

# Мышечная ткань

**Гладкая  
мышечная ткань**

**Поперечно-  
полосатая скелетная  
мышечная ткань**

**Поперечно-  
полосатая  
сердечная  
мышечная ткань**

## Расположение

в стенках полых органов,  
кровеносных и  
лимфатических сосудов, а  
также в составе некоторых  
желез

скелетные мышцы, входят в  
состав некоторых внутренних  
органов (язык, глотка,  
верхний отдел пищевода,  
наружный сфинктер прямой  
кишечки)

**Сердечная мышца**

От сокращения зависи

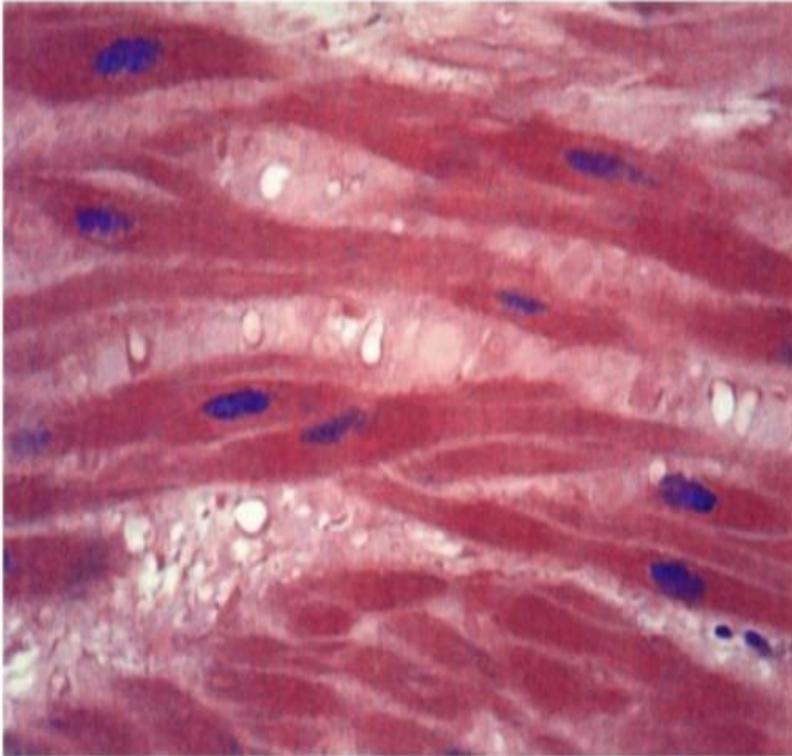
## Функция

объем органов,  
величина их просвета, а  
также перемещение  
содержимого  
внутренних органов  
(крови по сосудам,  
пищи в  
пищеварительном

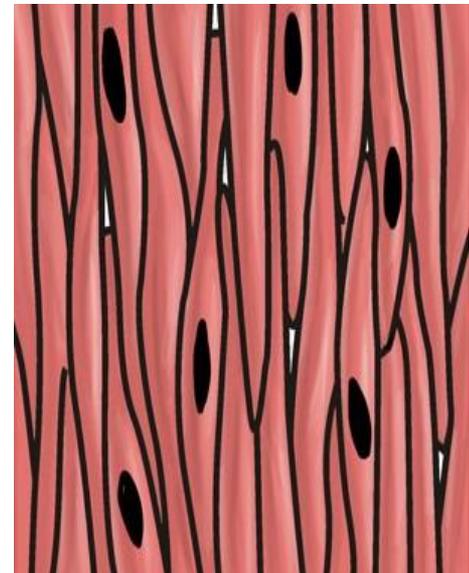
- Трудовые процессы, бег, ходьба
- Жевание, глотание, голосообразование

**Сокращение сердца**

# Гладкая мышечная ткань



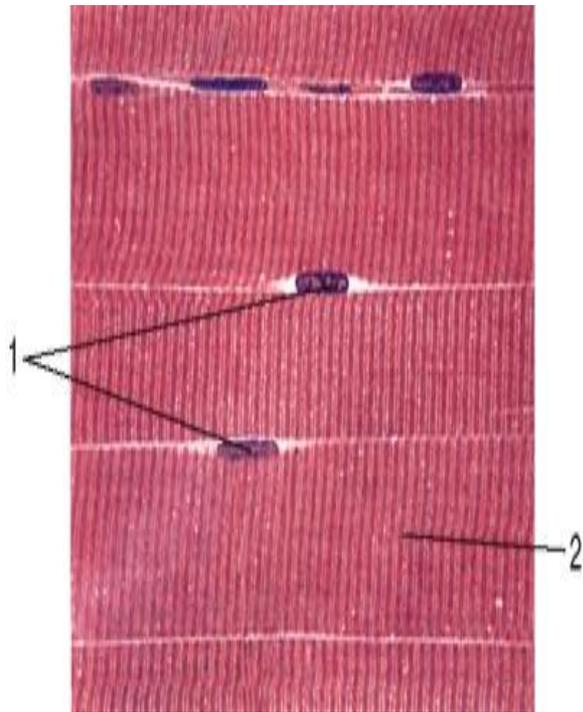
- состоит из клеток веретеновидной формы — **миоцитов**
- находится в стенках полых органов, кровеносных и лимфатических сосудов, а также в составе некоторых желез
- сокращение непроизвольное и относительно медленное
- способна долго находиться в состоянии сокращения, не утомляясь и затрачивая мало энергии



# Поперечно-полосатая скелетная

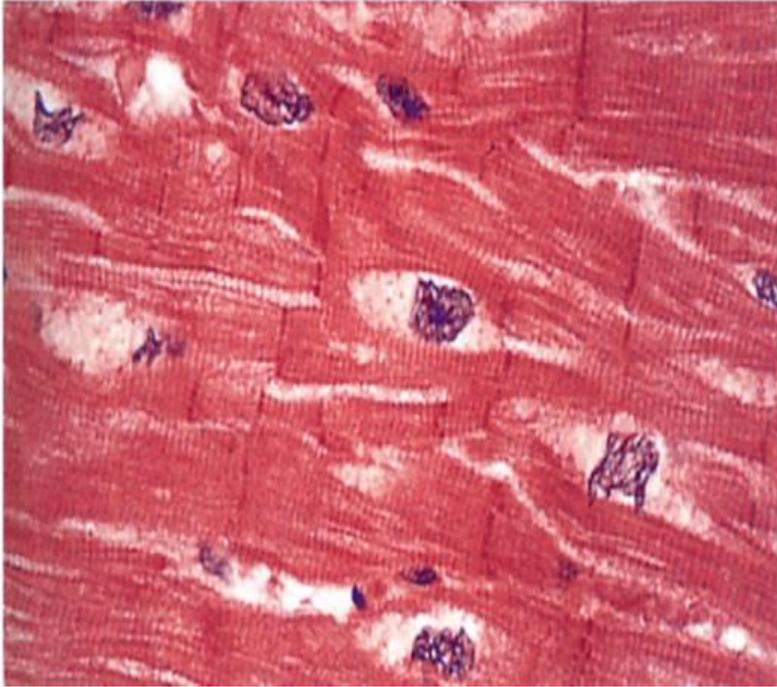
## мышечная ткань

□ состоит из многоядерных волокон цилиндрической формы, располагающихся параллельно одна другой, в которых чередуются темные и светлые участки (диски, полосы)



□ образует скелетные мышцы, а также входят в состав некоторых внутренних органов (язык, глотка, верхний отдел пищевода, наружный сфинктер прямой кишки)

# Поперечно-полосатая сердечная мышечная ткань



- есть только в сердце.
- структурной единицей мышечной ткани является кардиомиоцит. При помощи вставочных дисков кардиомиоциты формируют функциональный синцитий сердца
- сокращение

**Сердечная мышечная ткань** (мускулатура). Из неё состоит сердечная мышца. Похожа на поперечно-полосатую, однако неподконтрольна сознанию человека



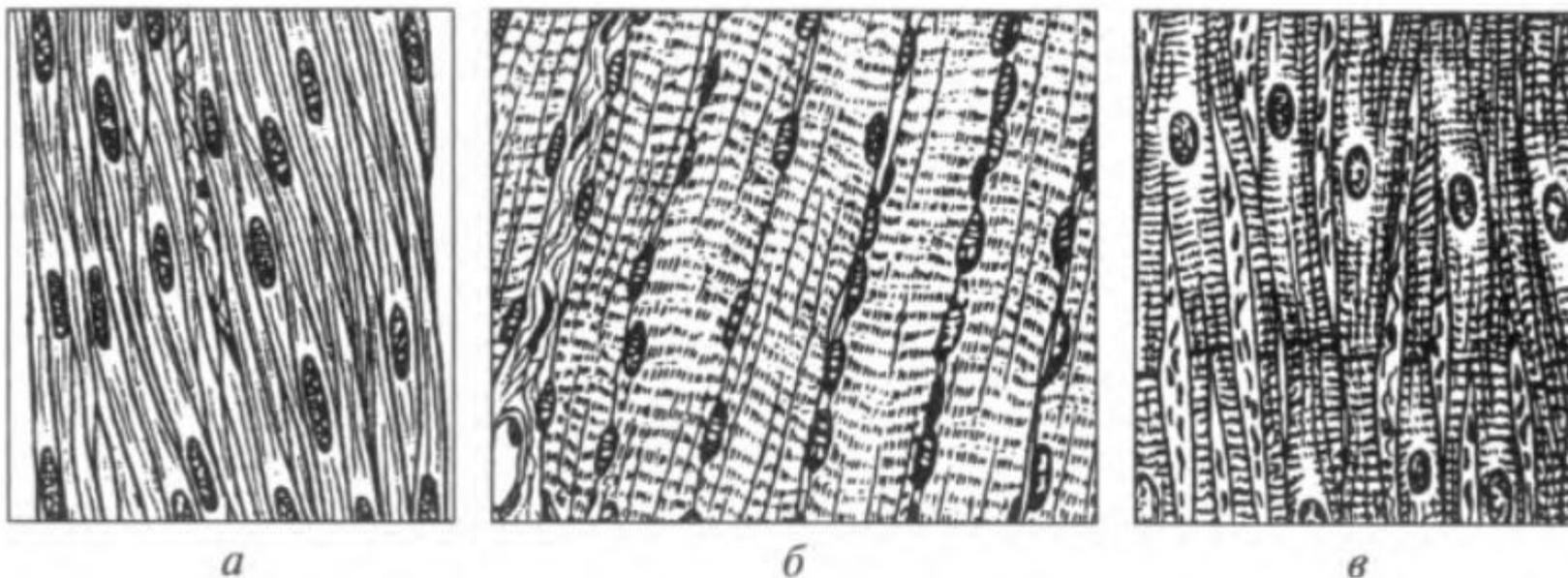


Рис. 3.6. Виды мышечной ткани:

*a* — гладкая мышечная ткань; *б* — поперечнополосатая мышечная ткань; *в* — сердечная мышечная ткань

