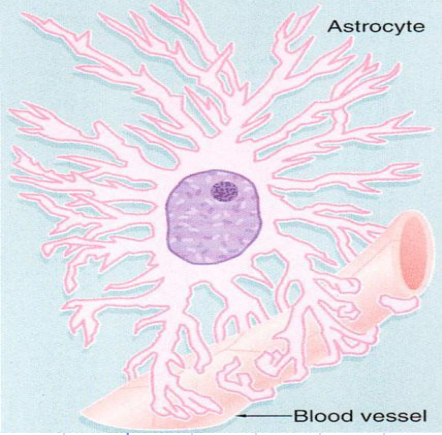


Макроглия. Эпендимоциты

Функции:

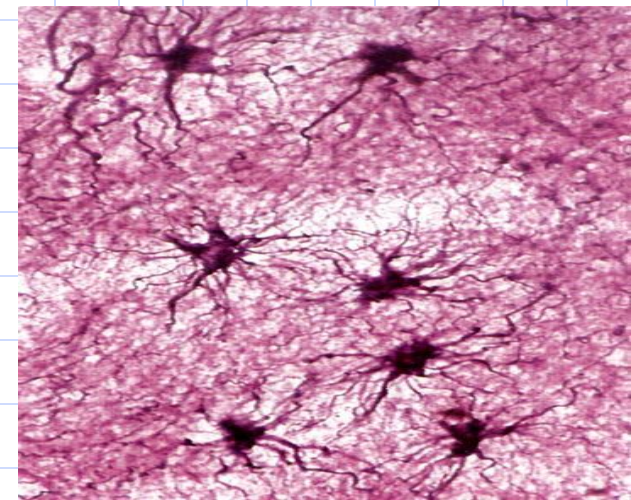
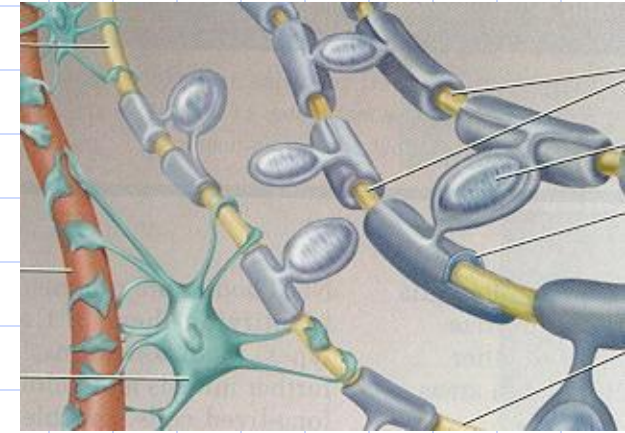
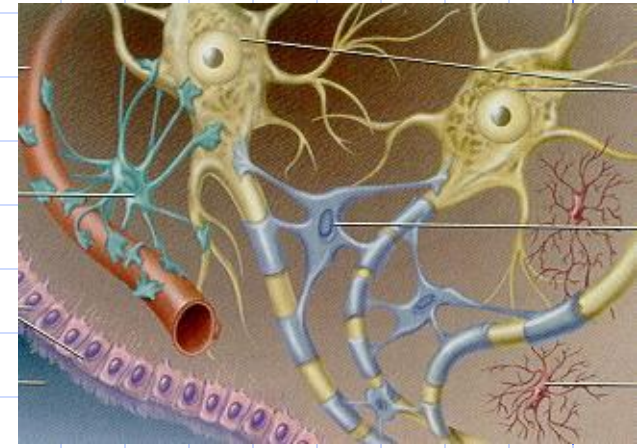
1. Покровная
2. Трофическая
3. Обмен цереброспинальной жидкости





Макроглия Астроциты

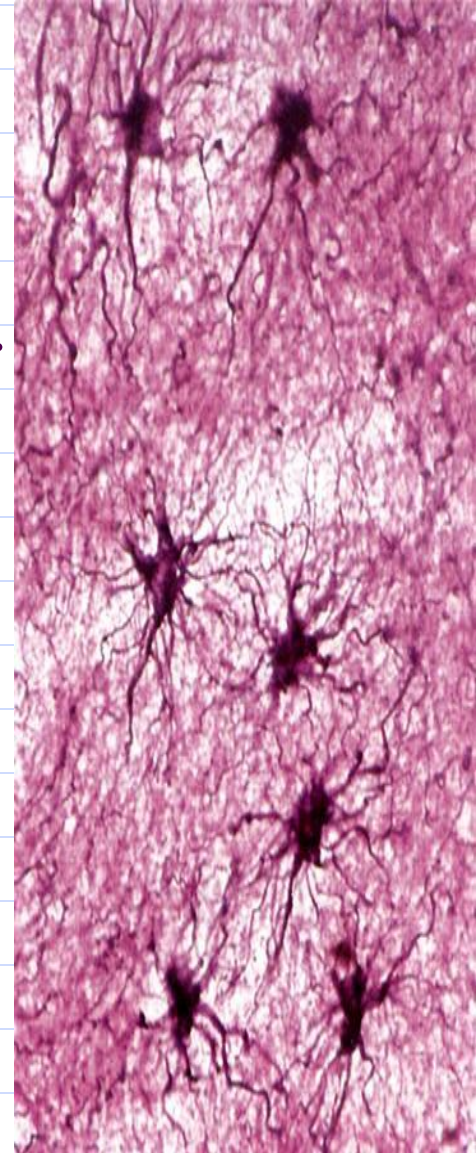
- Мелкие клетки с многочисленными отростками. Отростки оплетают нейроны, сосуды, эпендимоциты.
- В цитоплазме хорошо развиты: гр. ЭПС, АГ, митохондрии, имеются везикулы.



Макроглия. Астроциты

Функции:

1. Образуют опорный аппарат ЦНС.
2. Изолируют нейроны от внешних влияний.
3. Транспорт метаболитов из сосудов.
4. Элемент гематоэнцефалического барьера
5. Фагоцитоз
6. Секреция фактора роста нервов



Макроглия. Астроциты

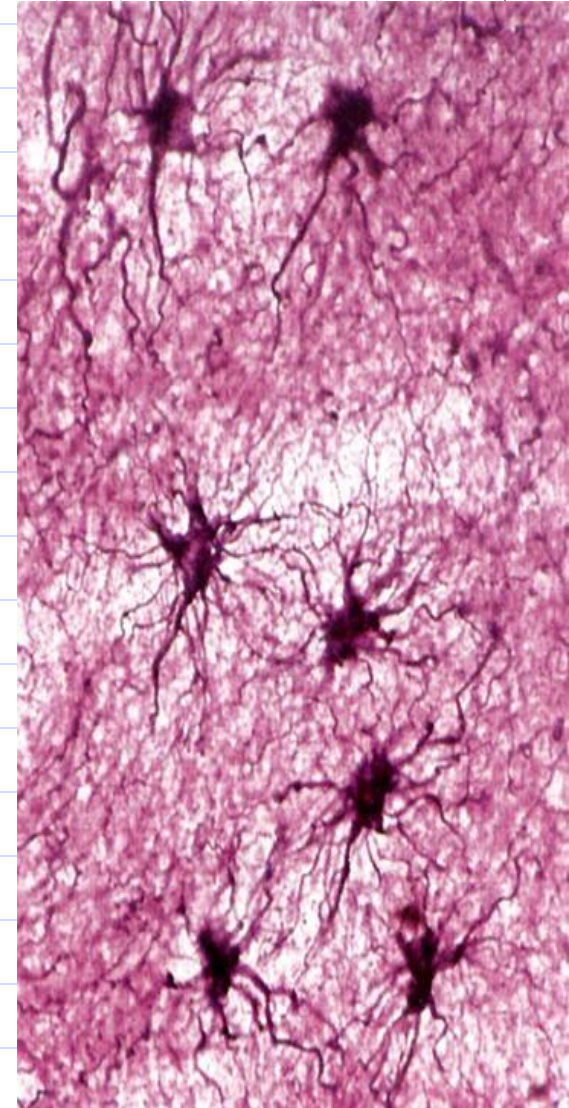
Различают 2 вида клеток:

1. Протоплазматические – в сером веществе. Светлое ядро, множество разветвленных отростков.

Разграничительная и трофическая функции.

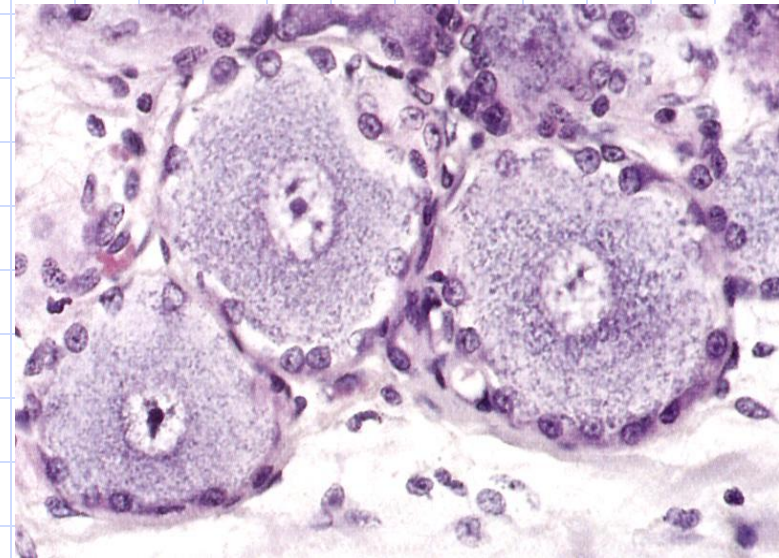
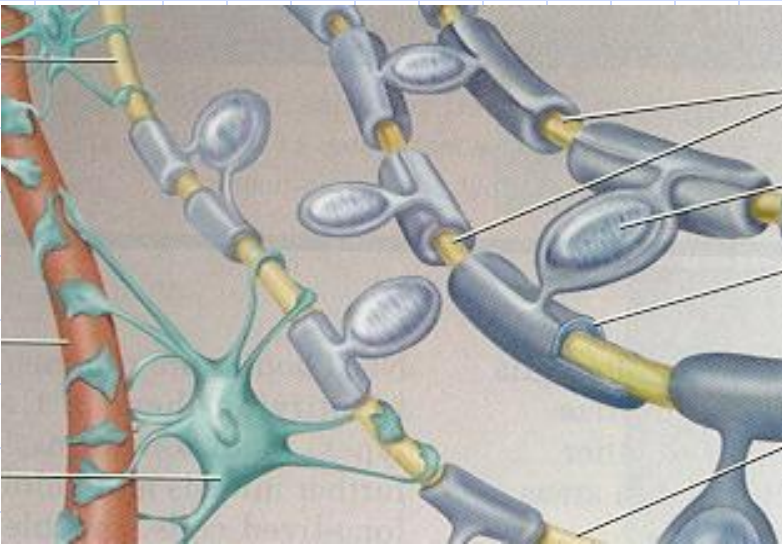
2. Волокнистые – в белом веществе.

Имеют 20-40 отростков – поддерживающий аппарат мозга - *периваскулярные глиальные пограничные мембраны.*



Макроглия. Олигодендроциты.

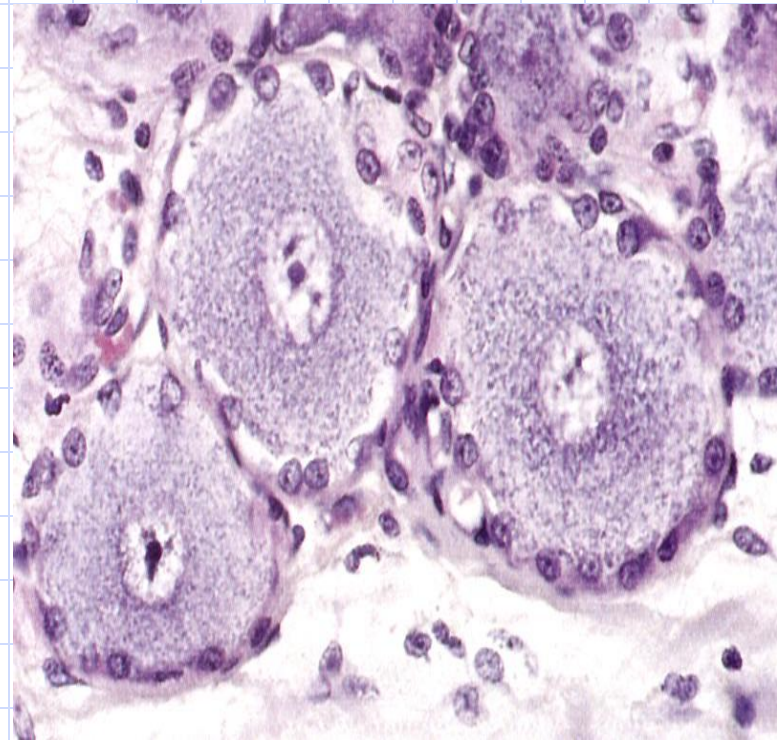
- Самая многочисленная группа.
- Составляют оболочки нервных волокон и нервных окончаний – *нейролеммоциты* (шванновские клетки)
- Хорошо развит синтетический аппарат.
- Имеют неразветвленные отростки.



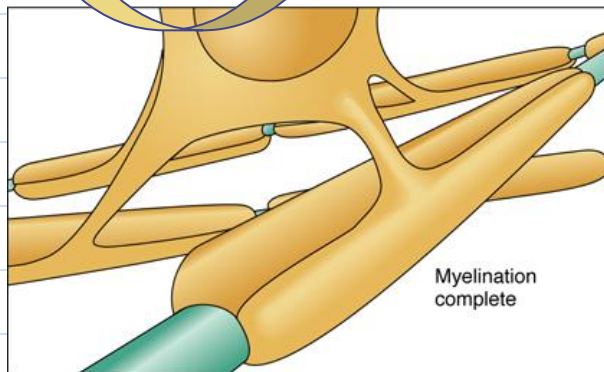
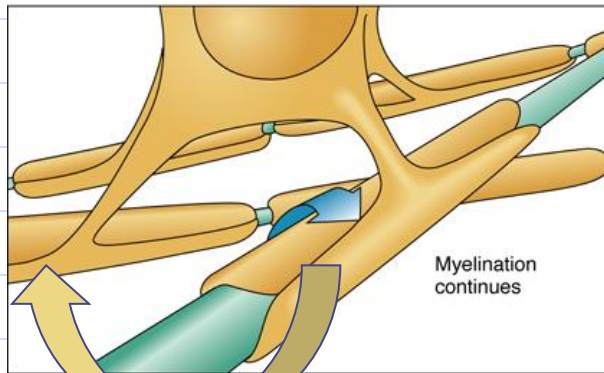
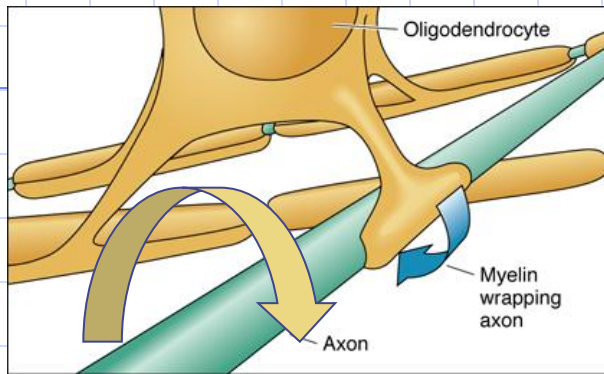
Макроглия. Олигодендроциты.