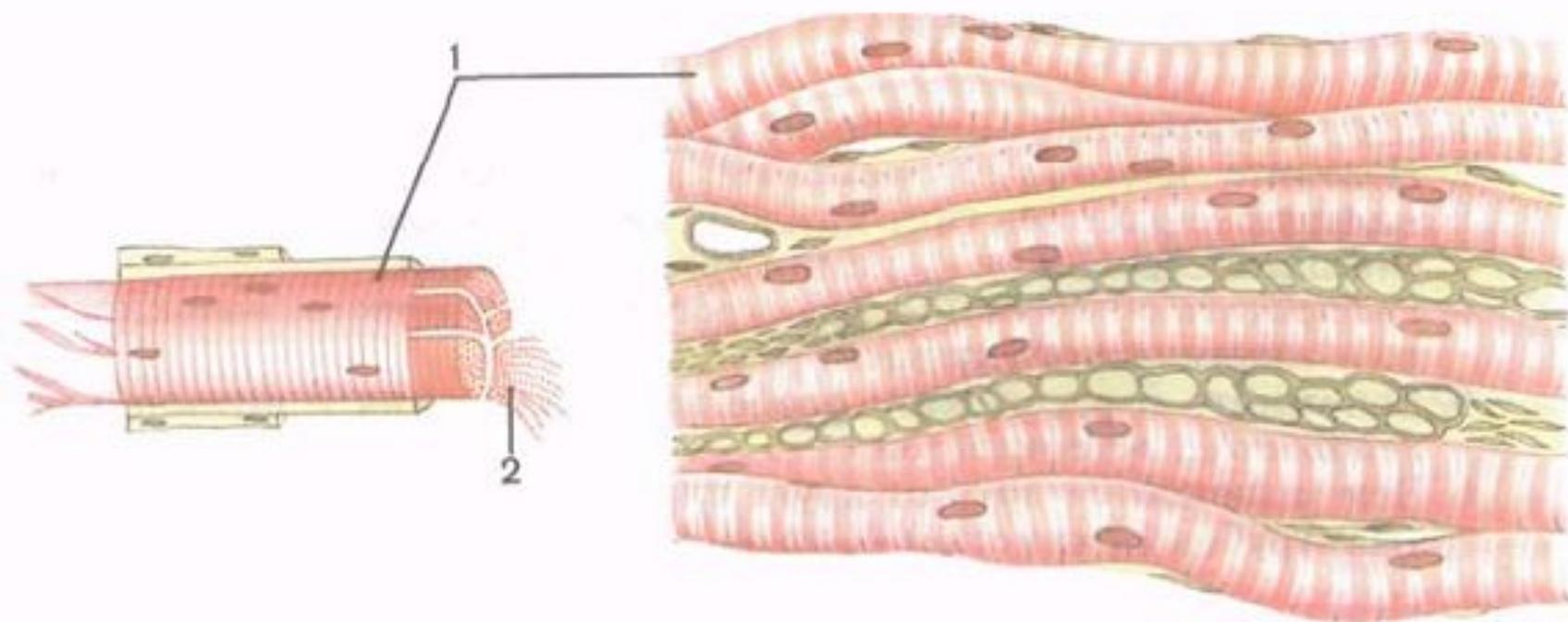
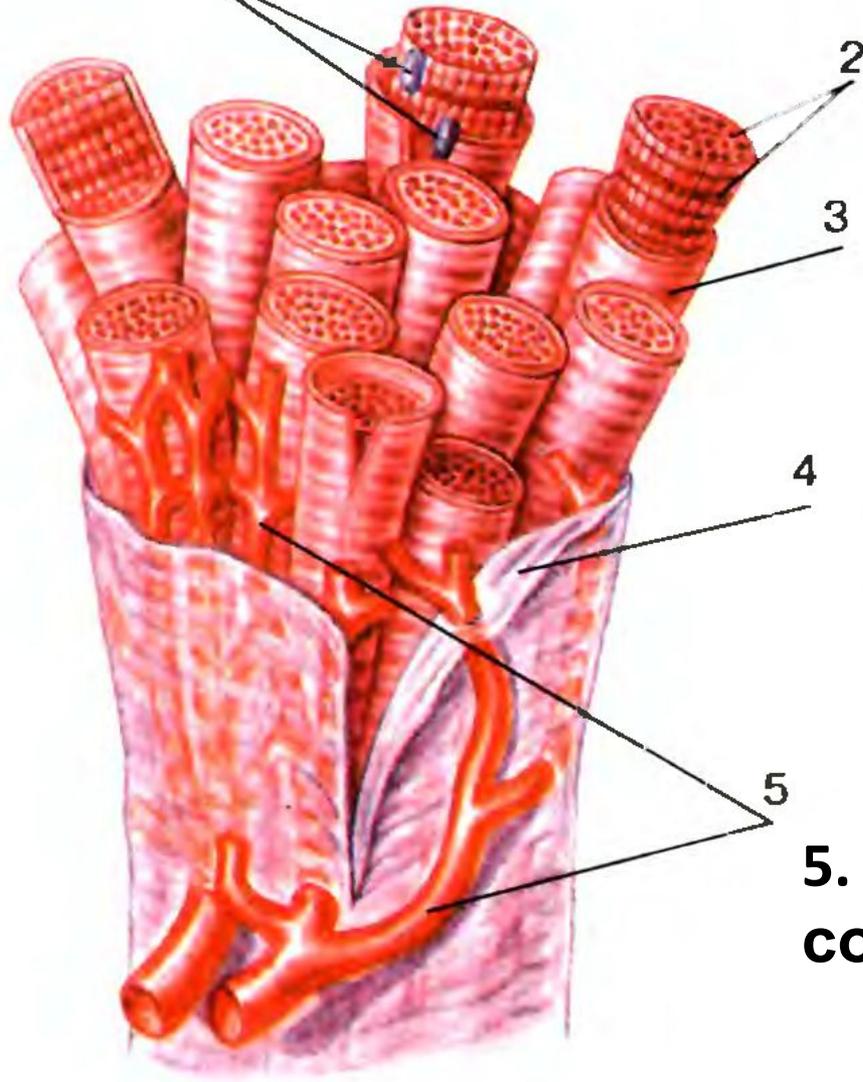


Рис. 16. Исчерченная (поперечнополосатая, скелетная) мышечная ткань.

1 — мышечные волокна; 2 — миофибриллы.

**1. Ядра мышечных волокон**



**2. Мышечное волокно с сократительными нитями –**

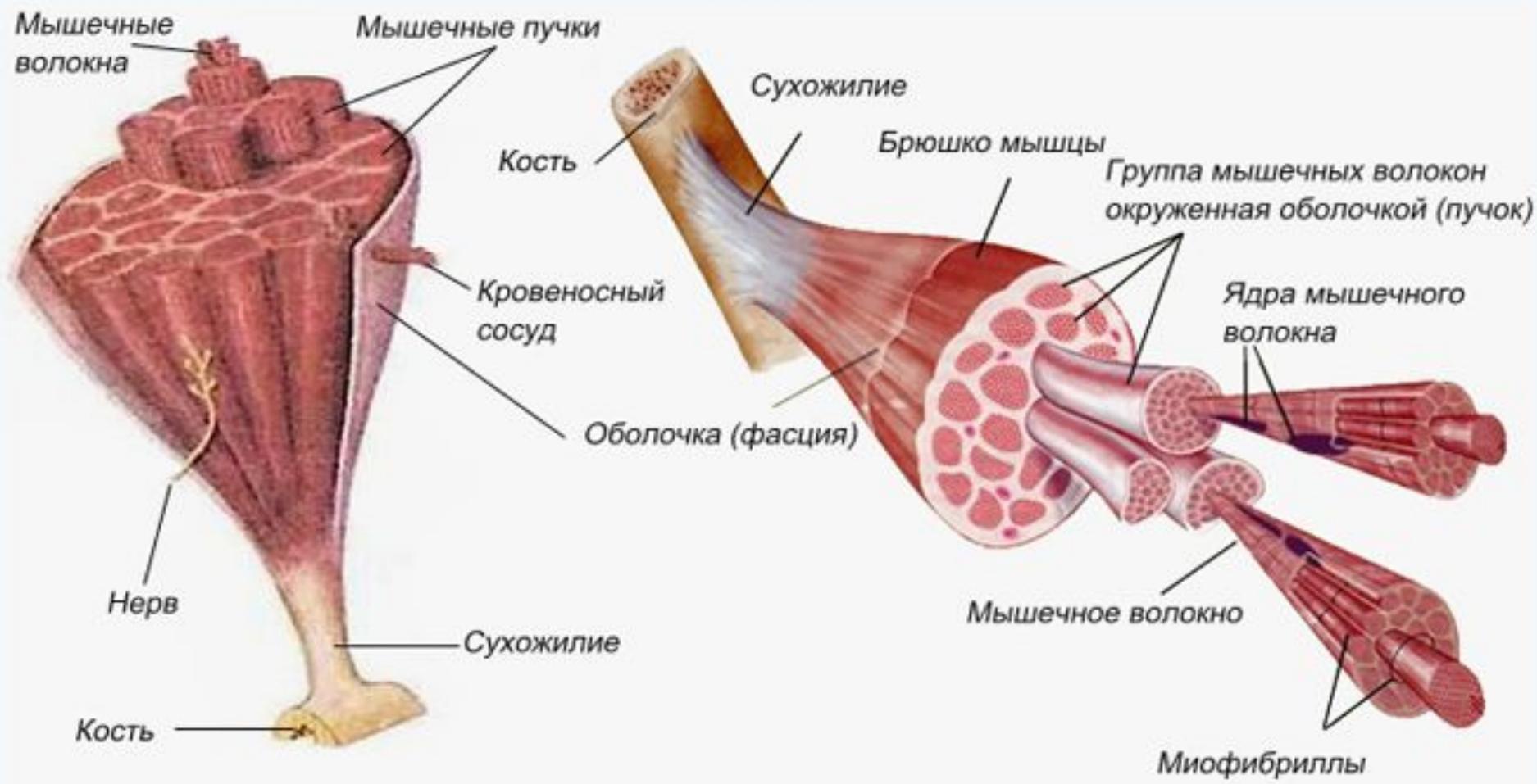
**актин и миозин**

**3. С/т пленка мышечного волокна**

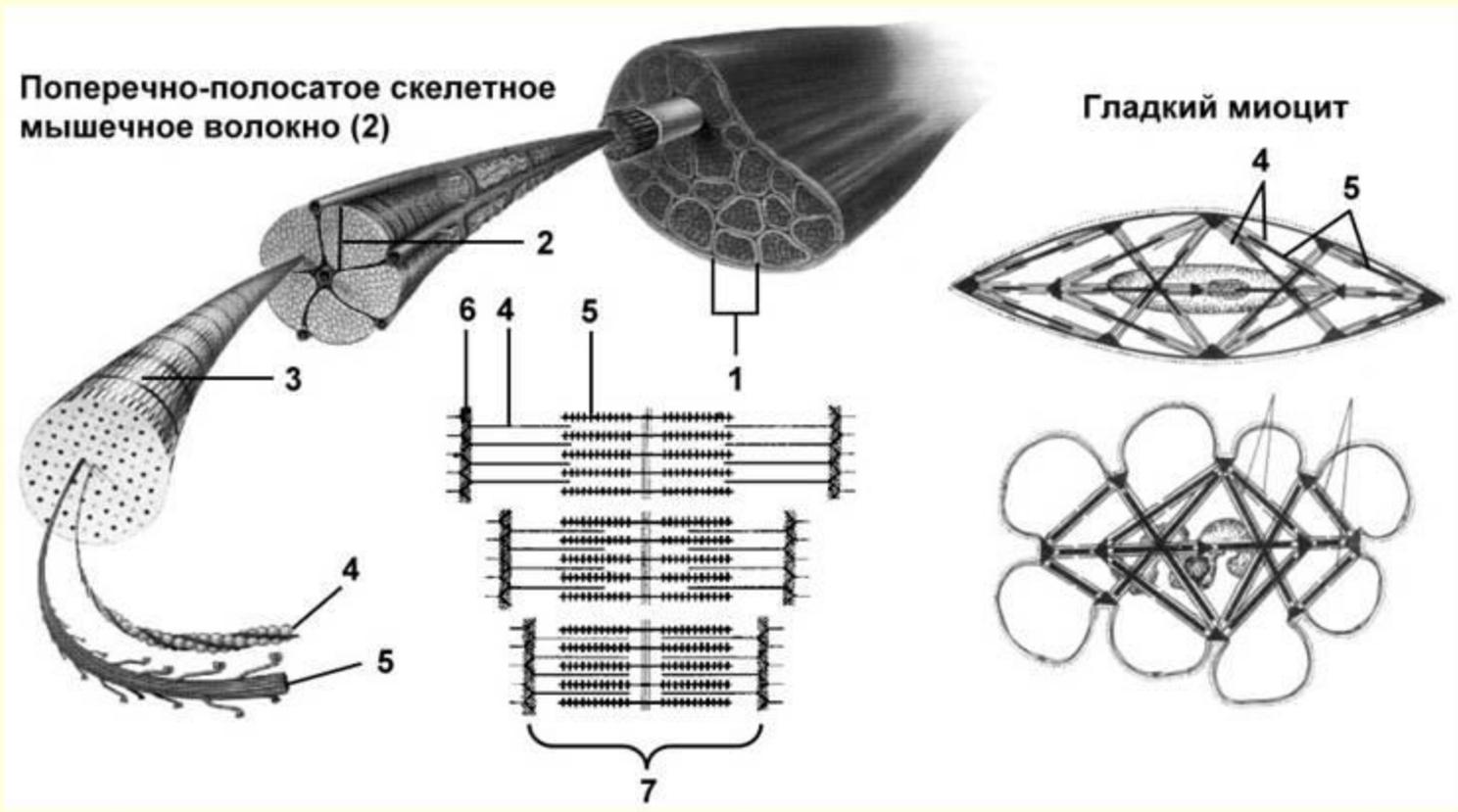
**4. С/т оболочка – фасция**

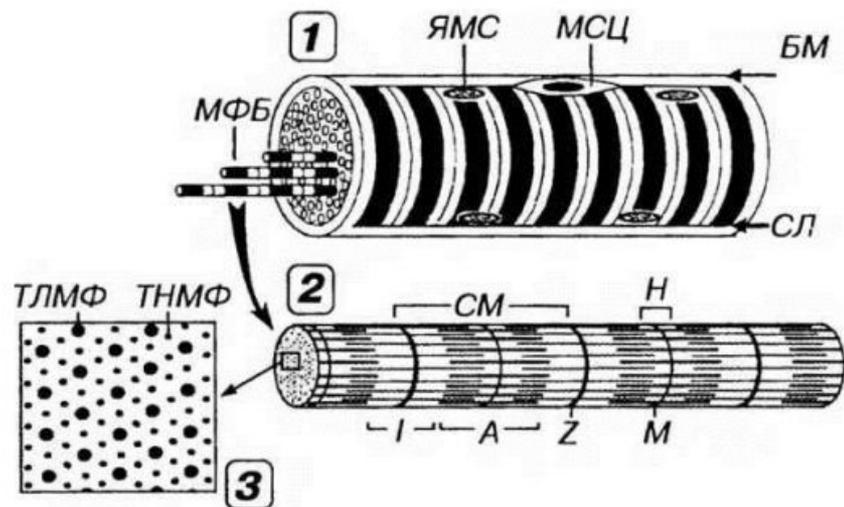
(объединяет мышечные волокна, действующие в одном направлении)