Функции:

1. Синтез миелина;
2. Обеспечивают условия для нормальной передачи нервного импульса
3. Регенерация нервного волокна



Олигодендроциты



Отросток ОДЦ покрывает отросток нейрона и накручивается на него, образуя оболочку нервного волокна

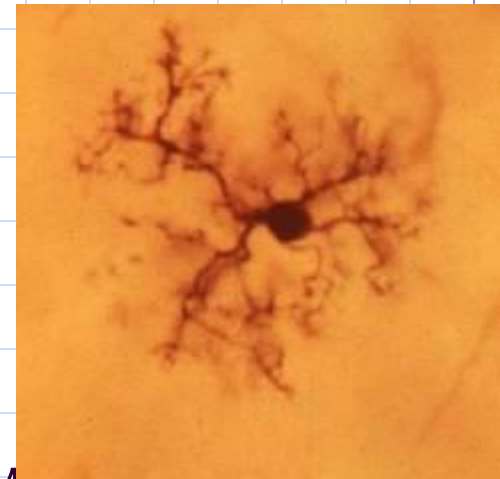
Глиальные макрофаги (микроглия)



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

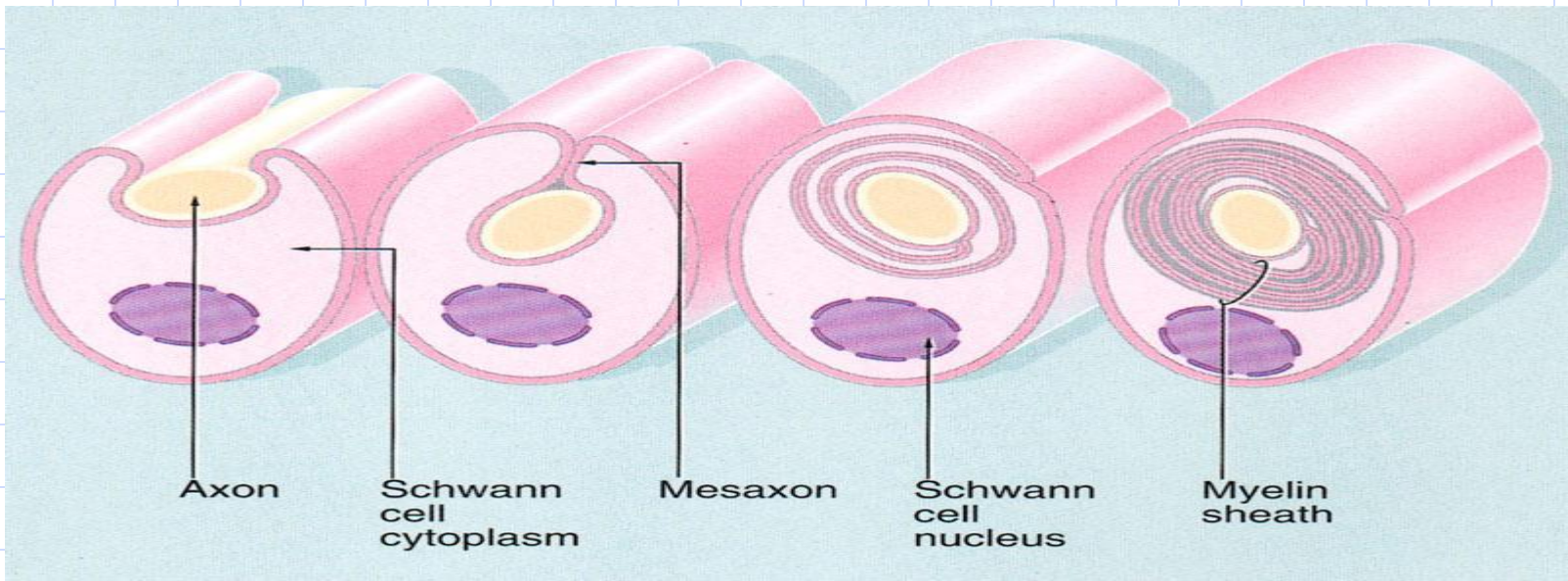
Функции:



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.

Нервные волокна

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

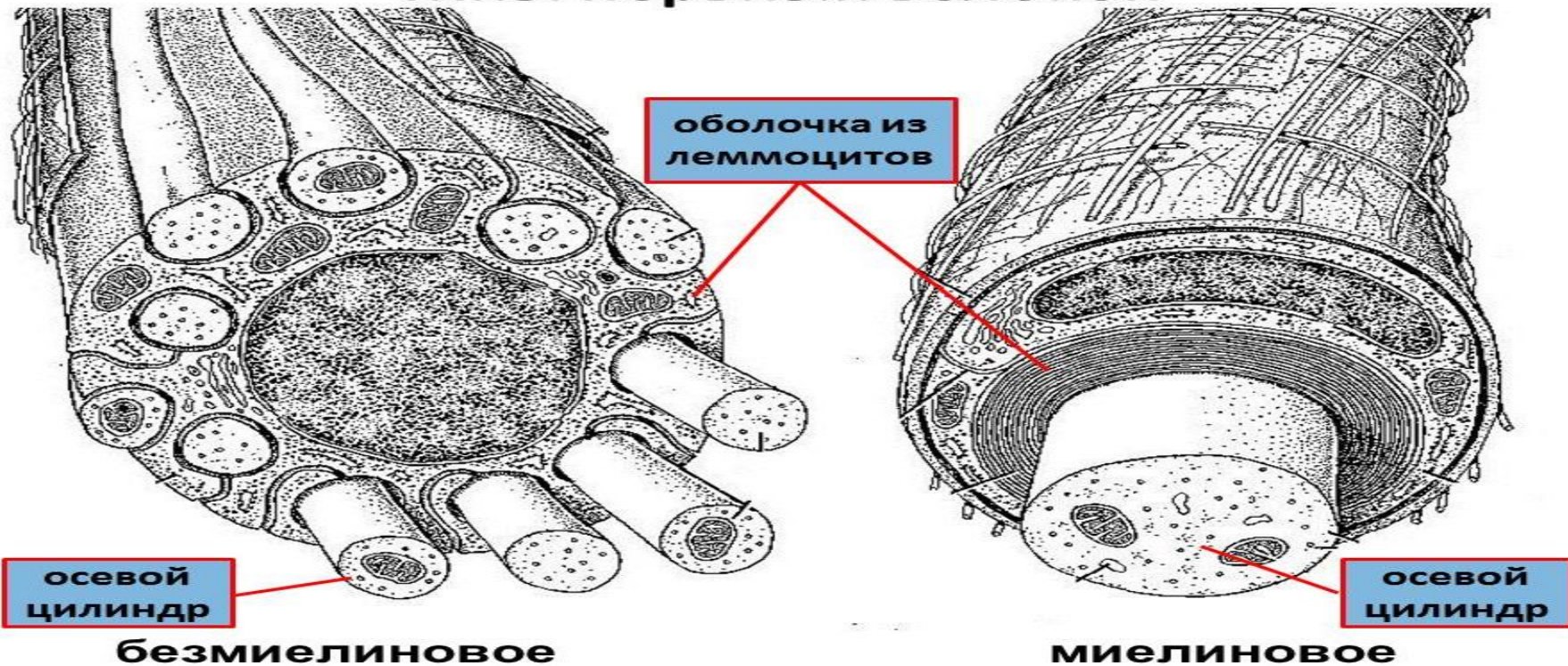


Нервные волокна

Безмиелиновые

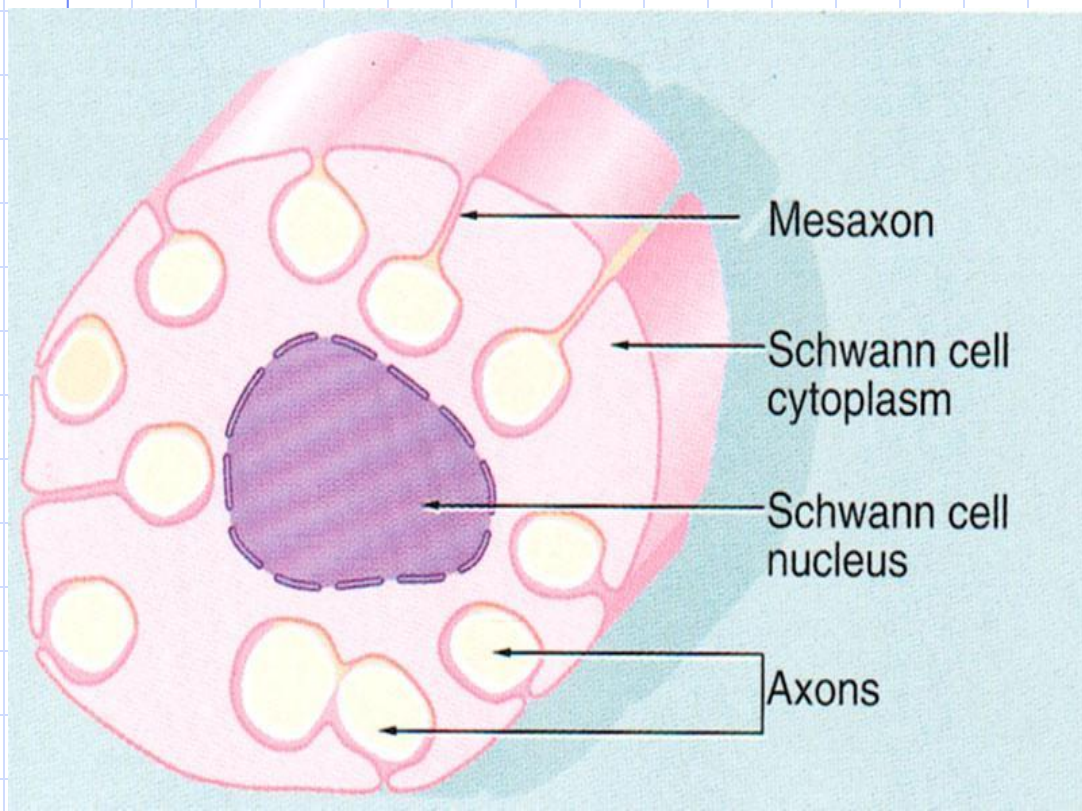
Миелиновые
($d = 1-20 \text{ мкм}$)

типы нервных волокон



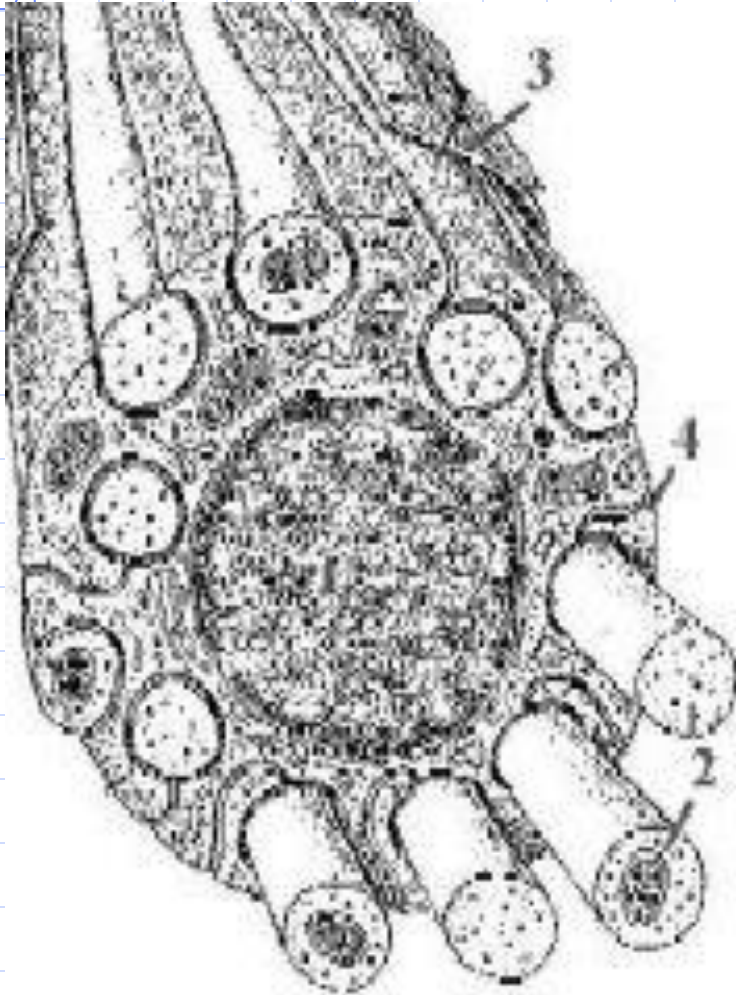
Безмиелиновые нервные волокна

- Находятся в ВНС
- Состоят из:
 - осевых цилиндров (отростки нейронов)
 - Шванновских клеток