**5. Кровеносные сосуды**

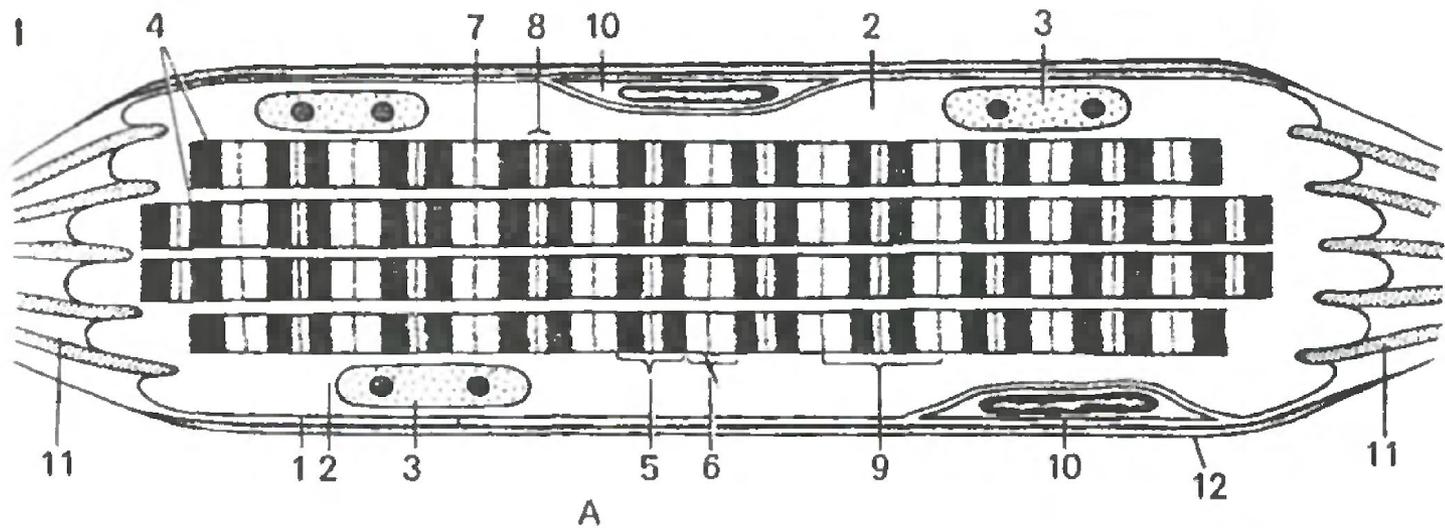


Что обозначено на рисунке цифрами 1 – 7?



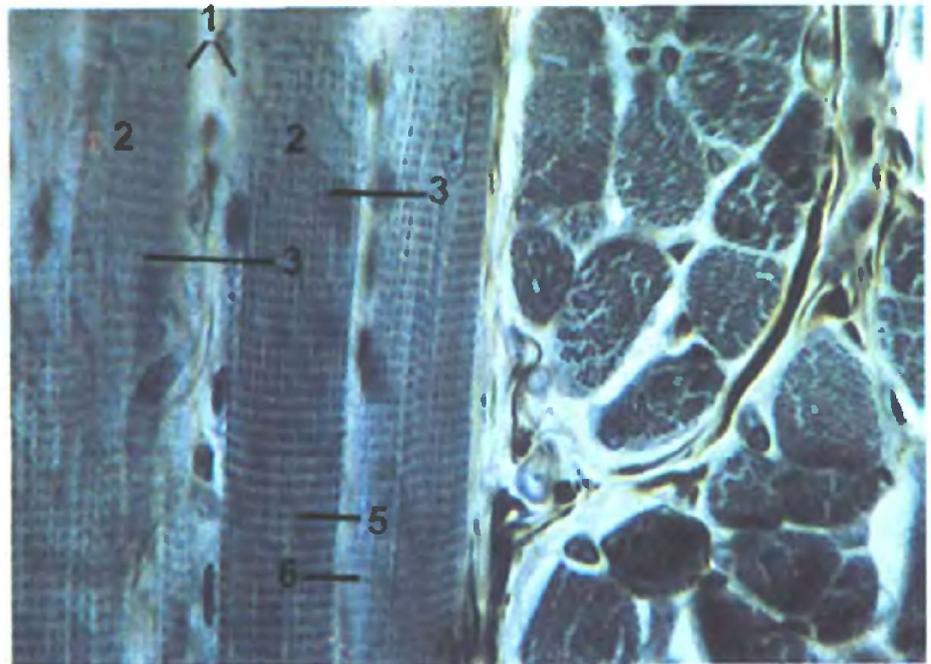


**Рис 13-3.** Строение скелетного мышечного волокна (1), миофибриллы (2) и расположение в последней миофиламентов (3). В мышечном волокне (МВ) в целом и каждой миофибрилле (МФ), входящей в его состав, выявляются чередующиеся темные анизотропные А-диски (А) и светлые изотропные I-диски (I). Последние пересекаются надвое телофрагмой, или Z-линией (Z), а в середине первых определяется светлая полоска Н (Н), через центр которой проходит М-линия (М). СМ - саркомер, ЯМС - ядра миосимпласта, МСЦ - миосателлитоцит, БМ - базальная мембрана, СЛ - сарколемма. В пределах СМ каждый толстый миофиламент (ТЛМФ) окружен шестью тонкими миофиламентами (ТНМФ).

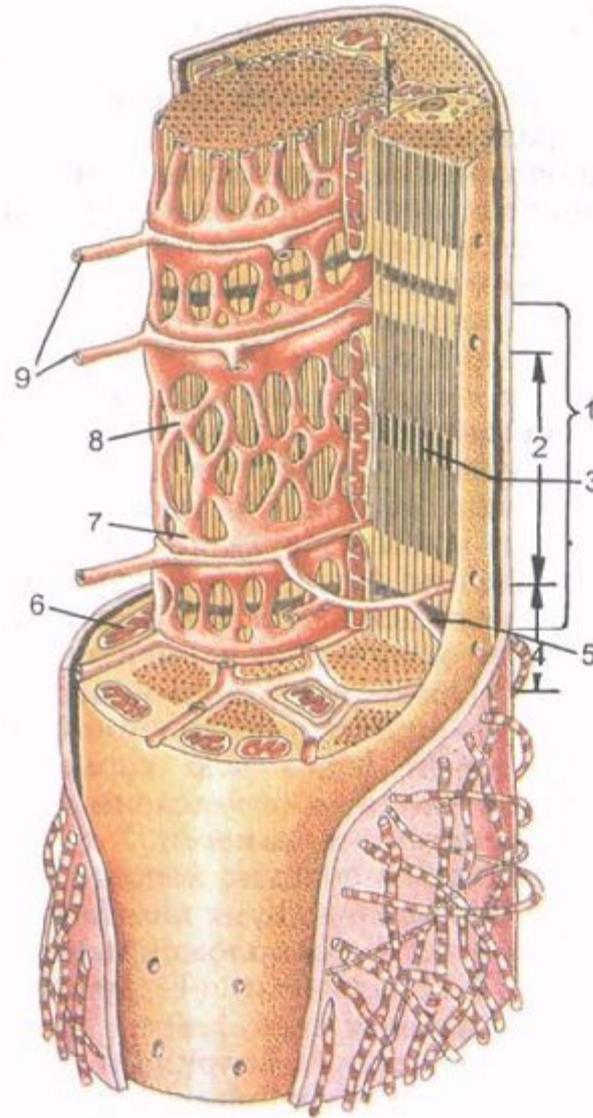


**Рис. 118.** Скелетное мышечное волокно (миосимпласт).

Г — строение мышечного волокна на светооптическом уровне. А — схема, Б — микрофотография. 1 — плазмолемма; 2 — саркоплазма; 3 — ядра миосимпласта; 4 — миофибриллы; 5 — анизотропный диск (полоска А); 6 — изотропный диск (полоска I); 7 — телофрагма (линия Z); 8 — светлая зона (полоска H), в середине которой проходит мезофрагма (линия M); 9 — саркомер; 10 — миосателлитоцит; 11 — сухожильные волокна; 12 — базальная мембрана (по А. Н. Студитскому).