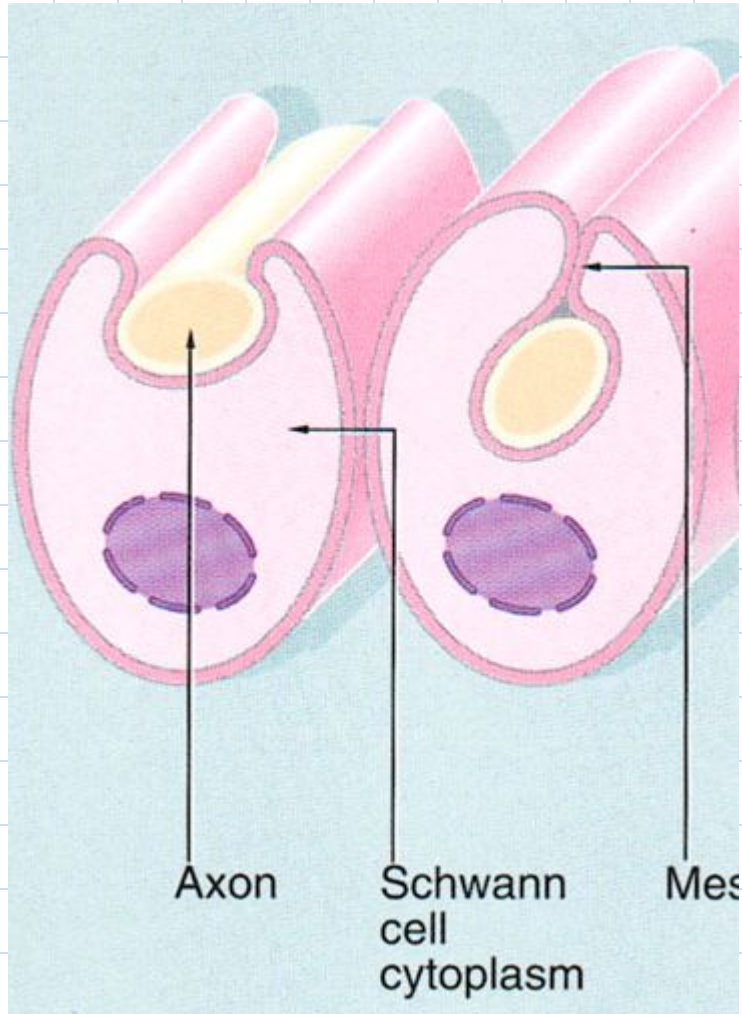


Безмиелиновые волокна

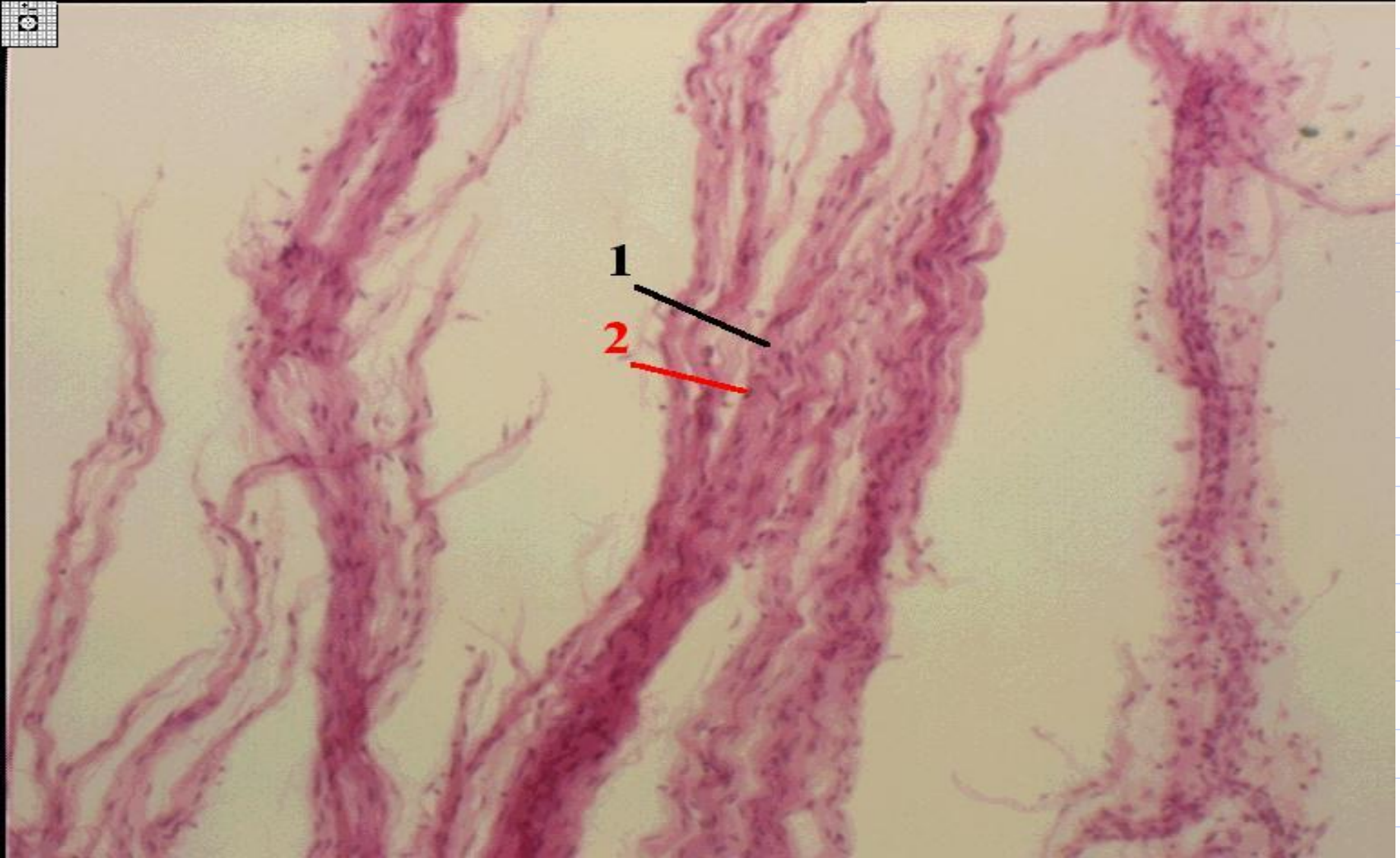
Если в цитоплазму Шванновской клетки погружено несколько (10-20) осевых цилиндров, то такие волокна называются **волокнами кабельного типа**.



Безмиелиновые волокна



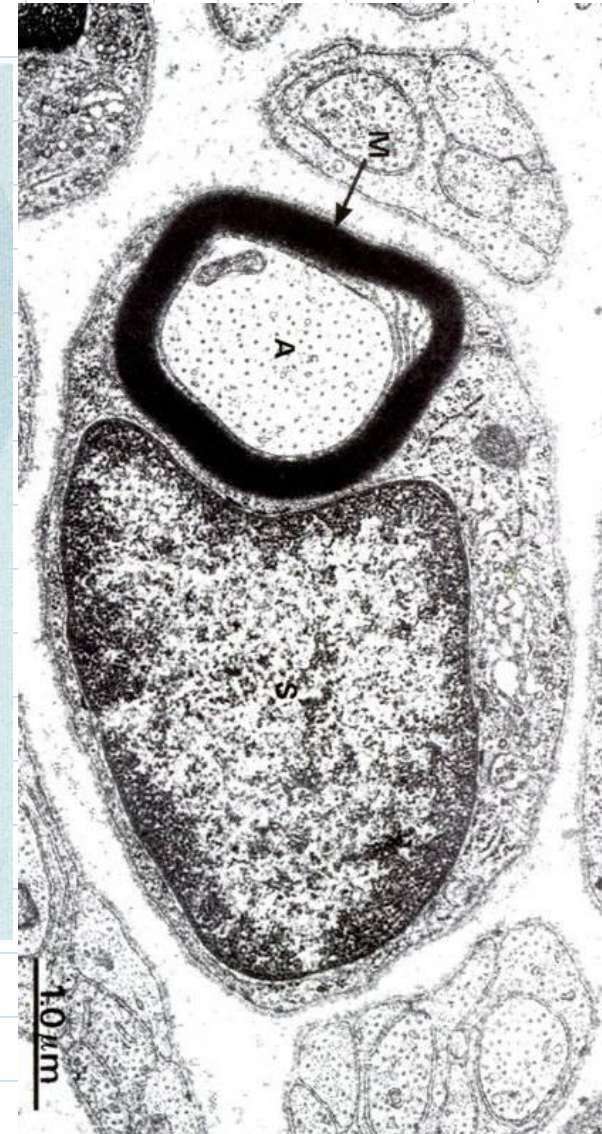
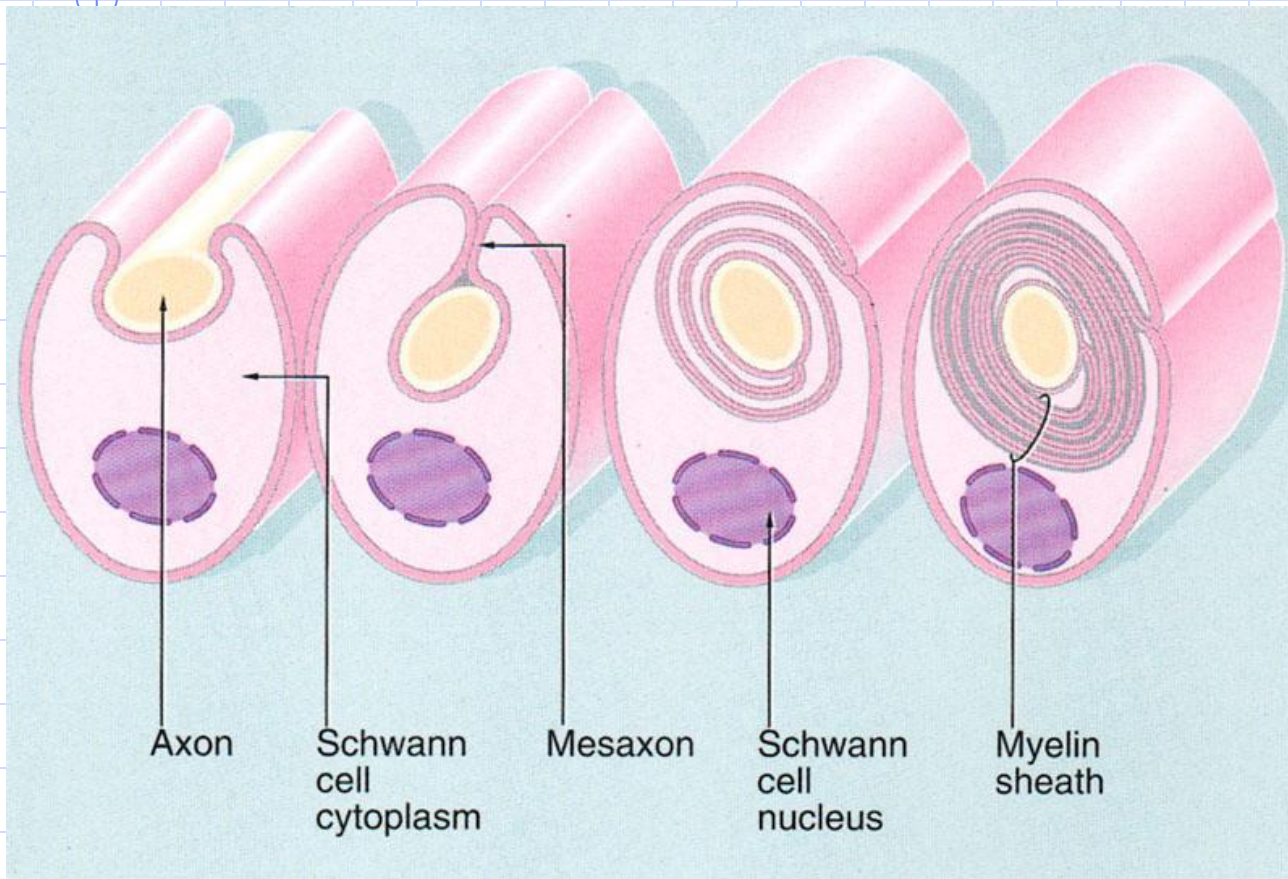
При погружении осевого цилиндра в цитоплазму олигодендроцита мембрана клетки сближается над цилиндром, образуя "брыжейку" — **мезаксон.**



Безмиелиновые нервные волокна (гематоксилин-эозин).

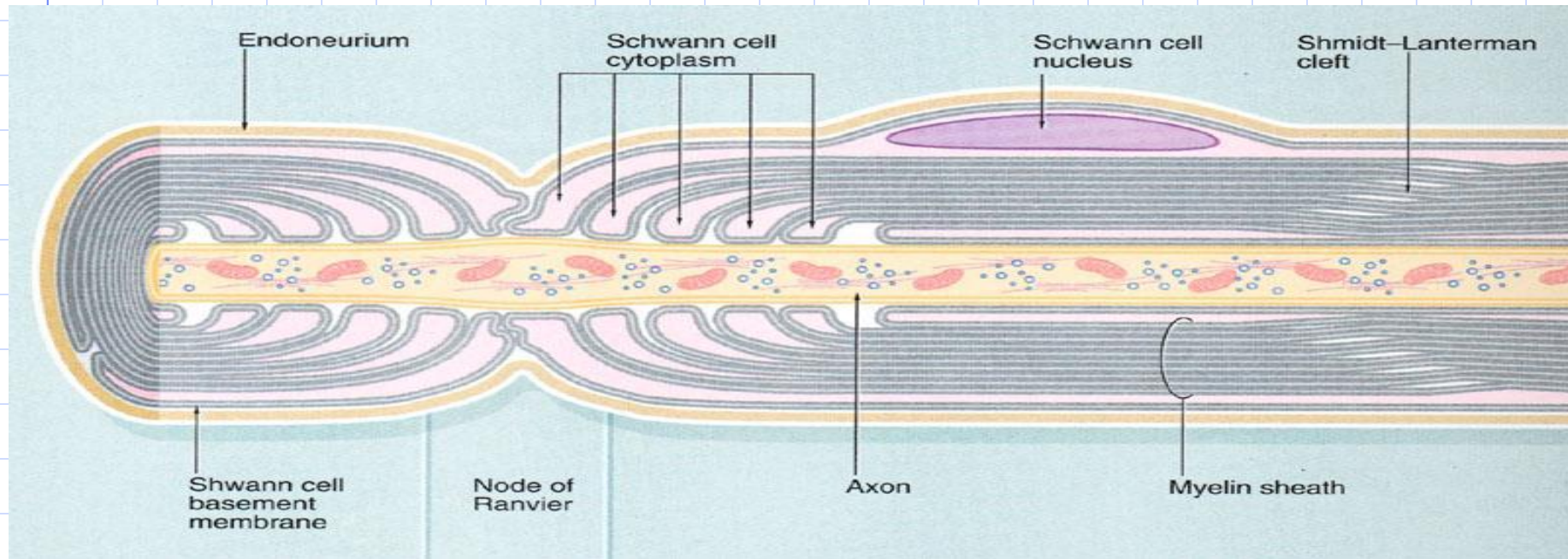
1. Нервные волокна (1).
2. Удлиненные ядра олигодендроцитов (2).