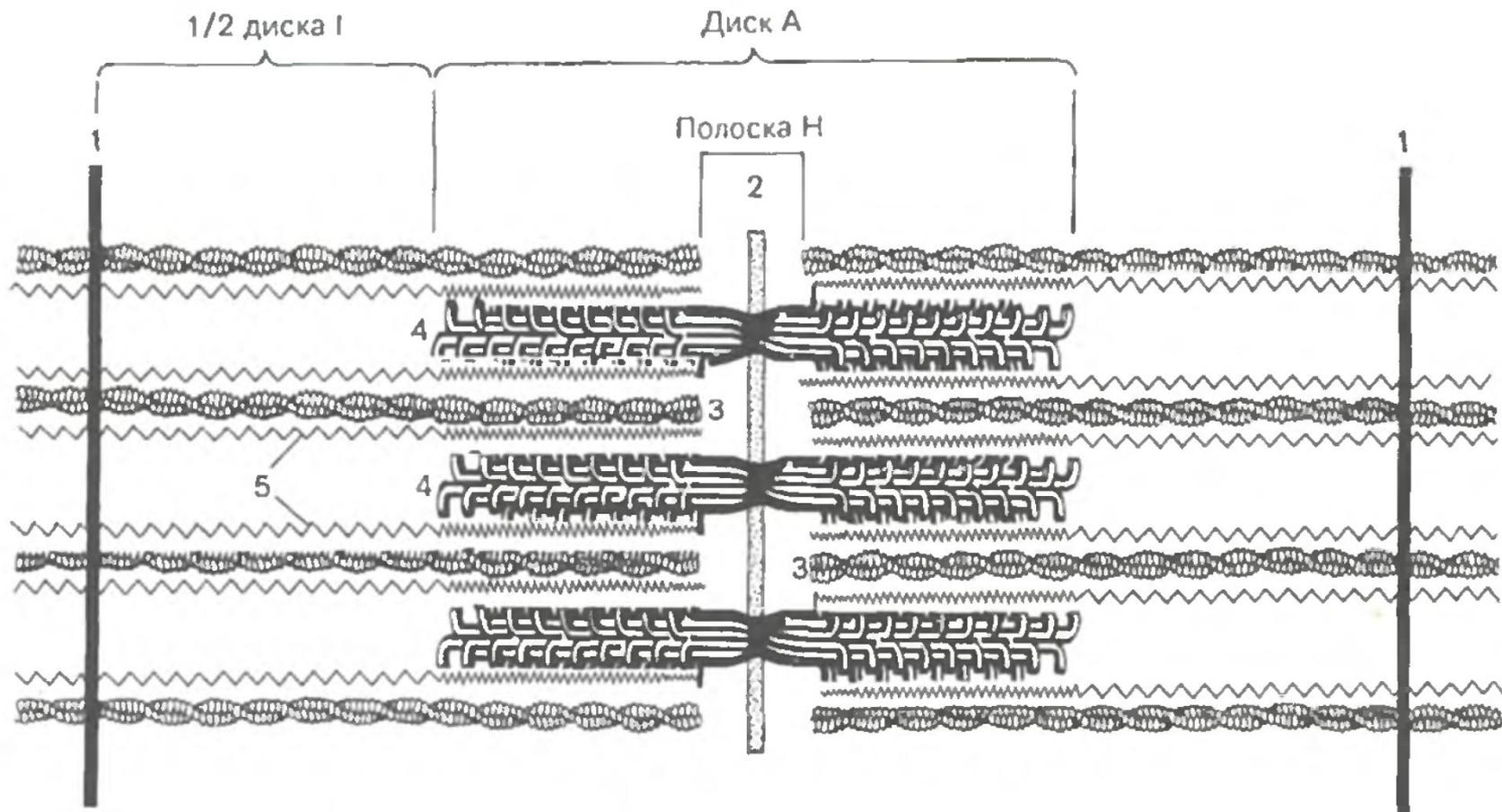


Б



**Рис. 17.** Строение миофибриллы мышечного волокна (по В.Г.Елисееву).

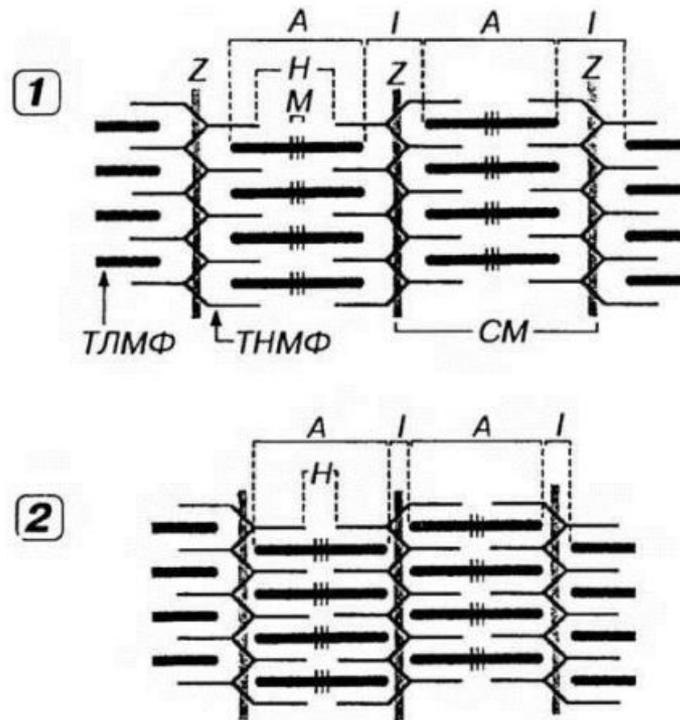
1 — сарколемма; 2 — полоска А (диск А); 3 — линия М (мезофрагма) в середине диска А; 4 — полоска I (диск I); 5 — линия Z (телофрагма) в середине диска I; 6 — митохондрия; 7 — конечная цистерна; 8 — саркоплазматическая сеть; 9 — поперечные трубочки.



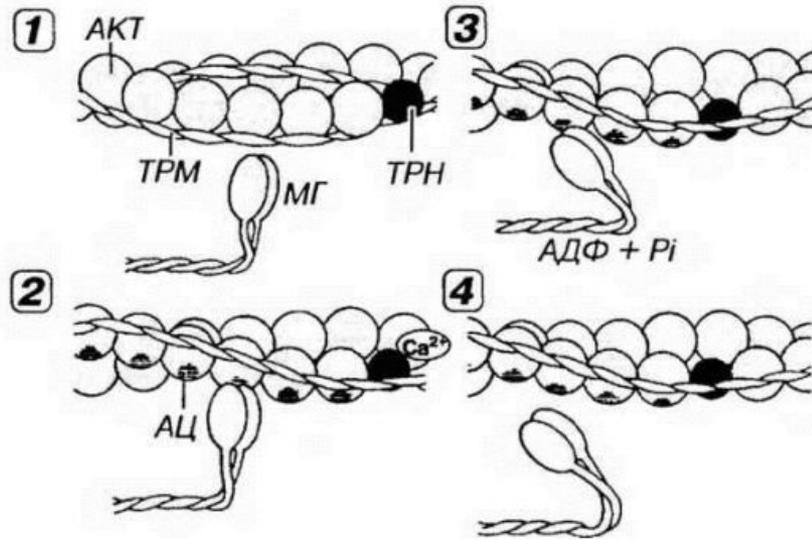
**Рис. 120.** Саркомер (схема).

1 — линия Z; 2 — линия М; 3 — филаменты актина; 4 — филаменты миозина; 5 — фибриллярные молекулы титина (по Б. Албертс, Д. Брей, Дж.Льюис и др., с изменениями).

печивают усилие тяги, а затем открепляются от него (рис. 13-7). В этом механизме АТФ играет двойную роль, обеспечивая энергию, необходимую как для осуществления сокращения, так и для открепления мостиков.



**Рис. 13-6.** Механизм мышечного сокращения в соответствии с теорией скользящих нитей. Укорочение саркомеров (СМ) при сокращении (2) по сравнению с их состоянием в покое (1) происходит благодаря тому, что тонкие миофиламенты (ТНМФ) вдвигаются в промежутки между толстыми (ТЛМФ) без изменения их длины. Остальные обозначения - как на рис. 13-3.



**Рис. 13-7.** Молекулярные механизмы мышечного сокращения. 1 - в покое миозиновые головки (МГ), с которыми связаны молекулы АТФ, неспособны взаимодействовать с активными центрами (АЦ) на молекуле актина (АКТ), потому что последние прикрыты комплексом тропонин-тропомиозин (ТРН-ТРМ). 2 - мышечное сокращение начинается вследствие повышения концентрации  $\text{Ca}^{2+}$ , который воздействует на ТРН. Возникающее изменение конформации ТРН и смещение молекулы связанного с ним ТРМ демаскирует АЦ на молекуле АКТ, с которыми связываются МГ, образуя поперечные мостики. 3 - за счет сгибания МГ в области их прикрепления к молекуле АКТ развивается усилие, смещающее тонкие миофиламенты (ТНМФ) вдоль толстых (ТЛМФ) к центру саркомера (см. рис. 13-06). АТФ при этом гидролизует до АДФ и фосфата ( $\text{P}_i$ ). 4 - размыкание мостика и его отделение от ТНМФ наступают вследствие связывания с ним новой молекулы АТФ. Далее мостик принимает исходное положение (перпендикулярное ТНМФ) и начинается новый цикл сокращения. Циклическое взаимодействие МГ и ТНМФ будет продолжаться при сохранении высокой концентрации ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и наличии АТФ.

*А. Связывание ионов  $Ca^{2+}$  с тропонином и освобождение активных центров на молекуле актина.* Ионы  $Ca^{2+}$  связываются с ТnC-субъединицами тропонина на тонких филаментах. При этом тропонин изменяет свою конформацию, смещает молекулы тропомиозина и открывает активные центры (участки связывания миозина) на молекуле актина.

*Б. Связывание миозина и актина (формирование поперечных мостиков).* Миозиновые головки связываются с активными центрами на молекуле актина, формируя мостики, расположенные перпендикулярно продольной оси нити. Менее чем через 1 мс после этого под влиянием актомиозинового комплекса происходит гидролиз АТФ и отщепление его продуктов (АДФ и неорганического фосфата). При этом угол наклона мостика относительно продольной оси нити изменяется до  $40^\circ$ . Такой конформационный переход, происходящий в области прикрепления головки миозиновой молекулы, обуславливает развитие усилия и смещение тонких филаментов к центру саркомера. Предполагается, что "рабочий ход" миозинового мостика составляет около 10 нм; таким образом за один цикл мостик вызывает относительное перемещение тонких нитей на расстояние, равное примерно  $1/200$  длины саркомера.

*В. Размыкание мостика.* Связывание новой молекулы АТФ с мостиком вызывает его отделение от тонкого филамента. Мостик размыкается, возвращаясь в прежнее положение относительно миозиновой нити и может прийти в замыкание со следующим активным центром на тонкой. Каждый цикл замыкания-размыкания сопровождается расщеплением молекулы АТФ. В живой мышце это осуществляется с интервалом в несколько десятков миллисекунд после присоединения новой молекулы АТФ. В трупной мышце, где АТФ отсутствует, мостик не может разомкнуться, и мышца переходит в состояние трупного окоченения (rigor mortis).

При сокращении мышцы не происходит одновременного замыкания всех

*Структурно-функциональная  
характеристика нервной клетки*

# Нервная ткань

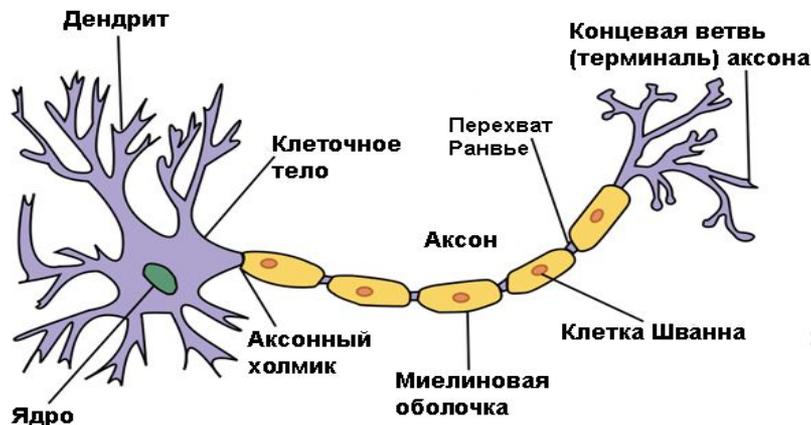
Нейроглия  
(межклеточное  
вещество)