Миелиновые нервные волокна



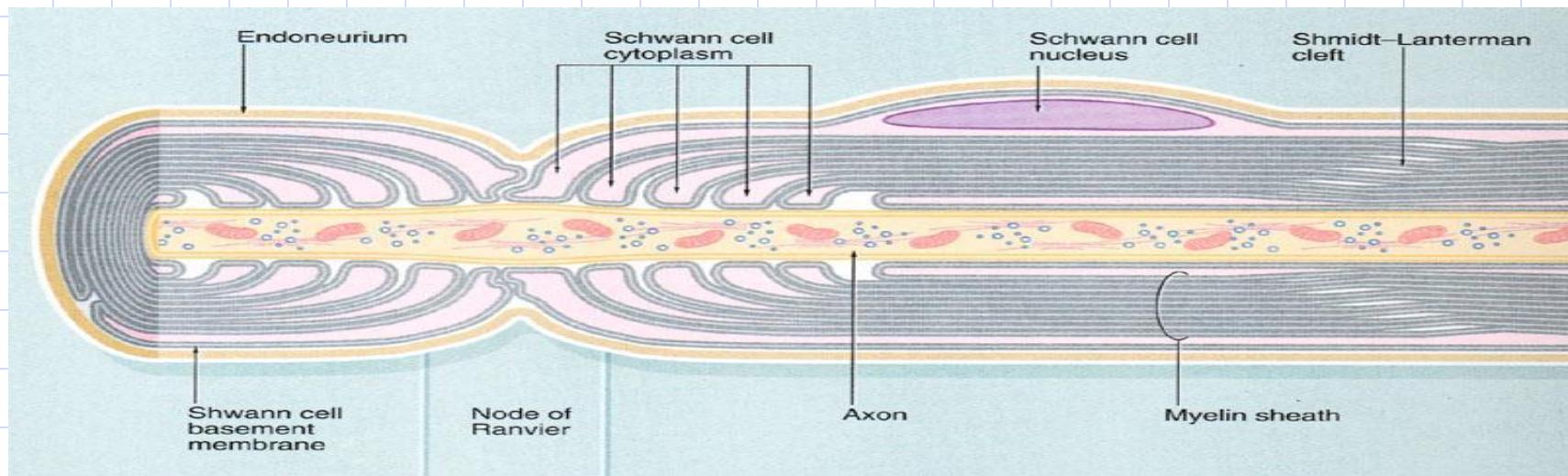
Миелиновые волокна

Встречаются в ЦНС и в соматических отделах периферической нервной системы.



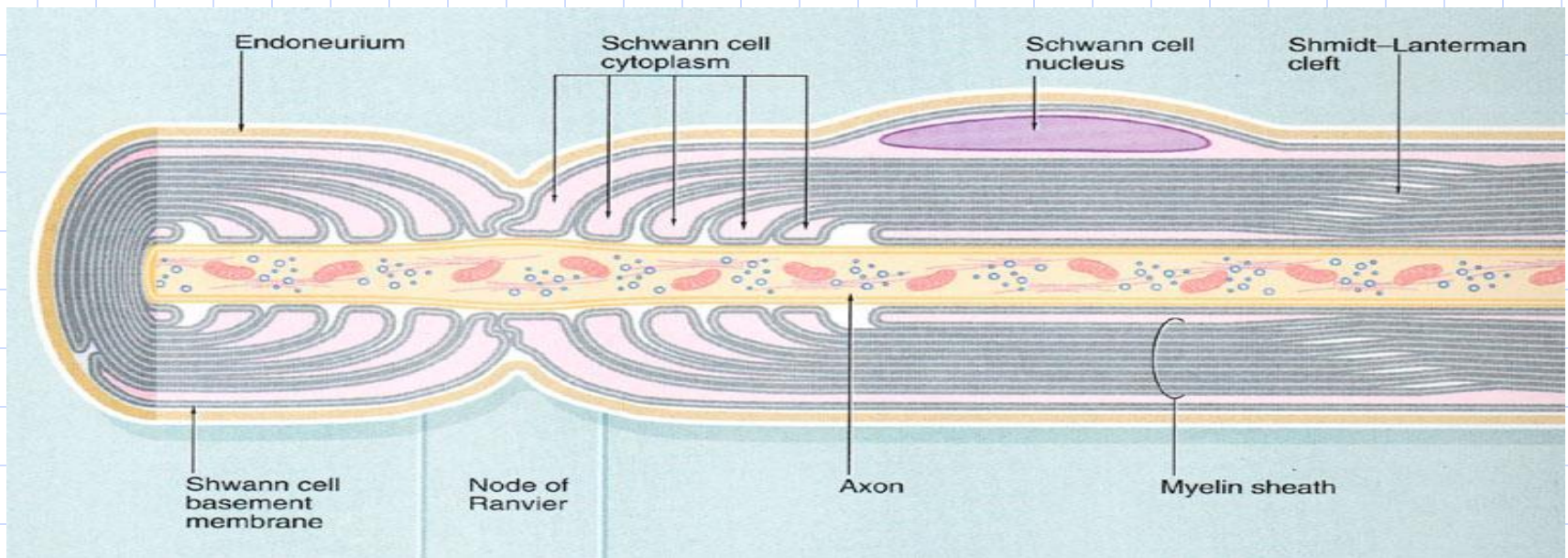
Миелиновые волокна

Миелиновый слой представлен несколькими слоями мембраны олигодендроцита, concentрически закрученными вокруг осевого цилиндра.

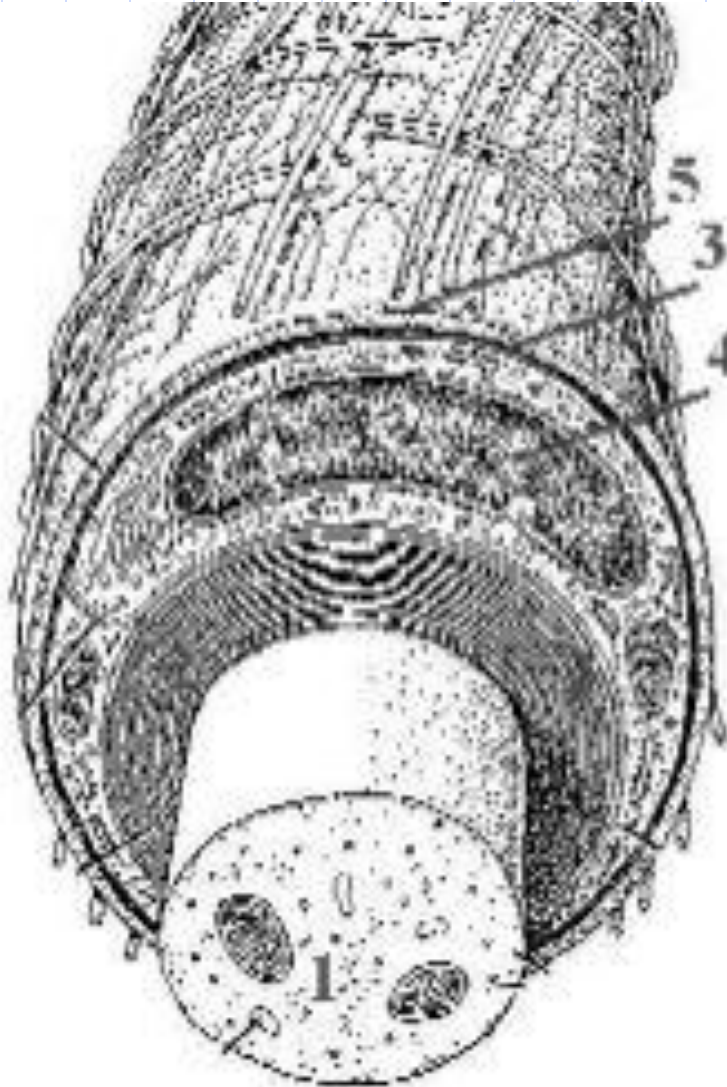


Миелиновые волокна

Не бывает кабельных волокон



Миелиновые волокна



1-осевой цилиндр

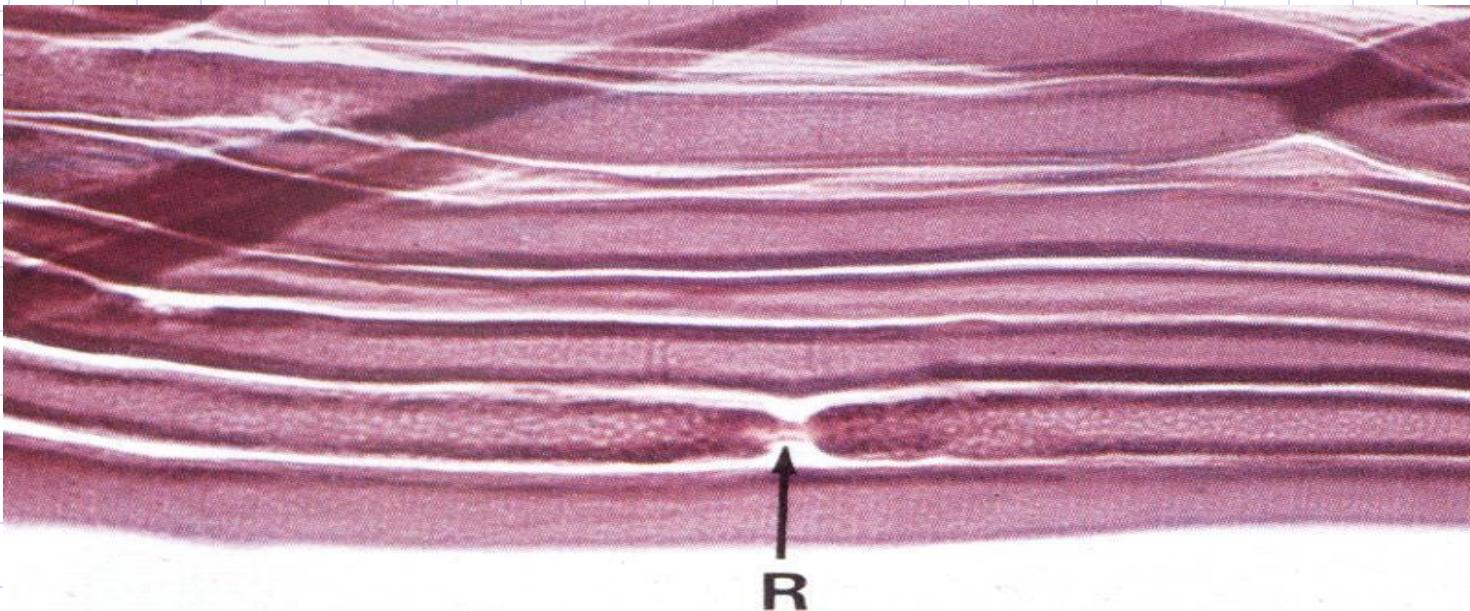
2-миелиновый слой

3-нейролемма

4-ядро леммоцита

Миелиновые волокна

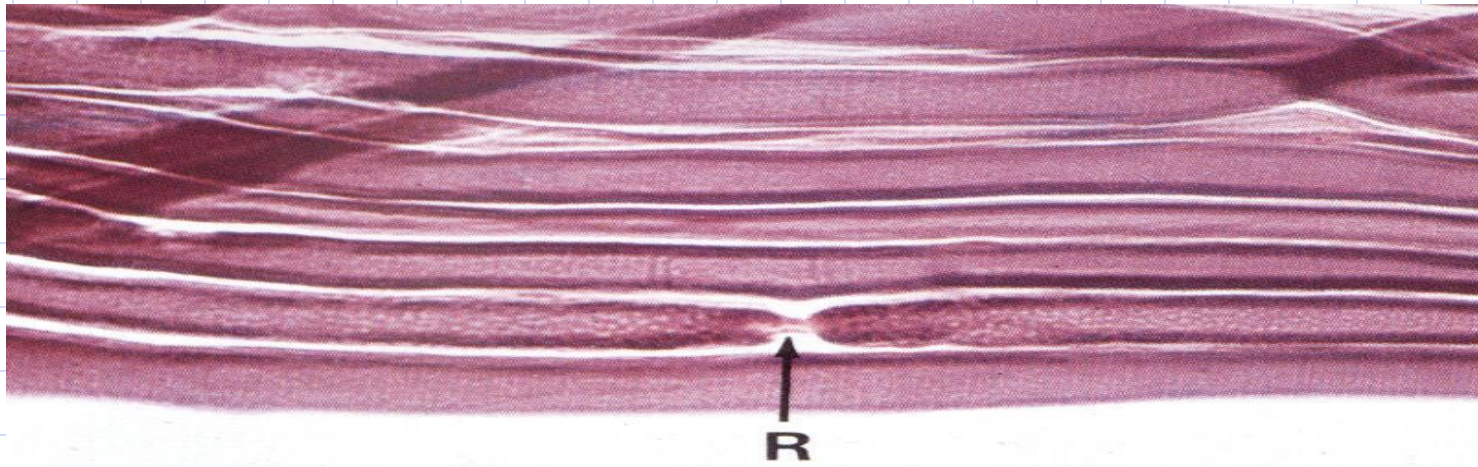
Через некоторые интервалы участки волокна лишены миелинового слоя: здесь остаётся только нейролемма. Это - **перехваты Ранвье**.



Миелиновые волокна

В перехватах сосредоточены **Na⁺-каналы**;
В участках покрытых миелиновой оболочкой –
каналов нет.

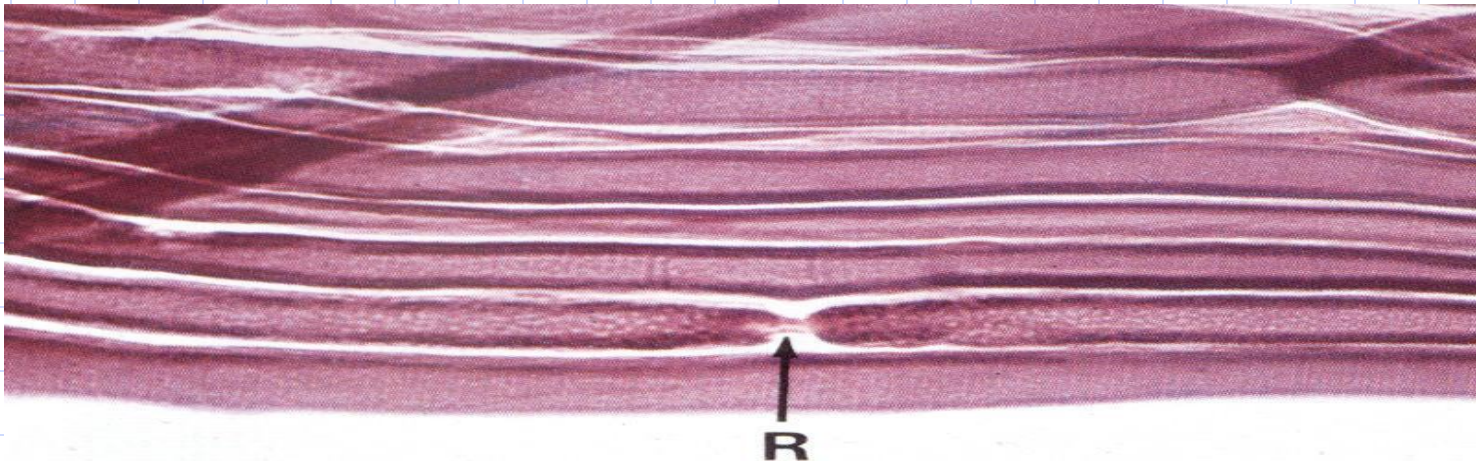
Такое расположение Na⁺-каналов **значительно увеличивает скорость проведения возбуждения** (по сравнению с безмиелиновыми волокнами).



Миелиновые волокна

Между перехватами Ранвье импульс передаётся путём распространения изменений электрического поля – потенциала действия (возникающих в области перехватов).

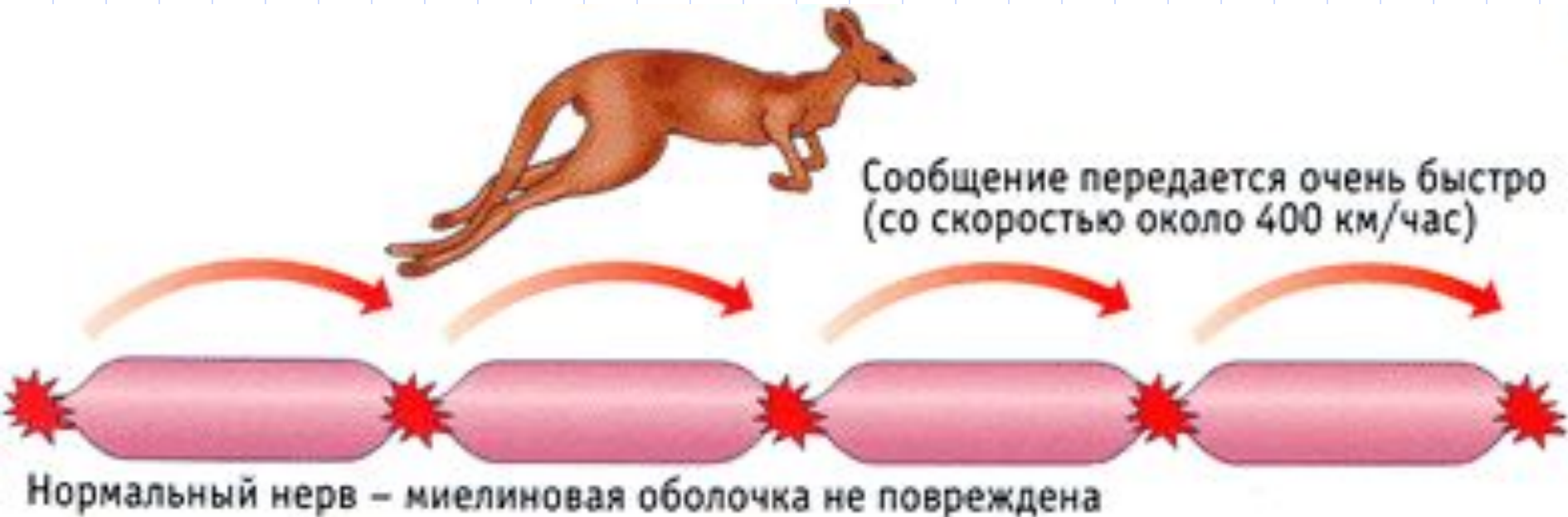
Участки между перехватами - невозбудимые.

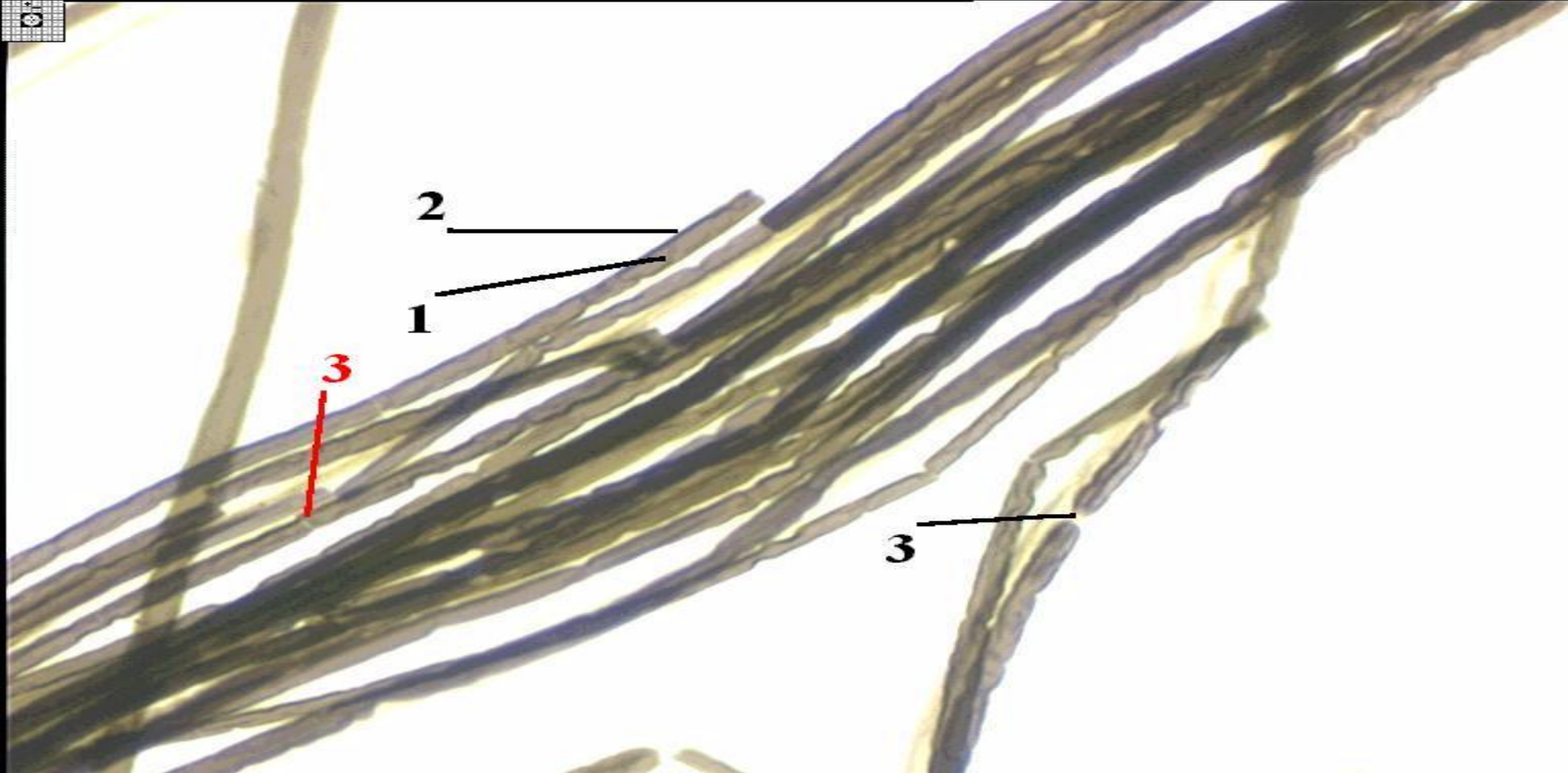


Миелиновые волокна

Скачкообразный (сальтаторный) способ проведения импульса:

1. Позволяет увеличить скорость проведения возбуждения
2. Энергетически более экономичен

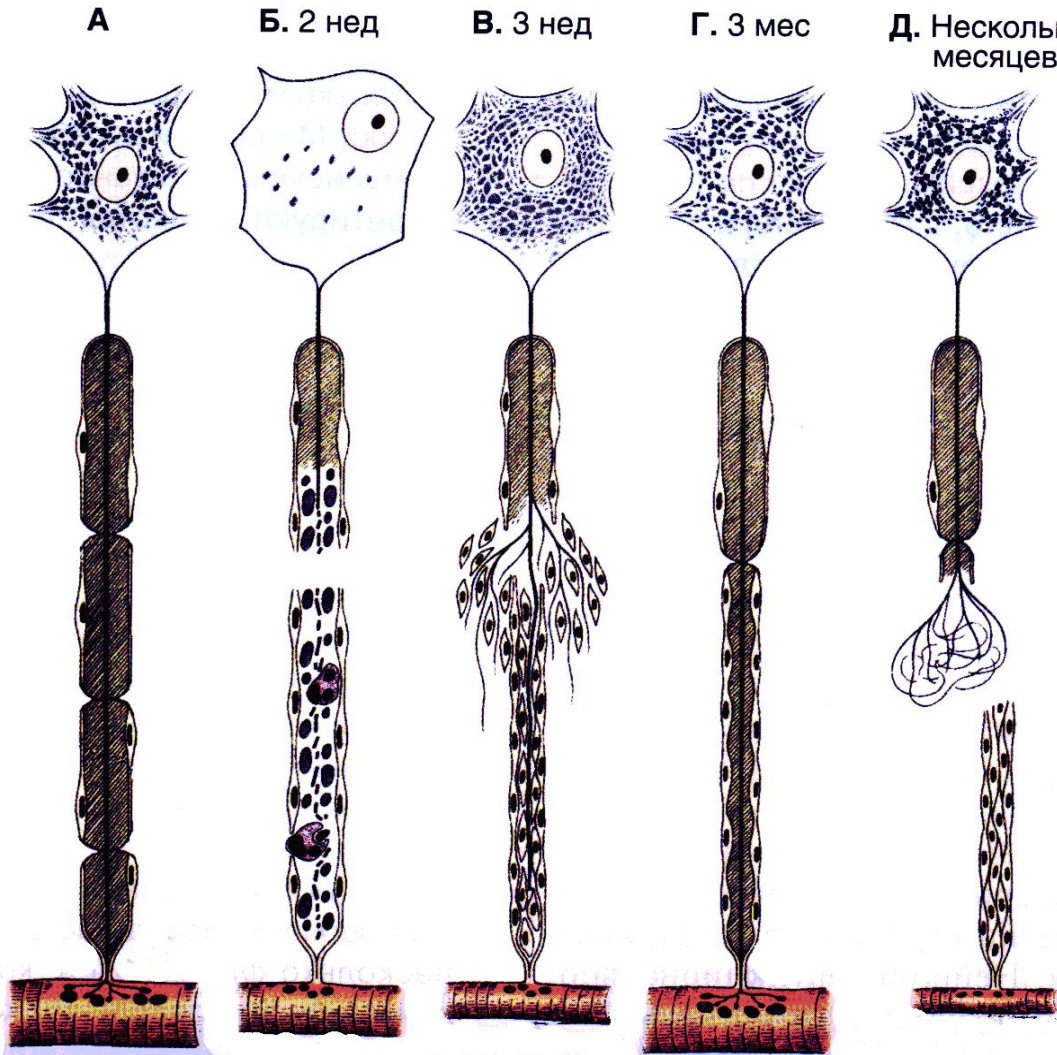




Миелиновые нервные волокна (импрегнация осмиевой кислотой).

1. Осевой цилиндр (1) и миелиновый слой (2)
2. Перехваты Ранвье (3)
3. В миелиновом слое видны также узкие, косо расположенные, просветления - т.н. **насечки миелина**.

Регенерация нервного волокна



Последовательные этапы регенерации аксона после перерезки в эксперименте

А – до повреждения.

Б – в перифер.отрезке аксон дегенерирует, клетки пролиферируют.

В – регенерация аксона в центр. отрезке, проращание веточек аксона в перифер. отрезок.

Г – полная регенерация волокна.

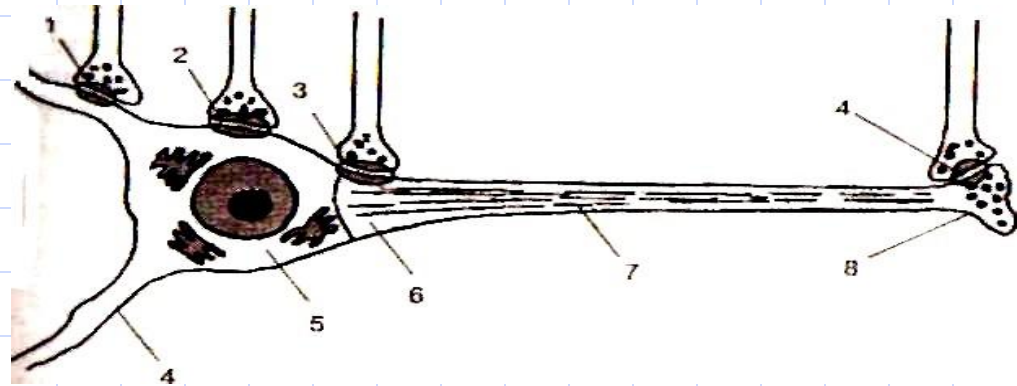
Если отрезки перерезанного нерва разделены – образуется рубец, аксоны беспорядочно разрастаются, образуя **ампутационную неврому**.

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).

Рецепторы

Принцип классификации	Виды рецепторных нервных окончаний
I. По воспринимаемым сигналам (из внешней или внутренней среды)	1. Экстерорецепторы, 2. Интерорецепторы.
II. По природе сигналов	Механо-, баро-, хемо-, термо- и др. рецепторы.
III. По строению рецепторов	1. Свободные (ветвления осевого цилиндра лишены оболочки); 2. Несвободные (вокруг осевого цилиндра – клетки глии) а) неинкапсулированные, б) инкапсулированные (имеют соединительнотканную капсулу).