Нейроны

# Нервная ткань

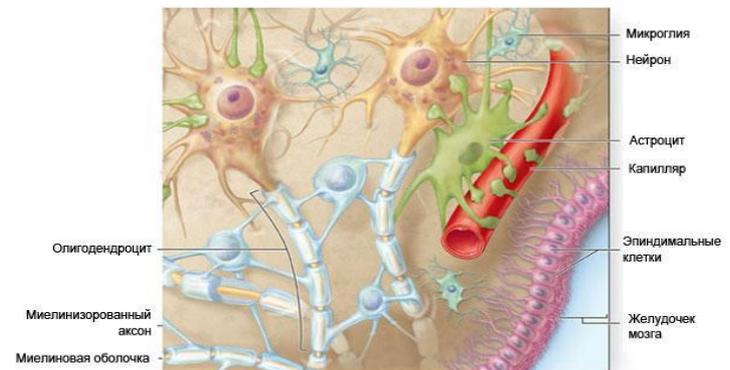
## Нейроны

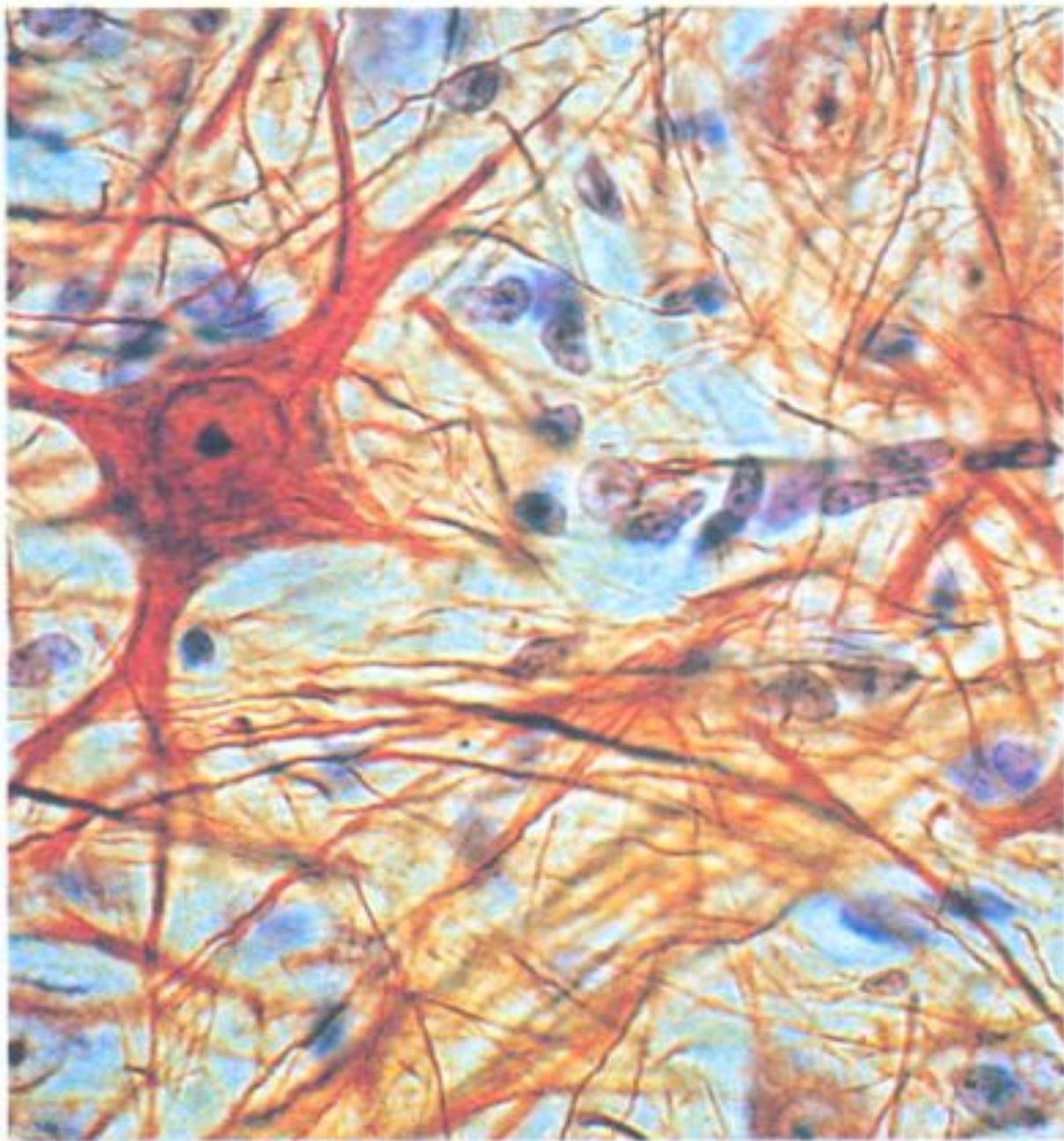
- Структурно-функциональная единица нервной системы.
- Не способны к митозу.



## Нейроглия

- Комплекс клеточных элементов, выполняющих в нервной ткани опорную, разграничительную, защитную, секреторную и трофическую функции.





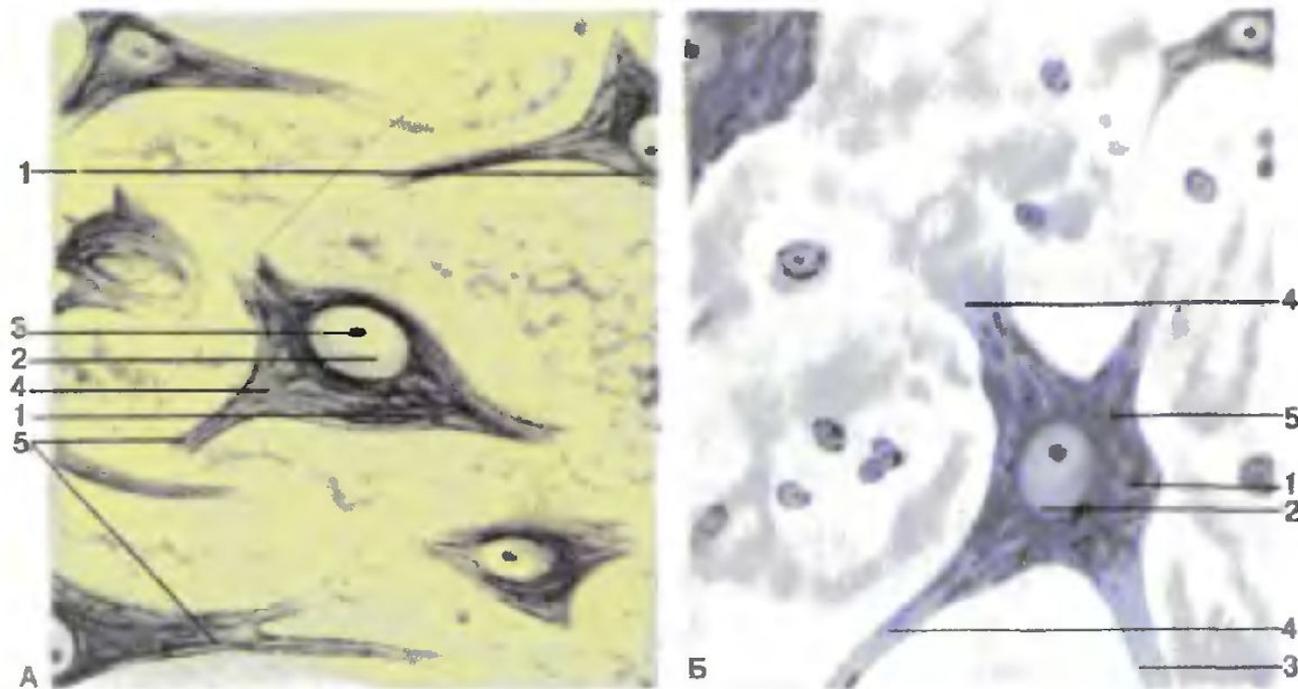
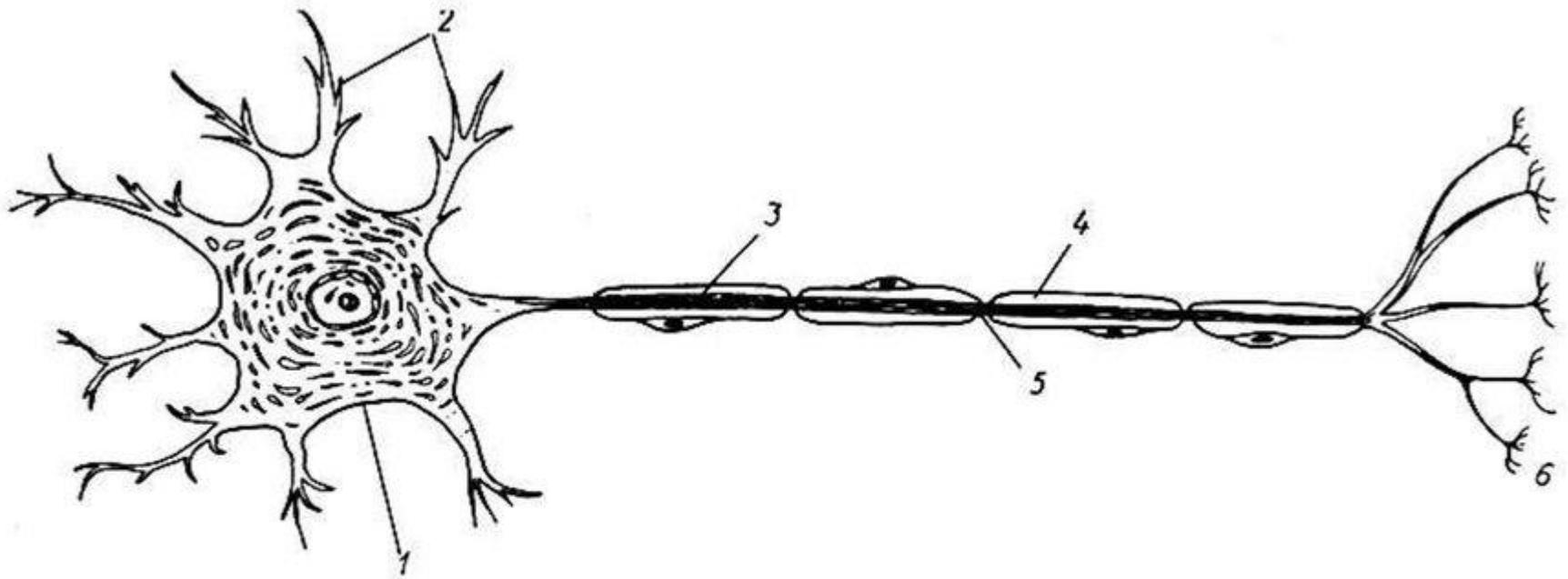


Рис. 29. Специальные органеллы нейронов.

А — нейрофибриллы. Импрегнация серебром. 1 — мультиполярные нейроны; 2 — ядро; 3 — ядрышко; 4 — нейрофибриллы; 5 — отростки; Б — хроматофильная субстанция: 1 — мультиполярные нейроны; 2 — ядро с ядрышком; 3 — нейрит; 4 — дендриты; 5 — глыбки хроматофильного вещества (по В. Г. Елисееву и др., 1970).

# Строение нейрона



1 – тело нейрона, 2 – дендриты, 3 – аксон,  
4 – миелиновая оболочка, 5 – перехват Ранвье,  
6 – аксонные терминали