Рецепторные нервные окончания имеются во всех тканях и органах

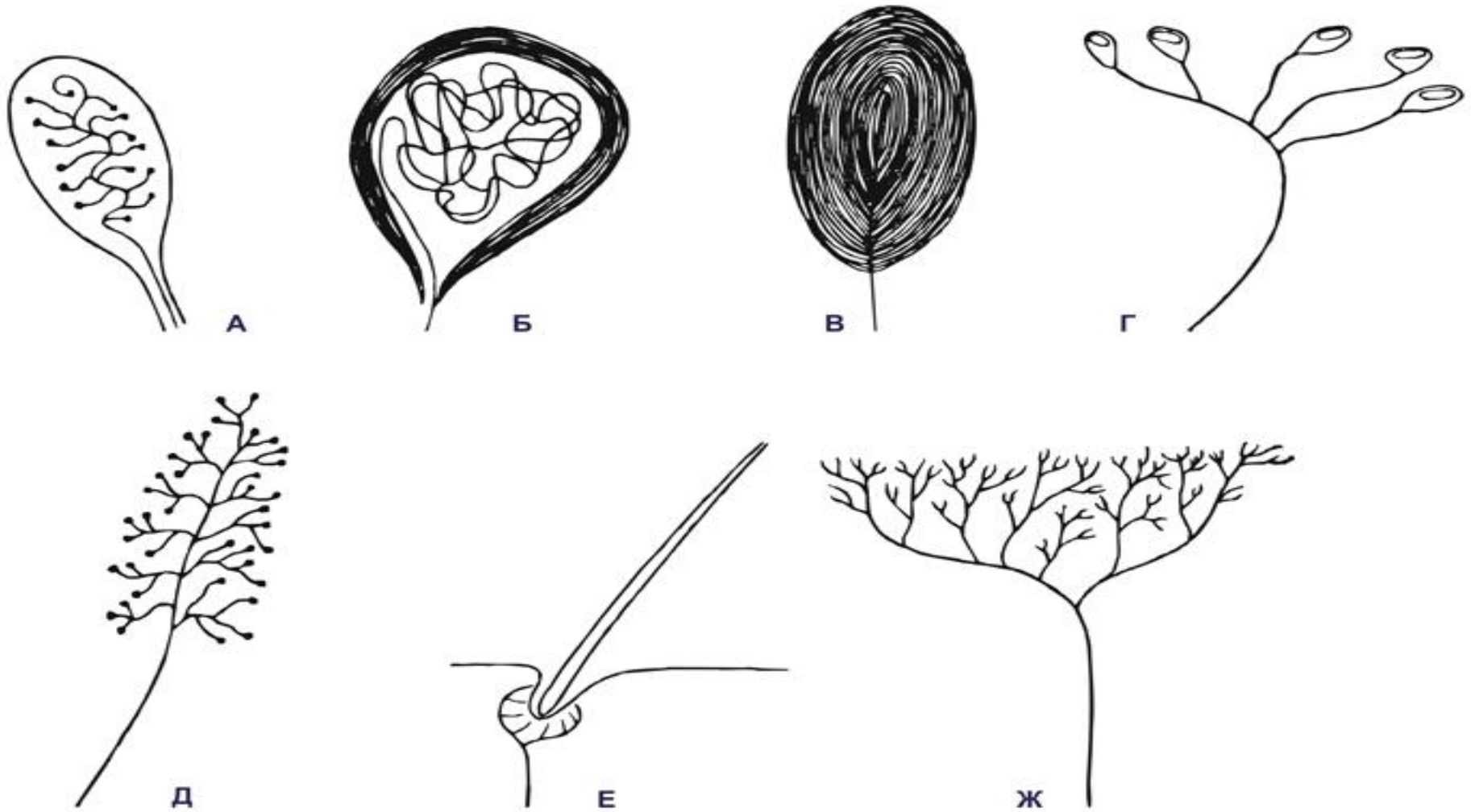
1) В *эпителии* кожи – **свободные** рецепторные окончания.

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

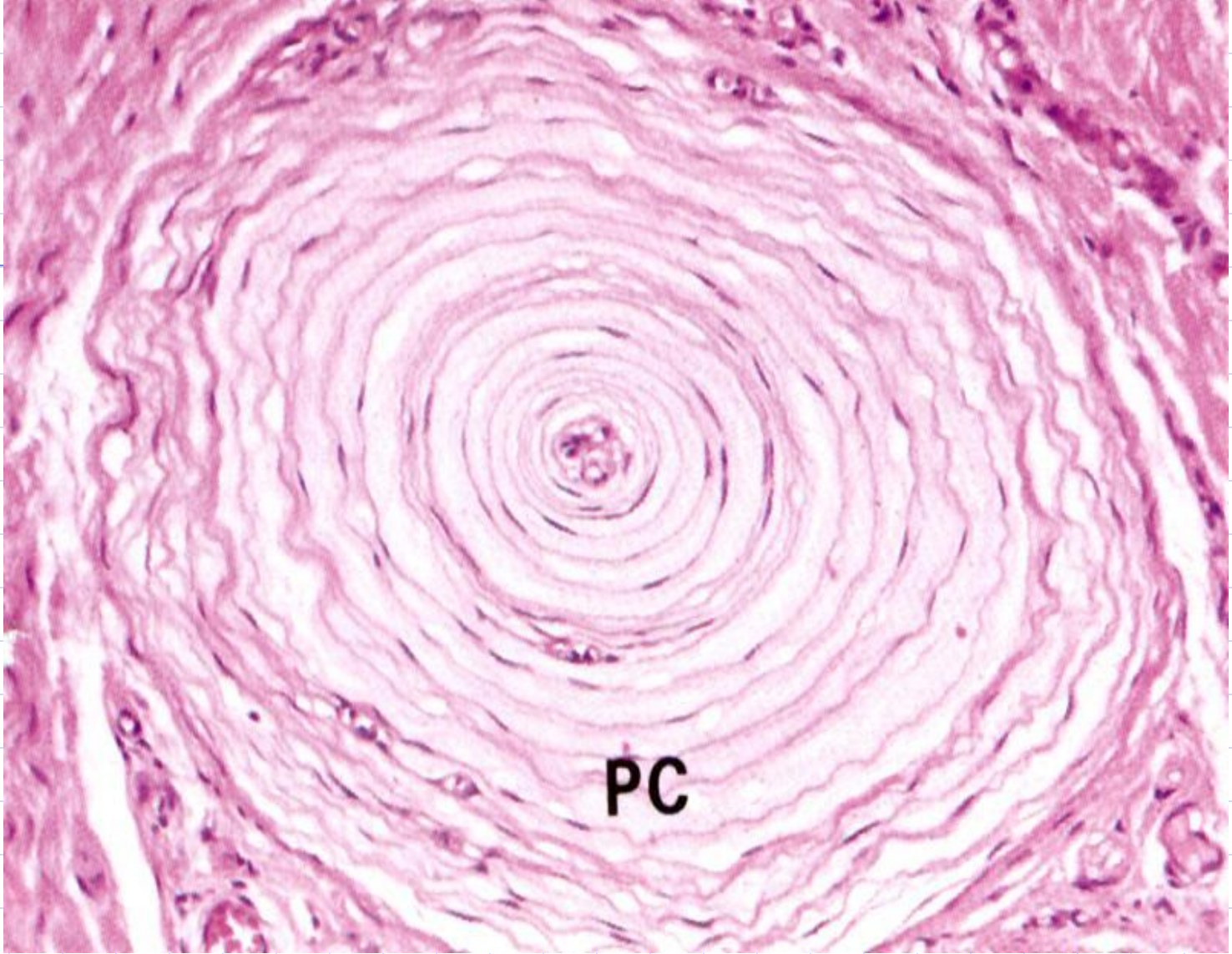
Пример:

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).



А - тельца Мейснера; Б - колбы Краузе; В - тельца Пачини; Г - диски Меркеля; Д - тельца Руффини; Е - окончания чувствительных нервов, оплетающие основания волосяных фолликулов; Ж - свободные окончания чувствительных нервов



Инкапсулированное нервное окончание: пластинчатое тельце в поджелудочной железе (гематоксилин-эозин).

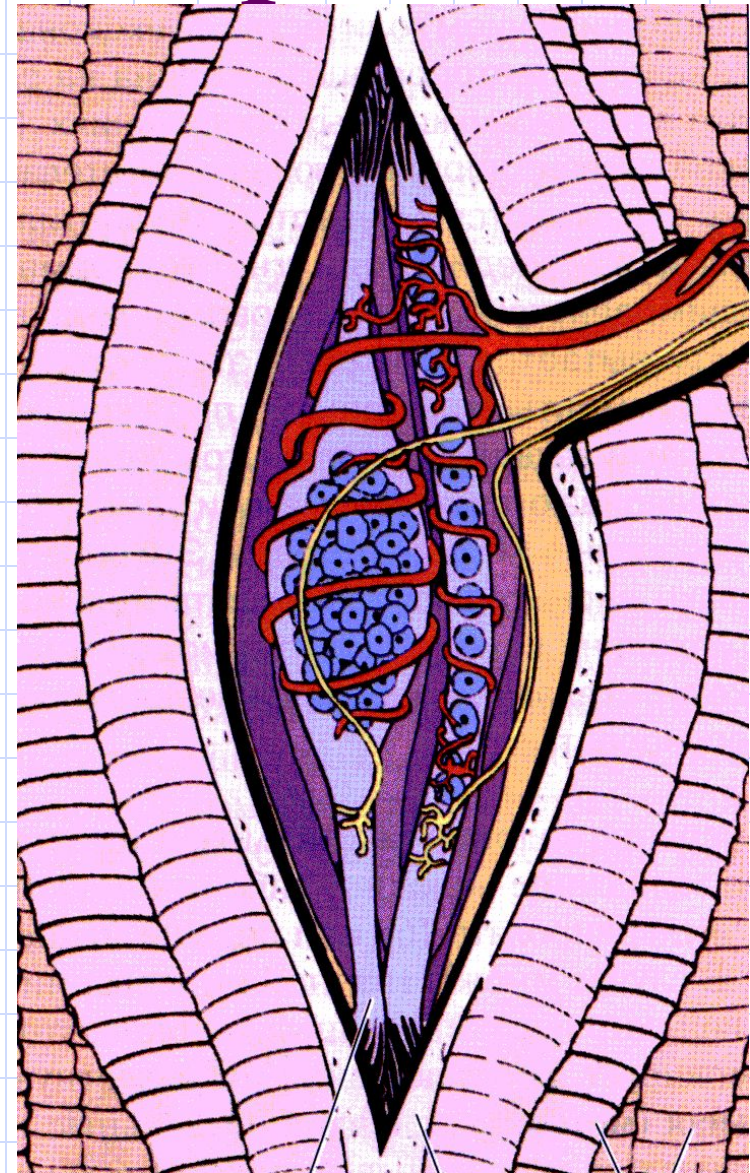
Рецепторы в мышцах и сухожилиях

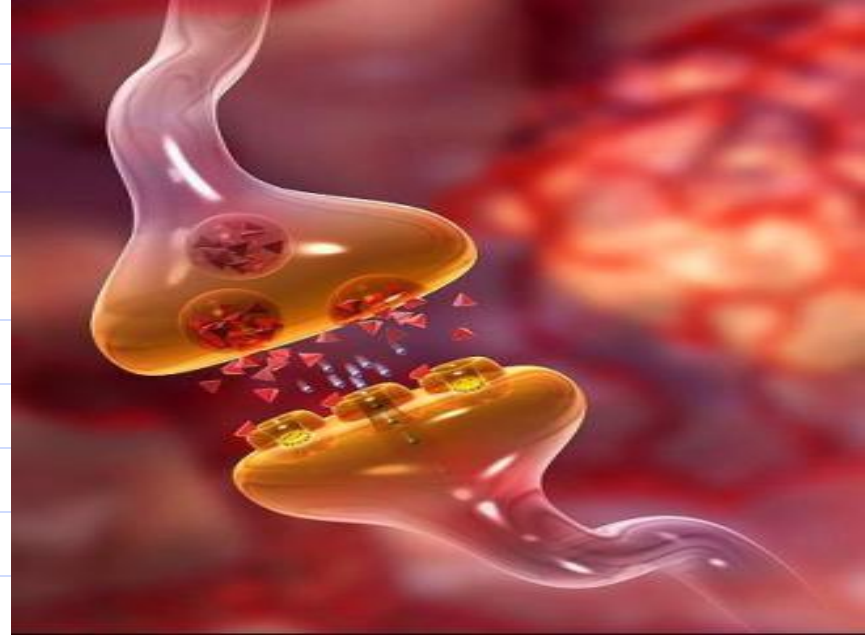
1. Нервно-мышечные веретена. Регистрируют изменения длины мышечных волокон и скорость их изменений.

2. Нервно-сухожильные веретена. Реагируют на напряжение, прилагаемое к сухожилию при сокращении мышц.

Нервно-мышечные веретена

- Капсула РВСТ
- Интрафузальные мышечные волокна
 - С ядерной сумкой
 - С ядерной цепочкой
- Аfferентные волокна
- Эfferентные волокна

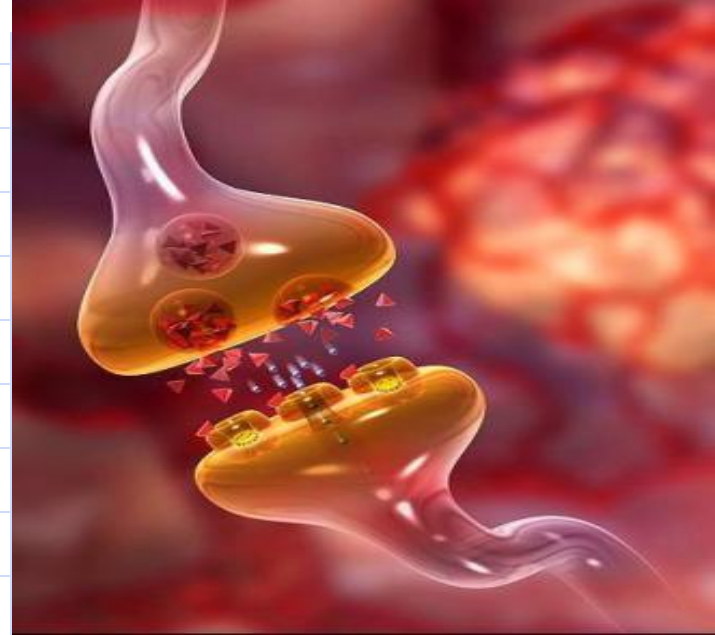




Синапс – предназначен для передачи сигнала с нервной клетки на другую нервную клетку или на эффекторный орган.