# Типы нейронов по строению

## Биполярный

### Униполярный

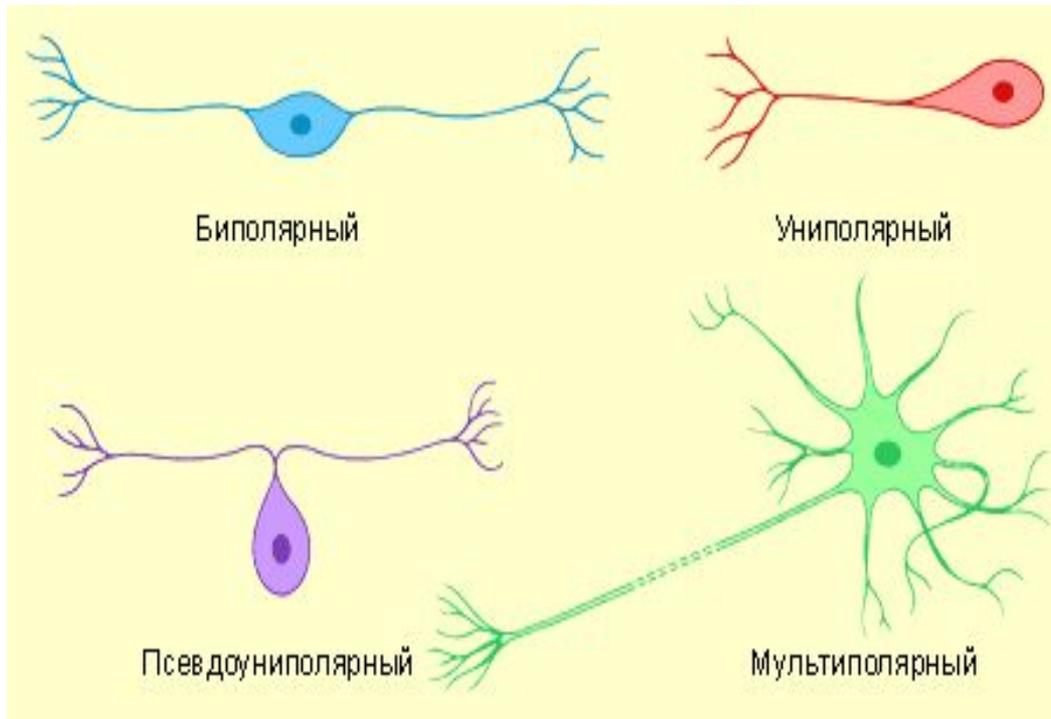
- один отросток

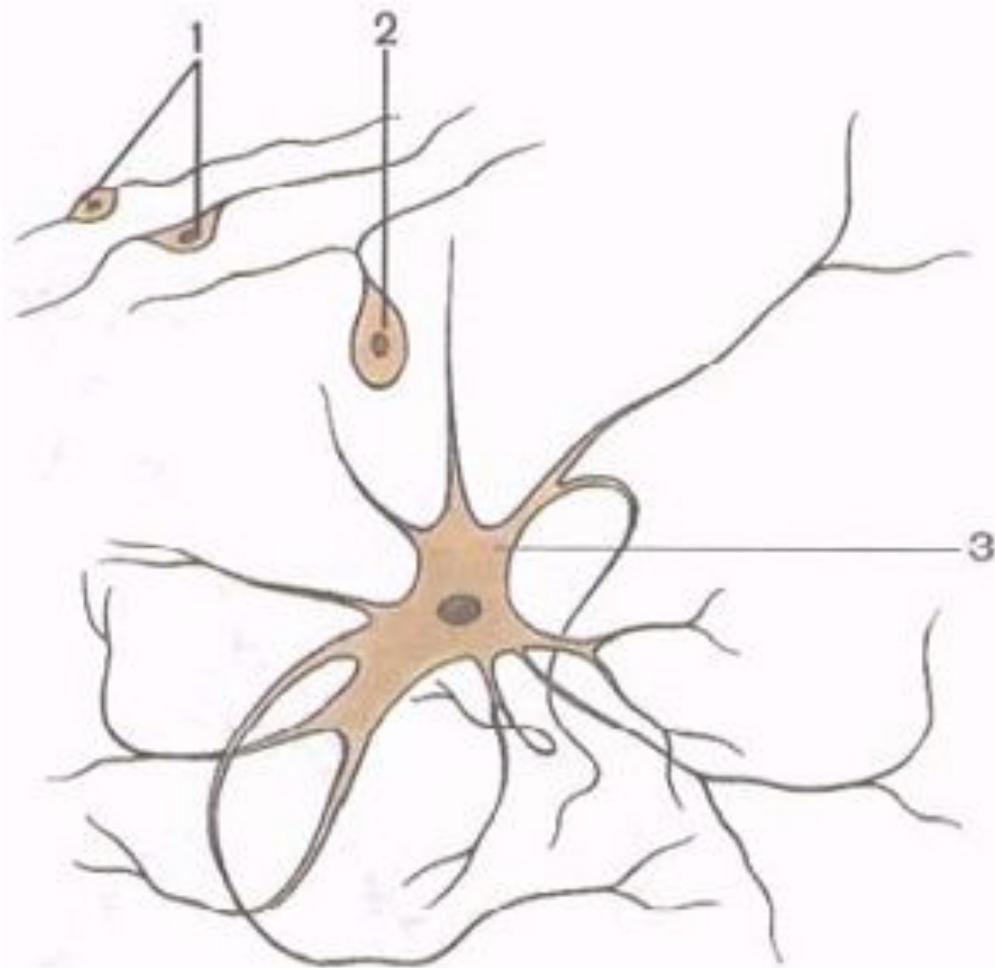
- один аксон и один дендрит
- разновидность псевдоуниполярные

### Мультиполярный

- один аксон и много дендритов

## нейроны



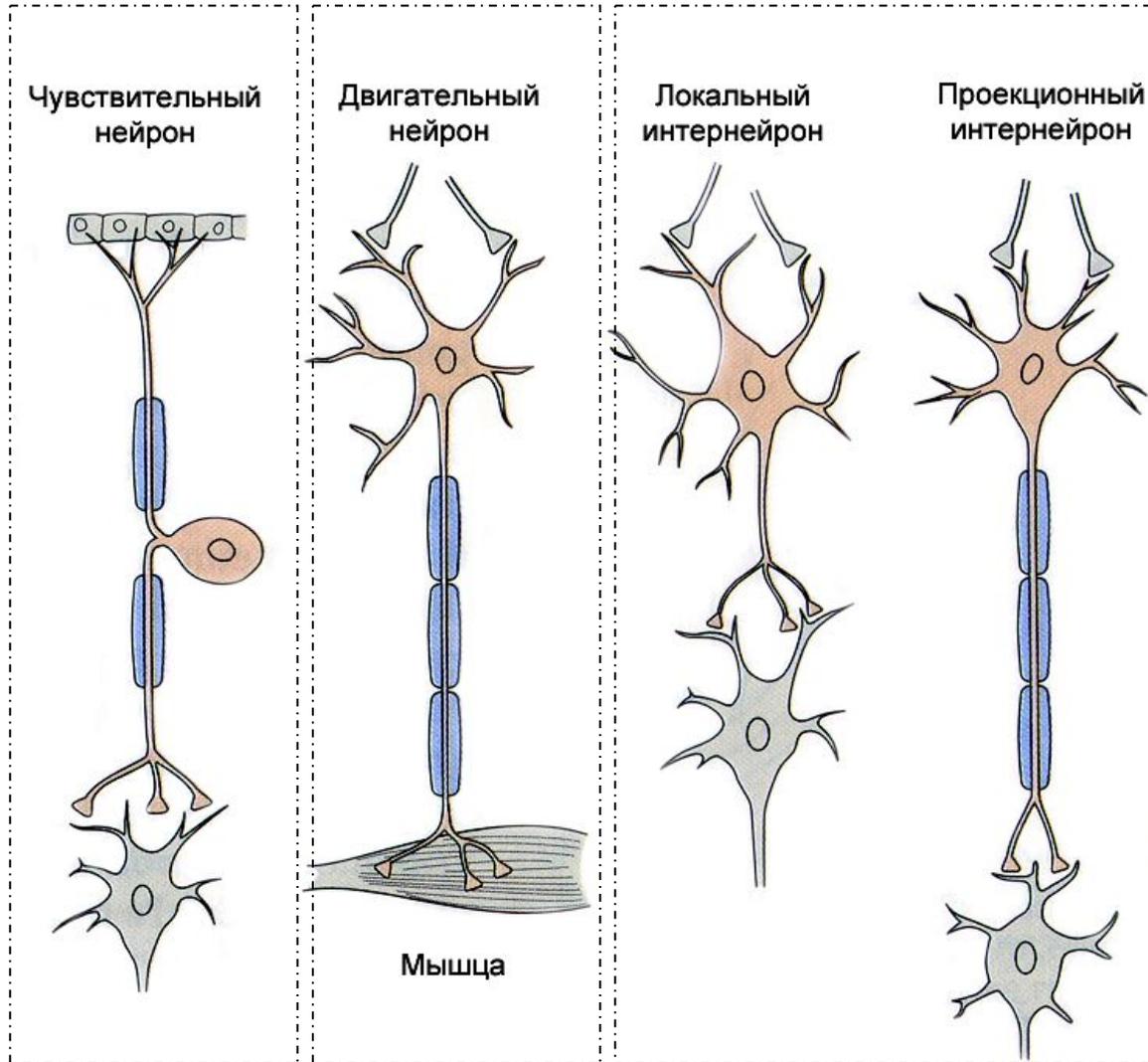
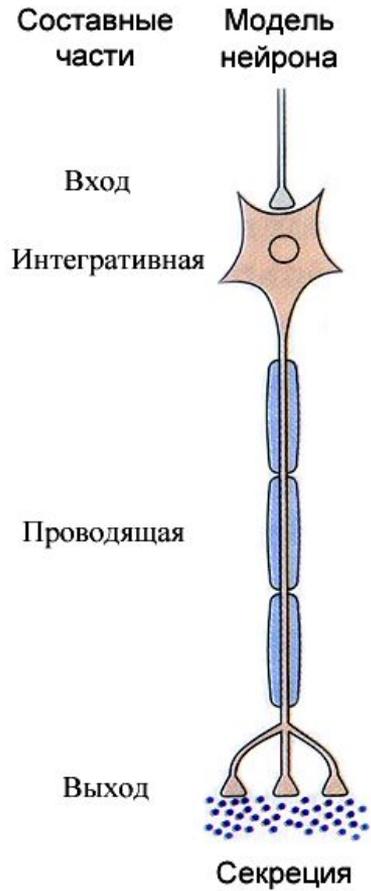


1 — биполярные нейроны; 2 —  
псевдоуниполярный нейрон; 3 —  
мультиполярный нейрон.

# Виды нейронов

- по функции:

1. Двигательные (моторные, эфферентные)
2. Чувствительные (сенсорные, афферентные)
3. Интернейроны (вставочные)



# Нервные волокна

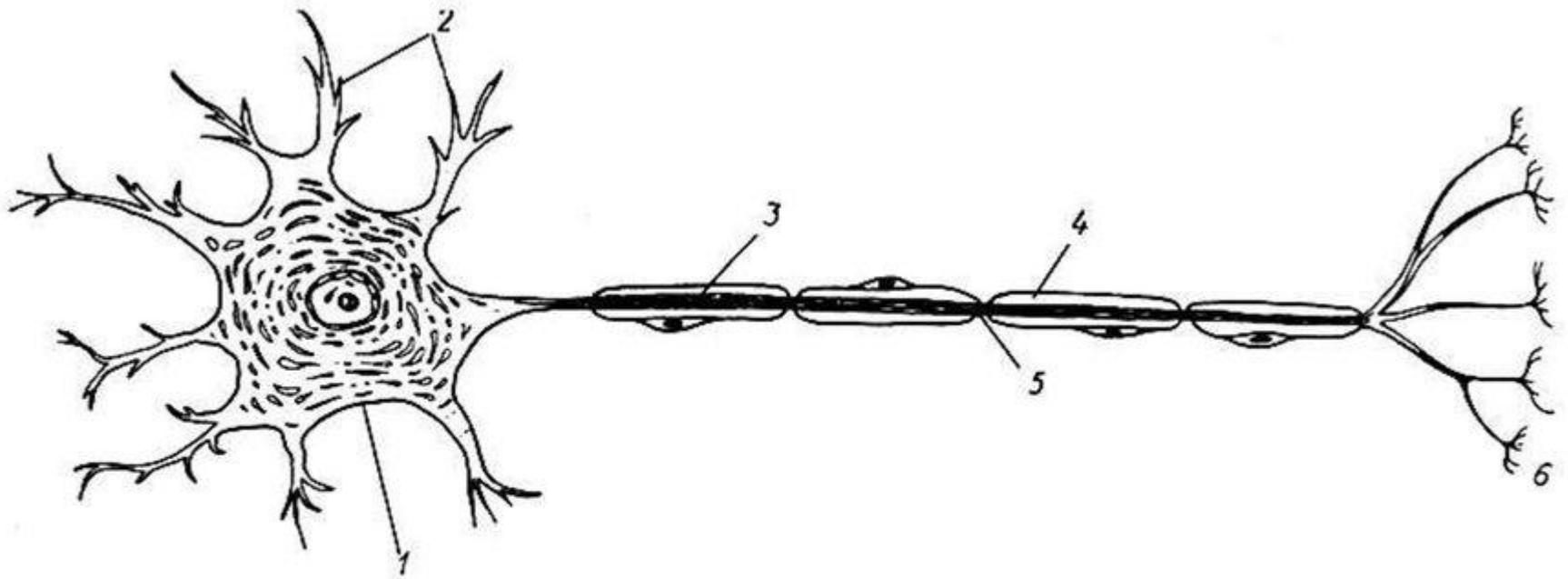
## Безмиелиновые (безмякотные)

- Характерны для вегетативной н/с;
- Клетки нейроглии плотно прилегают друг к другу;
- Содержат несколько отростков различных нейронов.

## Миелиновые (мякотные)

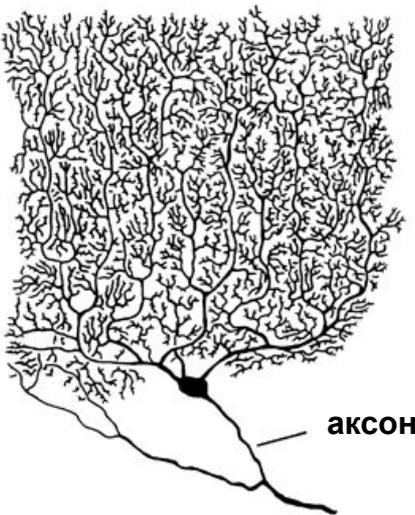
- Содержат один осевой цилиндр (дендрит или аксон нейрона), покрытый оболочкой из глиальных клеток.

# Строение нейрона



1 – тело нейрона, 2 – дендриты, 3 – аксон,  
4 – миелиновая оболочка, 5 – перехват Ранвье,  
6 – аксонные терминали

*В организме человека около ста миллиардов нейронов.*



аксон

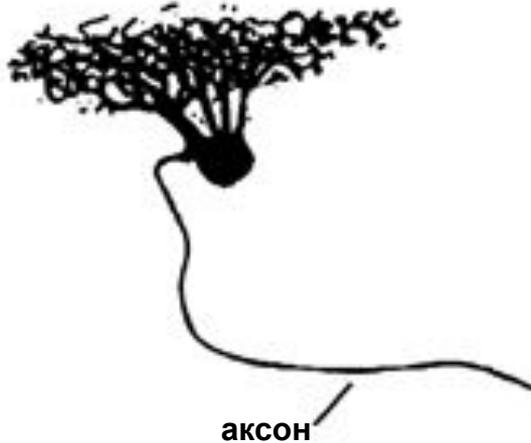
Клетка Пуркинью



дендритное дерево в форме пирамиды

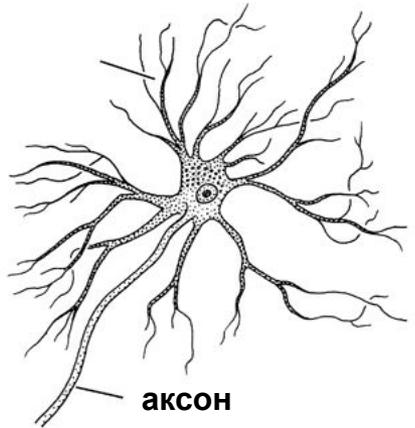
аксон

Пирамидный нейрон коры мозга



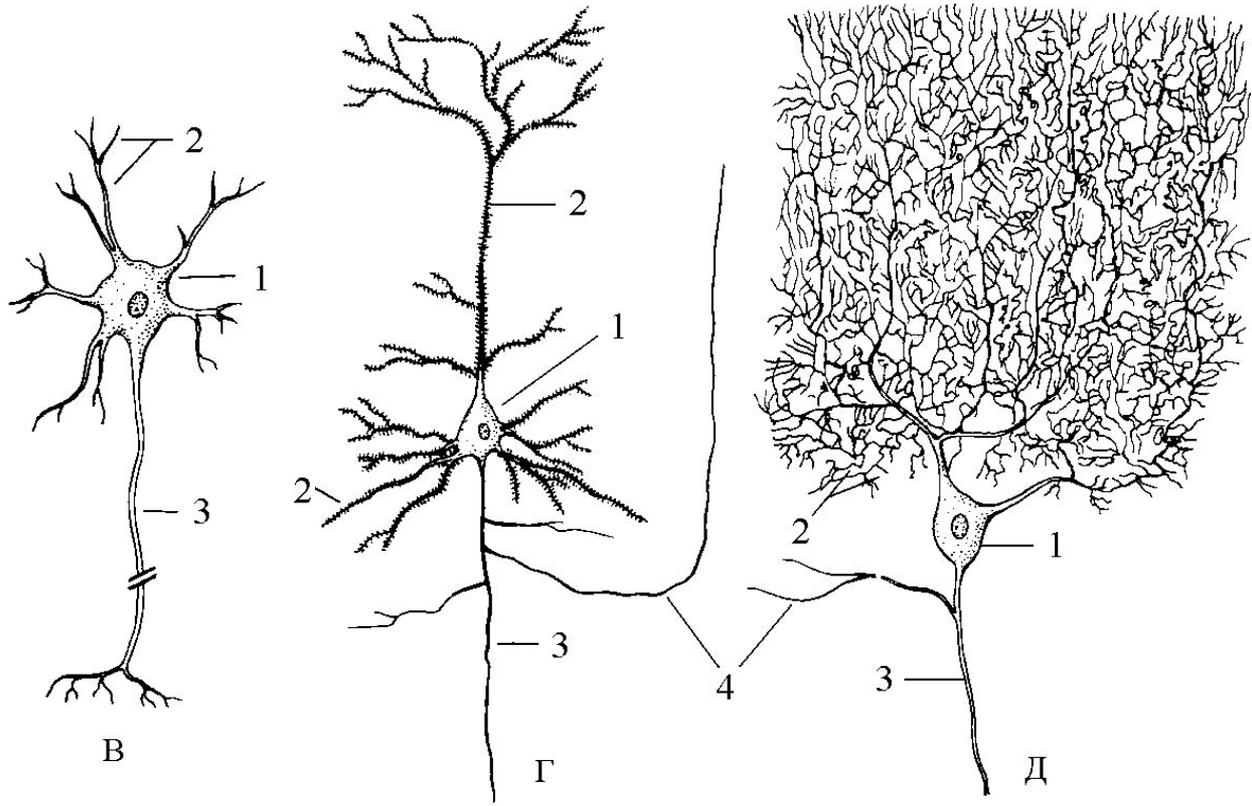
аксон

Ганглиозная клетка



аксон

Мотонейрон спинного мозга



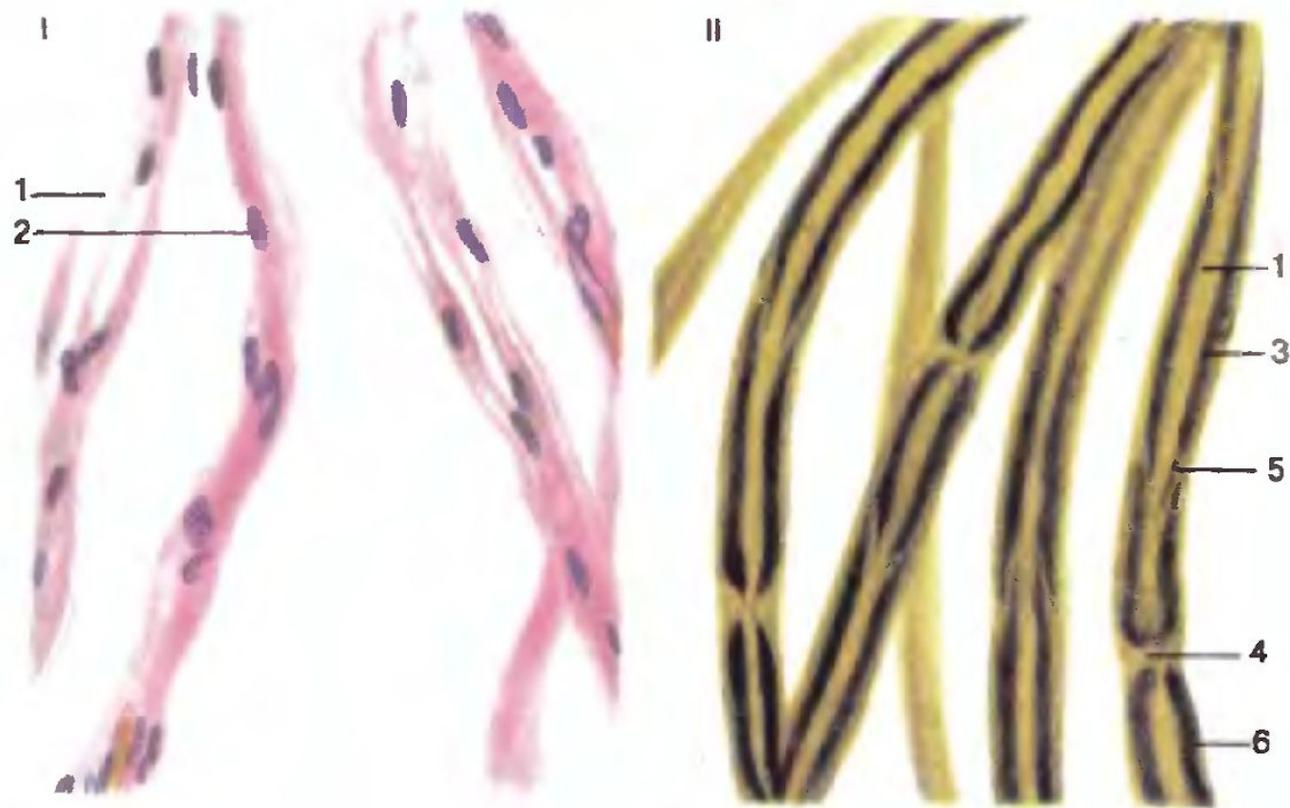
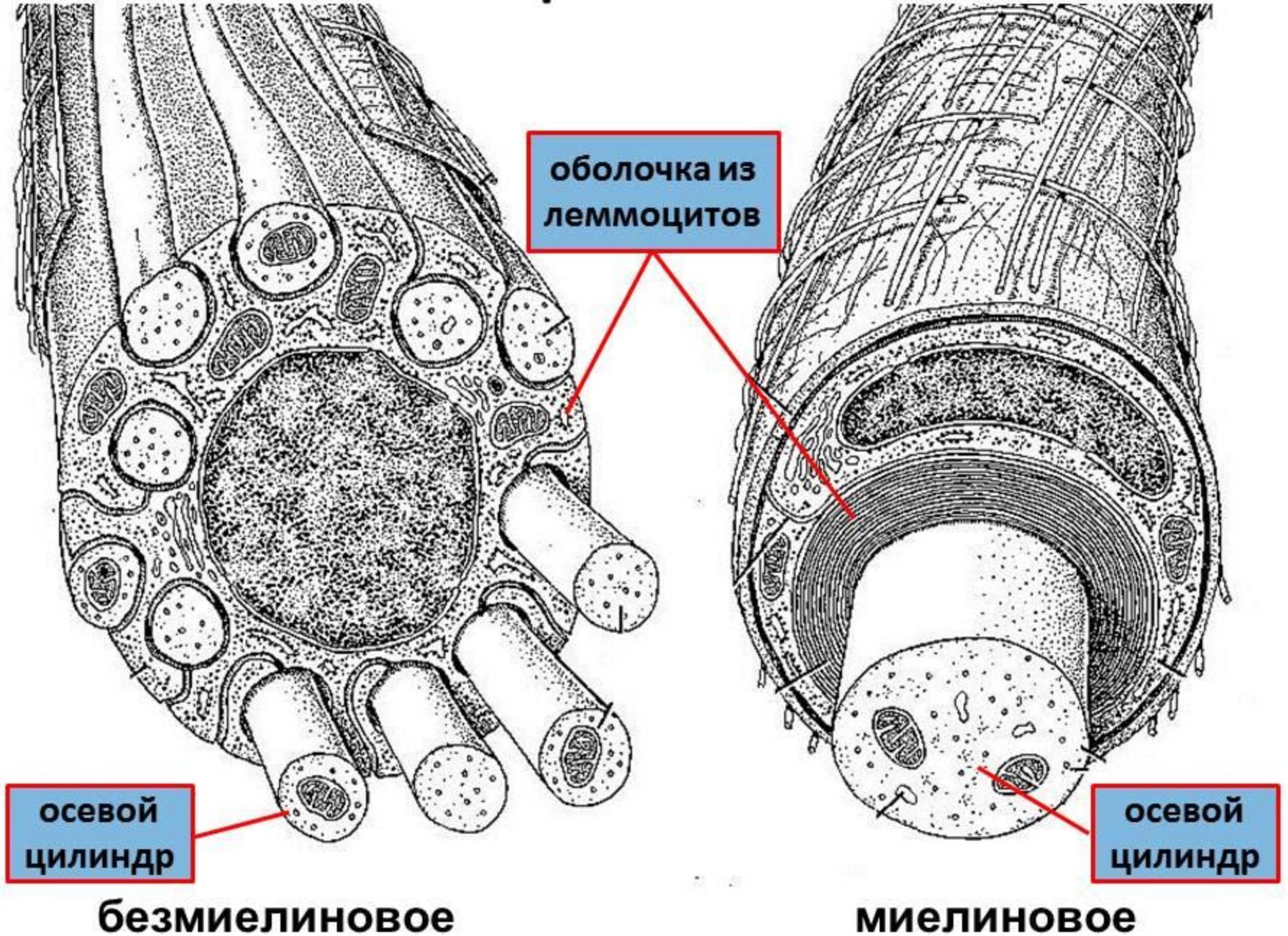


Рис. 31. Микроскопическое строение нервных волокон.

I — безмиелиновые нервные волокна. Окраска гематоксилин-эозином; II — миелиновые нервные волокна. Окраска четырехокисью осмия. 1 — осевой цилиндр; 2 — ядро нейролеммоцита; 3 — миелиновый слой; 4 — узловой перехват; 5 — насечка миелина; 6 — нейролемма (по В. Г. Елисееву и др., 1970).