В синапсе различают:

- 1. Пресинаптическую часть;**
- 2. Синаптическую щель (СЩ);**
- 3. Постсинаптическую часть.**



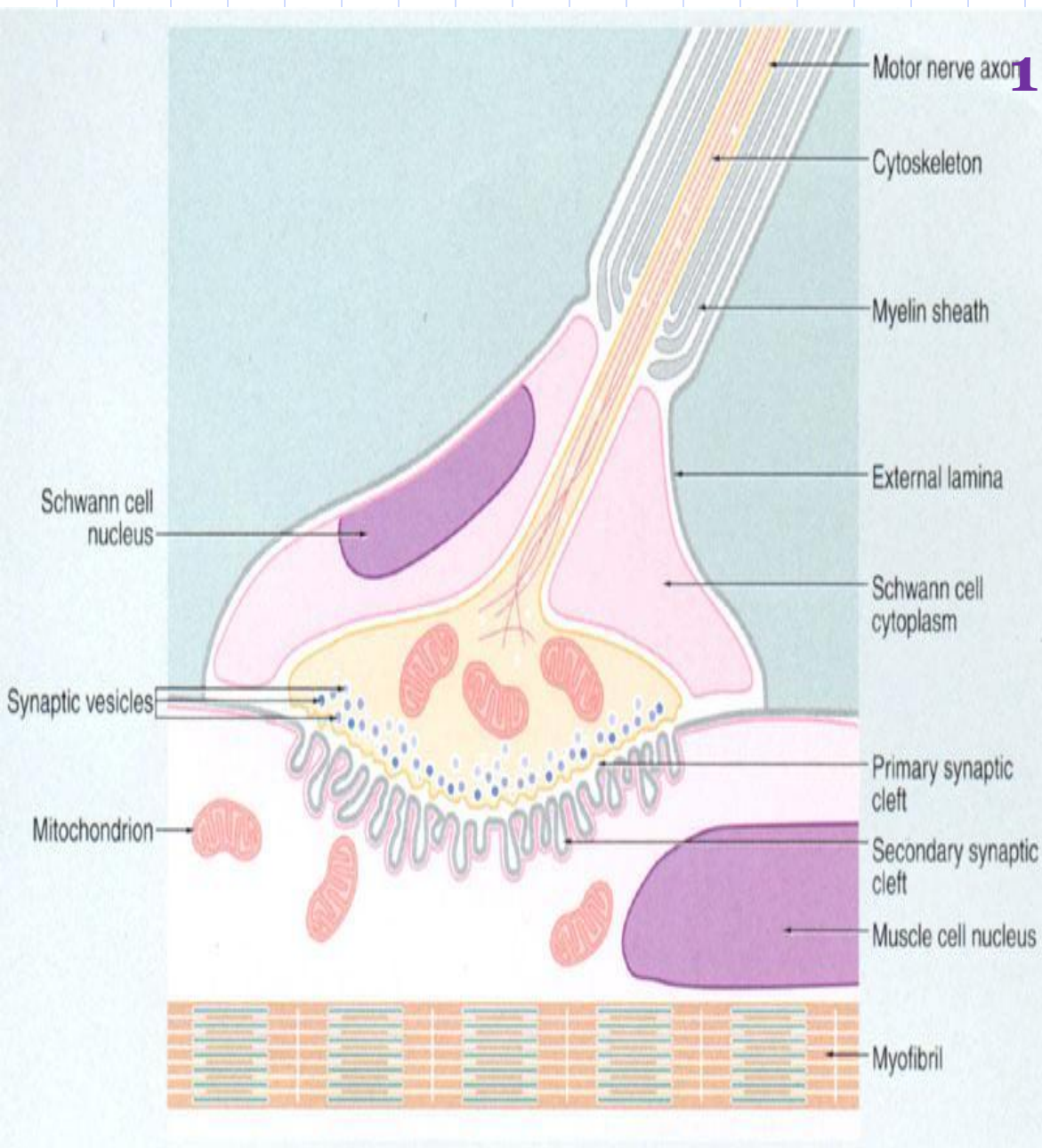
СИНАПСЫ

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

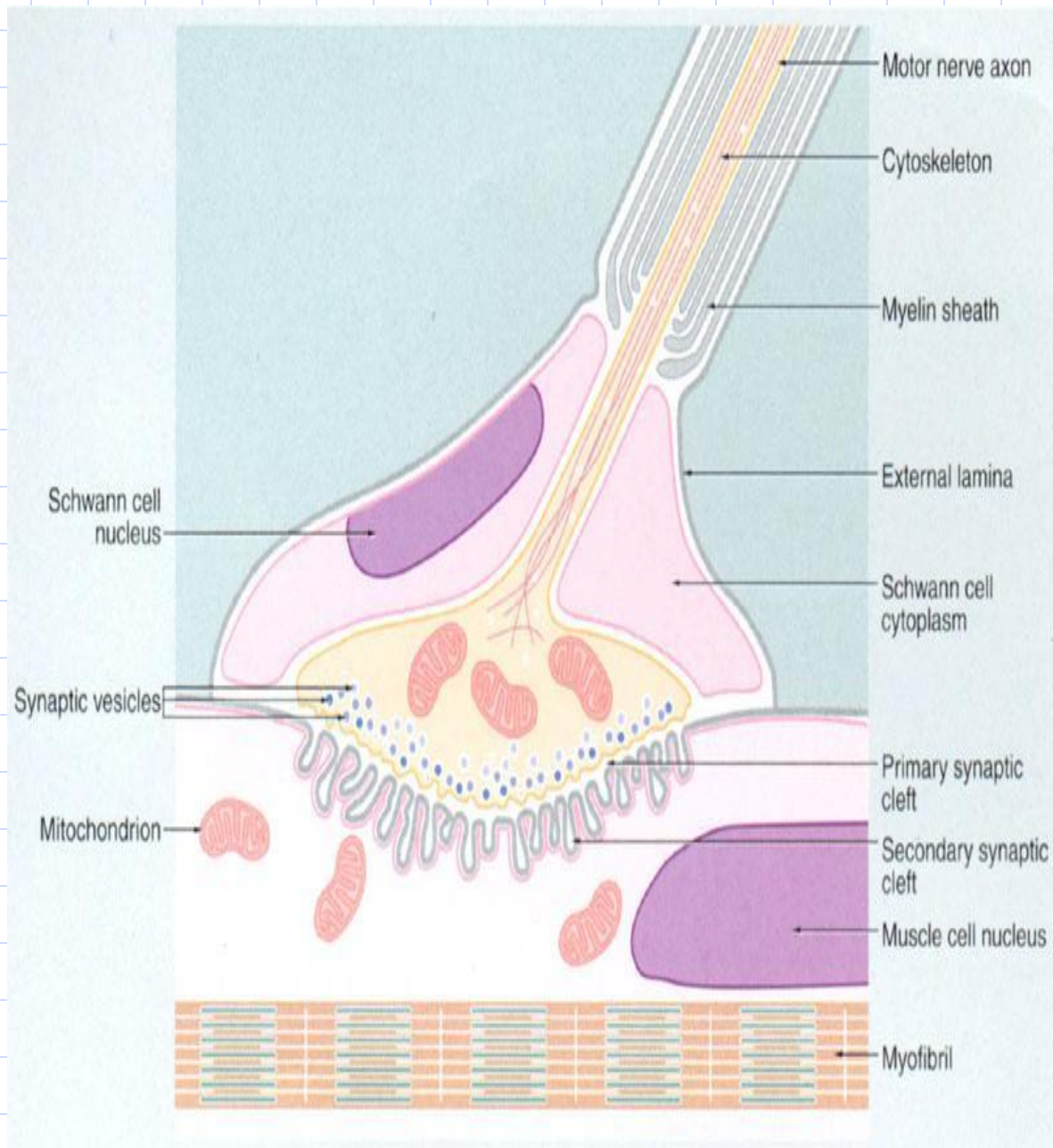
химические

электрические

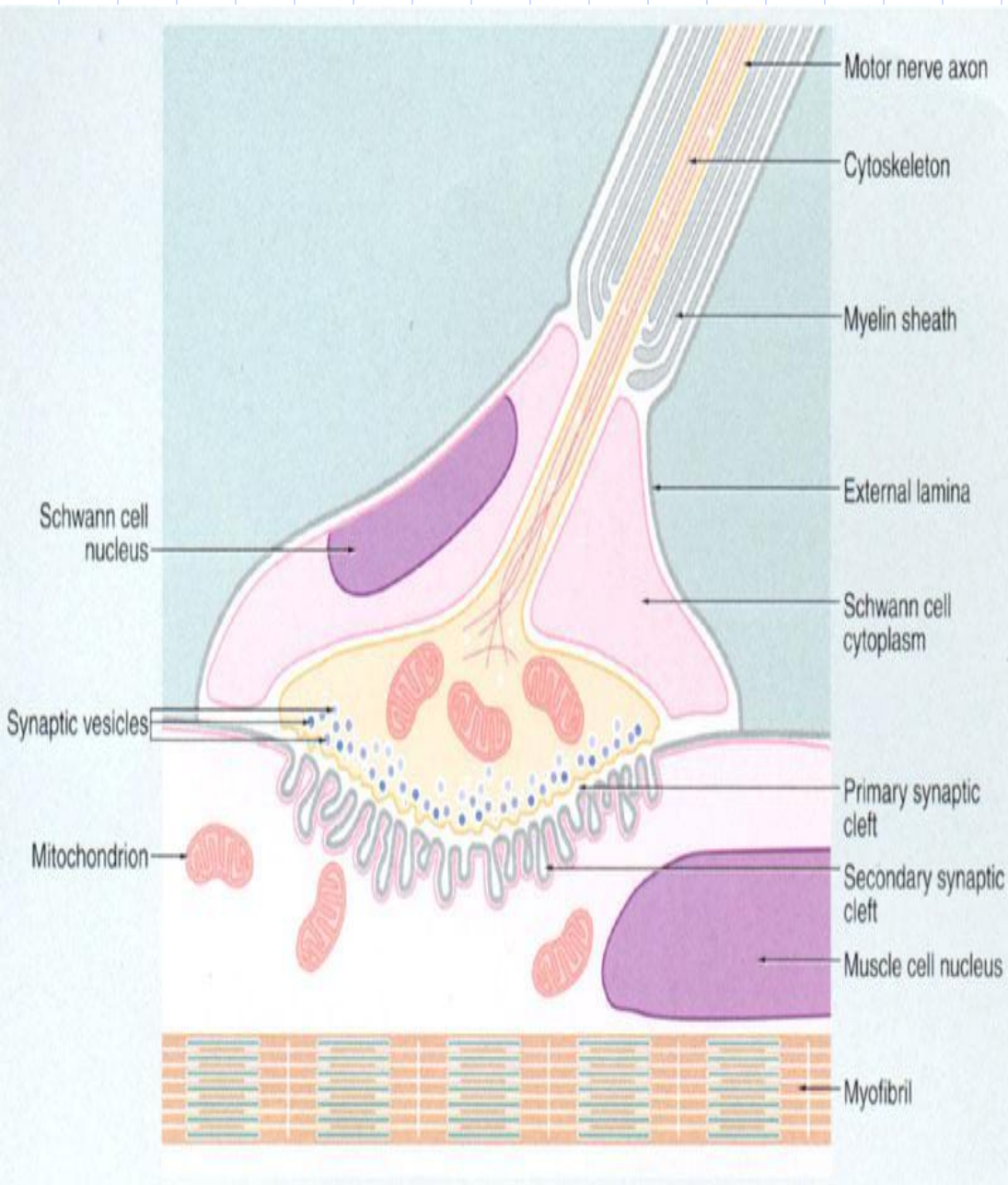
В **химическом синапсе** сигнал передаётся с помощью химического вещества – **медиатора**.



1. Пресинаптическое окончание нервного отростка расширено и содержит пресинаптические пузырьки.



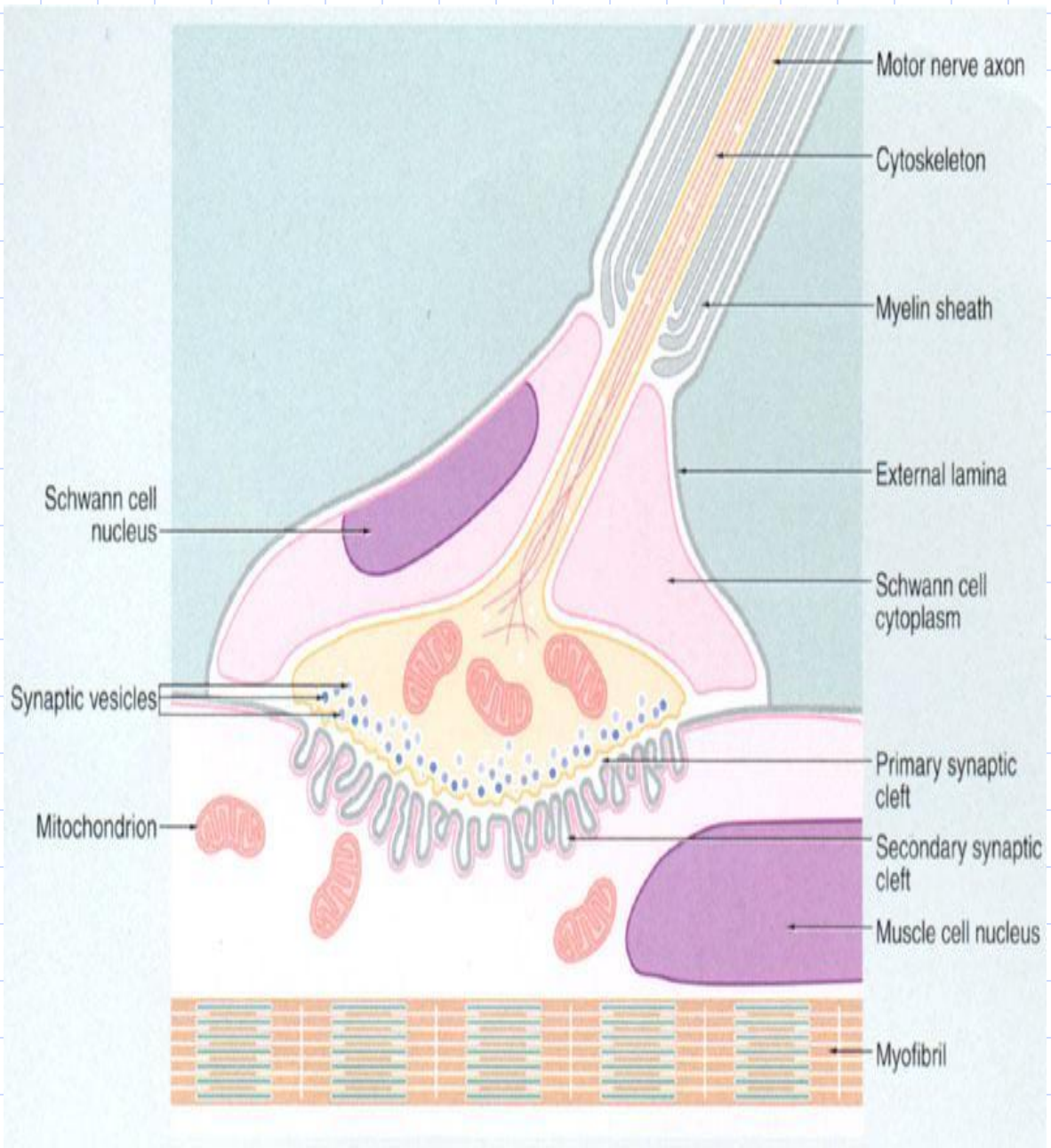
2. При возбуждении из пузырьков в синаптическую щель высвобождается медиатор.



3. В прилегающей постсинаптической мембране находятся рецепторы к медиатору.

Воздействие на них медиатора приводит к возбуждению или торможению постсинаптической клетки.

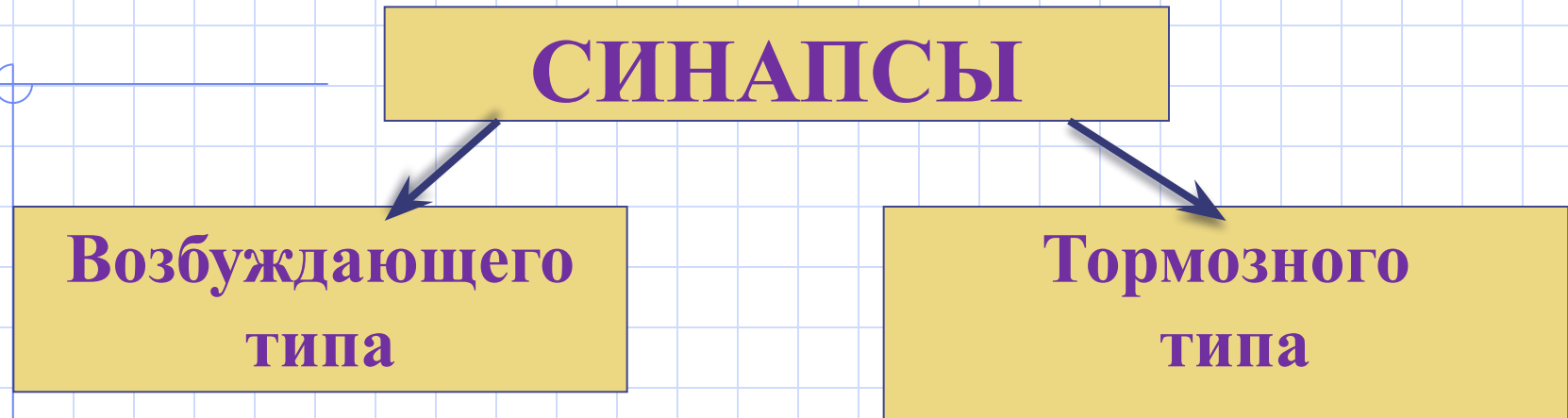
4. Избыток медиатора удаляется из синаптической щели



В синапсах **электрического типа** синаптическая щель узкая, изменение электр. состояния пресинаптической части вызывает аналогичные изменения в постсинаптической, **скорость выше.**

В **химическом** синапсе сигнал может передавать **только в одном направлении**, в **электрическом** - в **обоих.**

По виду передаваемого сигнала различают:



По природе медиатора:

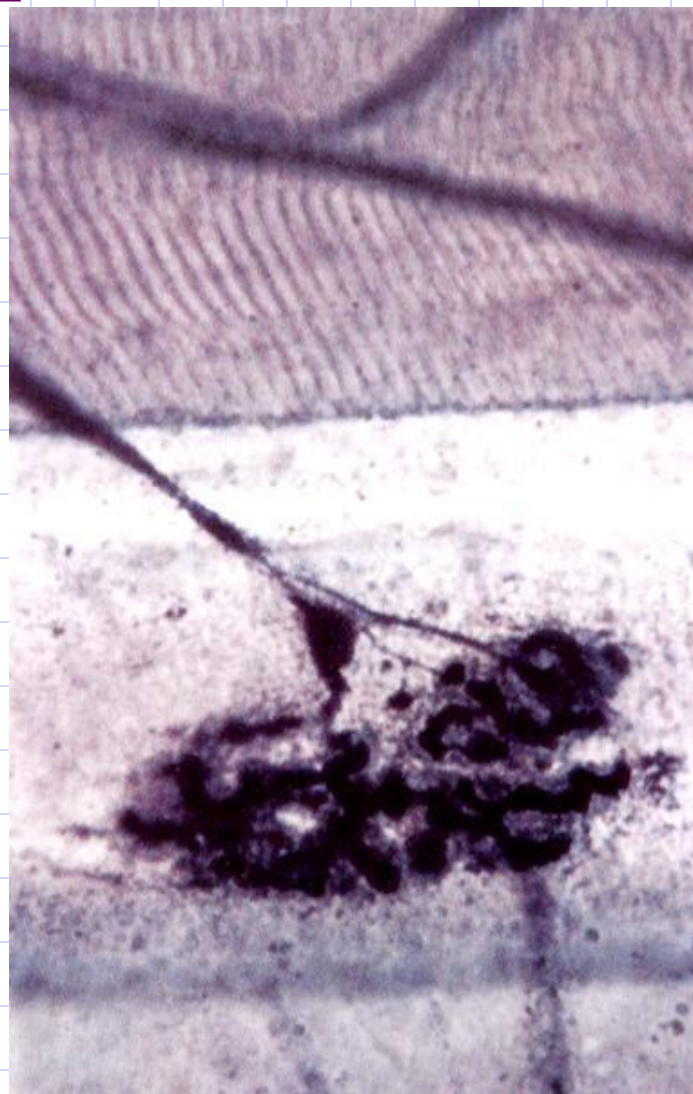
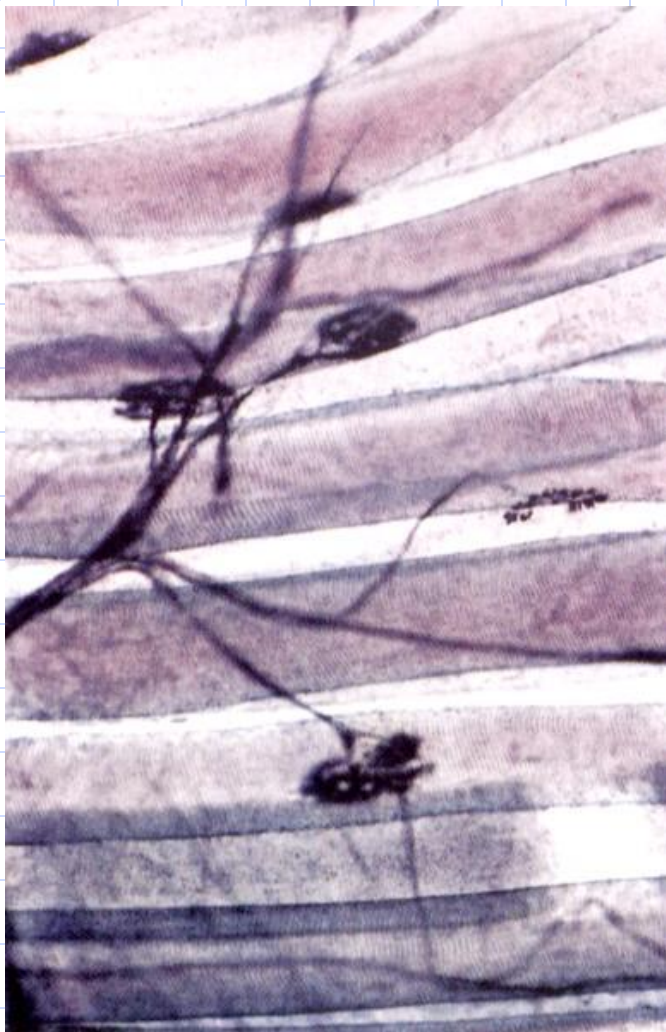
- Холинергические (медиатор - ацетилхолин)
- Адренергические (медиатор - норадреналин)
- Серотонинергические и т.д.

Эфферентные (двигательные) нервные окончания

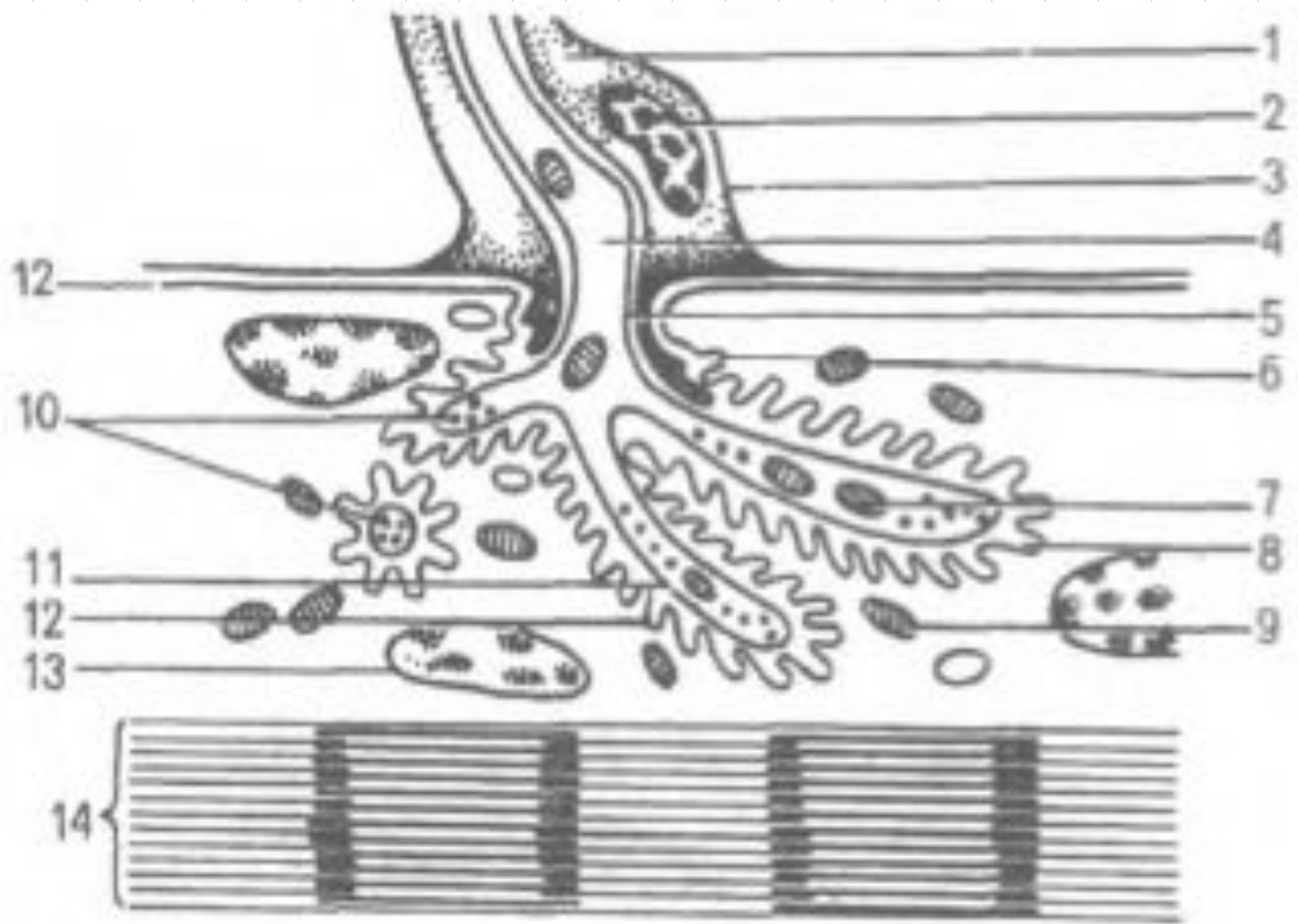
Синаптический контакт аксона
двигательного нейрона с мышечной
или секреторной клеткой

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

Эфферентные (двигательные) нервные окончания



Нервно-мышечный синапс



Нервно-мышечный синапс

1. а) Нервные окончания в поперечно-полосатых мышцах называются **нервно-мышечными окончаниями**.

б) Данные синапсы всегда являются **холинергическими**.

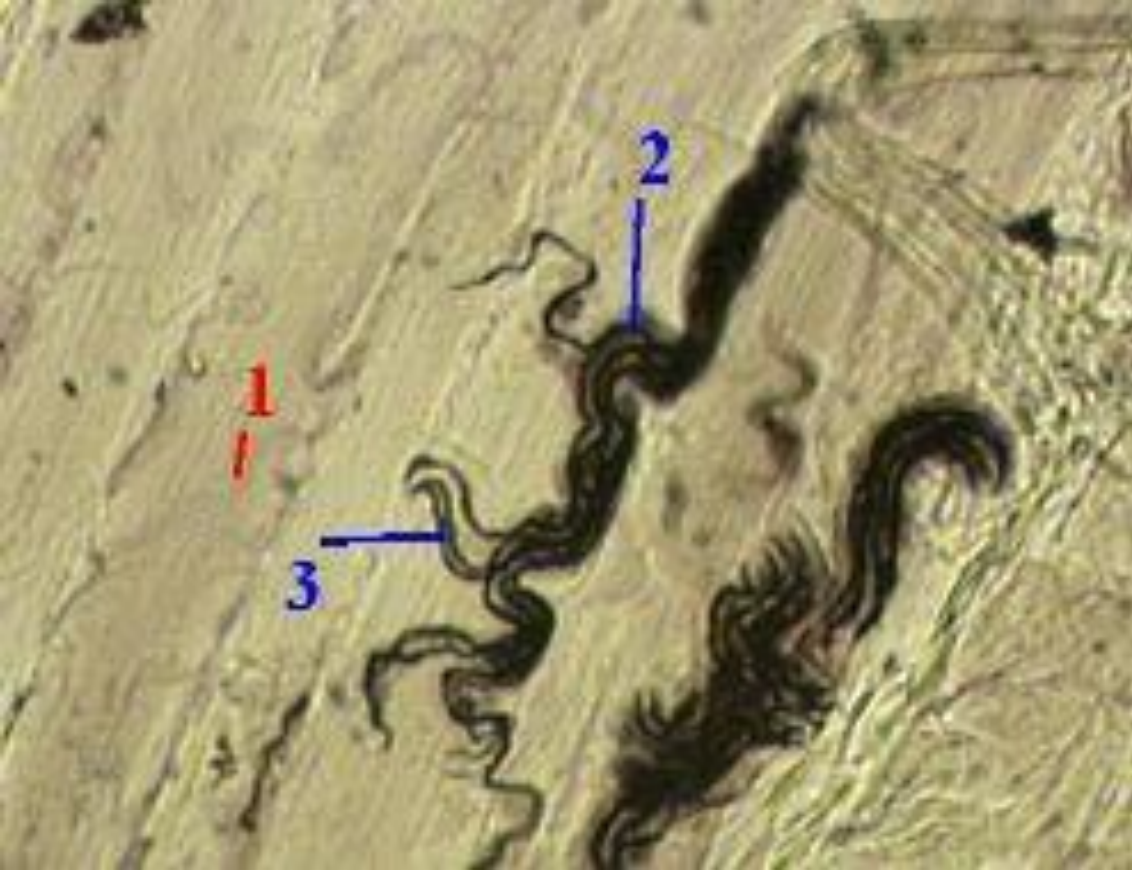
2. а) Подходя к мышечному волокну, аксон теряет миелиновую оболочку и даёт несколько терминальных ветвей.

Нервно-мышечный синапс

2. б) Плазмолемма терминальных ветвей - **пресинаптическая мембрана синапса**, прогибающаяся сарколемма - **постсинаптическая мембрана**.

3. а) В пресинаптической части содержится много митохондрий и пузырьков с ацетилхолином.

б) В постсинаптической — два ключевых белка (**рецепторы к ацетилхолину** и фермент **холинэстераза**).



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

- мышечные волокна (1),
- подходящие к ним миелиновые нервные волокна (2),
которые разветвляются на конечные терминали (3).



Спасибо за внимание!