# типы нервных волокон

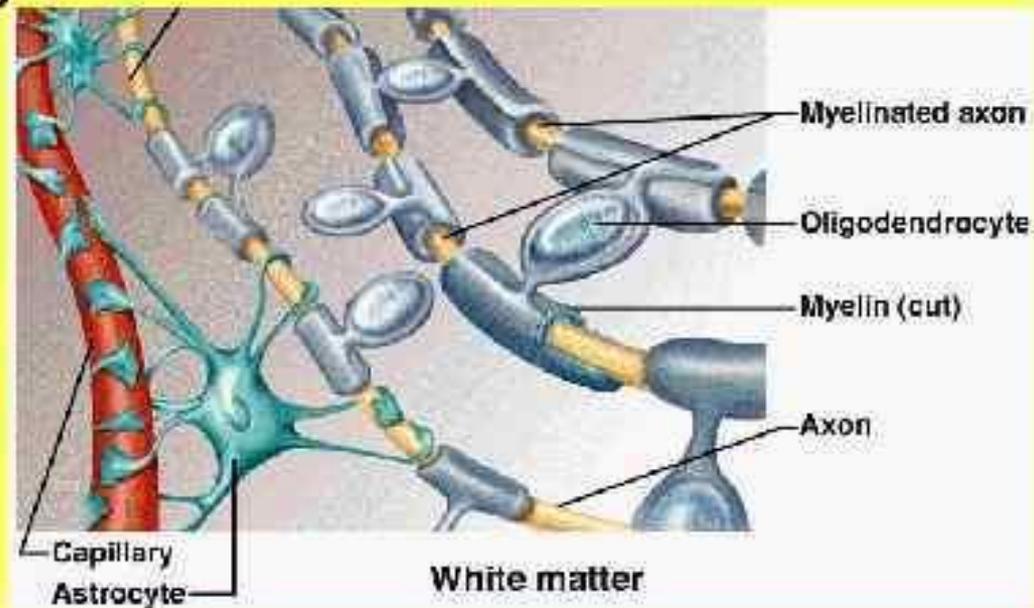


# Клетки нейроглии

**Нейроглия:** обеспечивает поддержку, питание нейронов и выполняет защитные функции

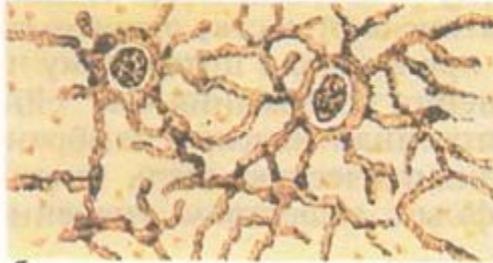
**Шванновские клетки:** формируют миелиновые оболочки в ПНС. Миелин изолирует нервные волокна, увеличивает скорость передачи импульсов по нерву.

- **Олигодендроциты:** формируют миелиновые оболочки в ЦНС.
- **Астроциты:** регулируют концентрацию  $K^+$
- **Микроглия:** макрофаги ЦНС
- **Эпендимальные клетки**

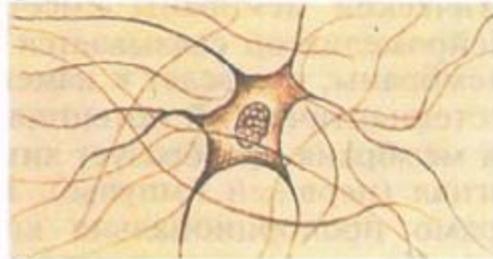




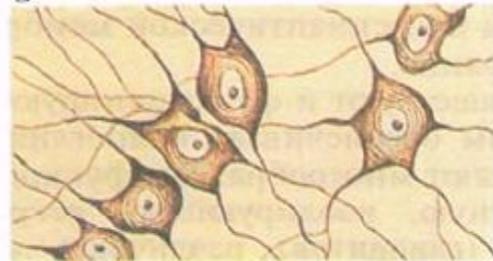
а



б



в



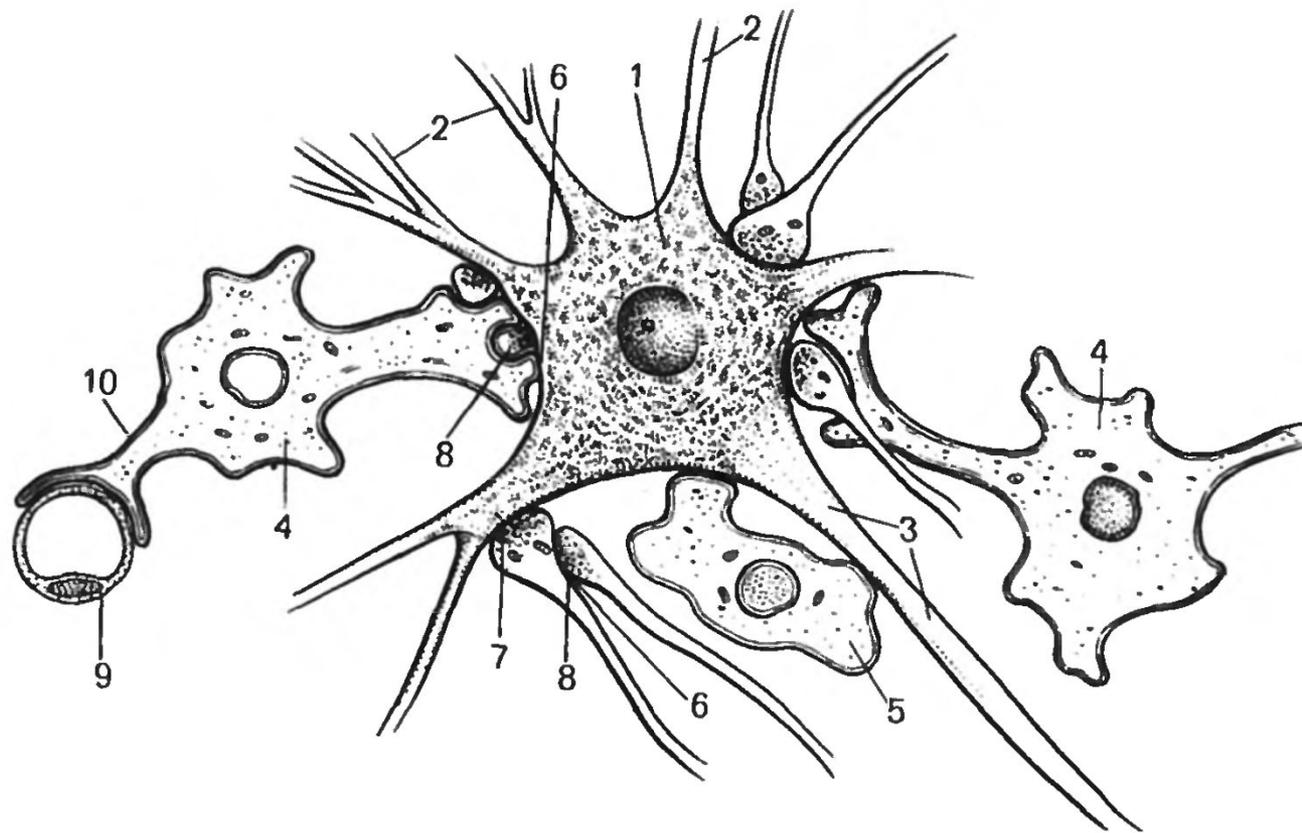
г



д

**Рис. 22. Нейроглия**  
(по В.Г.Елисееву).

а — эпендимоциты; б —  
протоплазматические  
астроциты; в — воло-  
книстые астроциты; г —  
олигодендроглиоциты;  
д — микроглия.



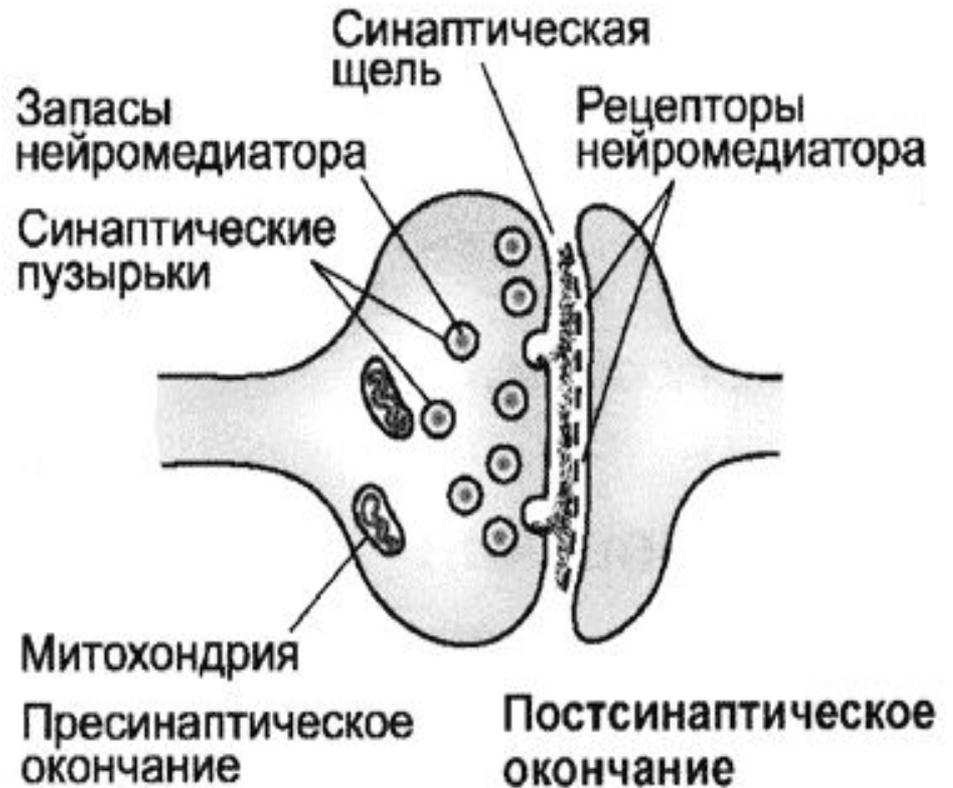
**Рис. 137.** Взаимоотношения нейрона астроглии, олигодендроглии и нервных терминалей (по Г. Р. Нобаку, Н. Л. Стромингеру, Р. Д. Демаресту).

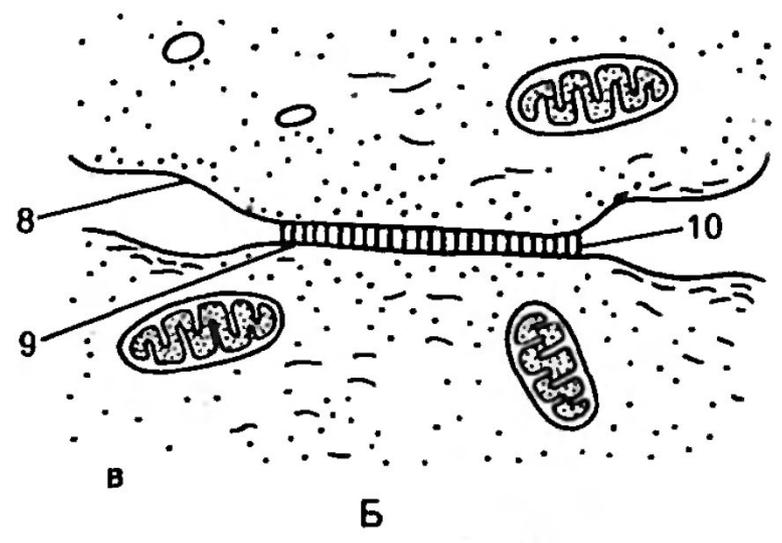
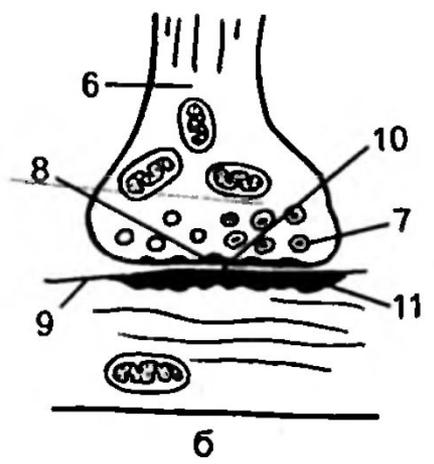
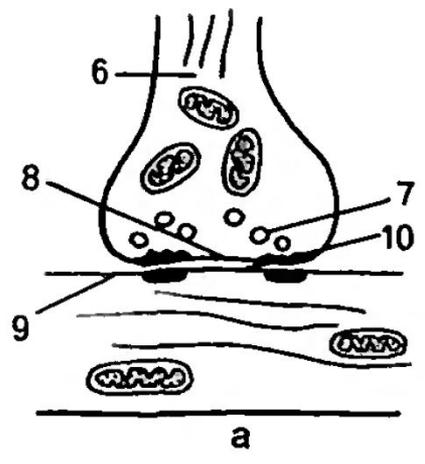
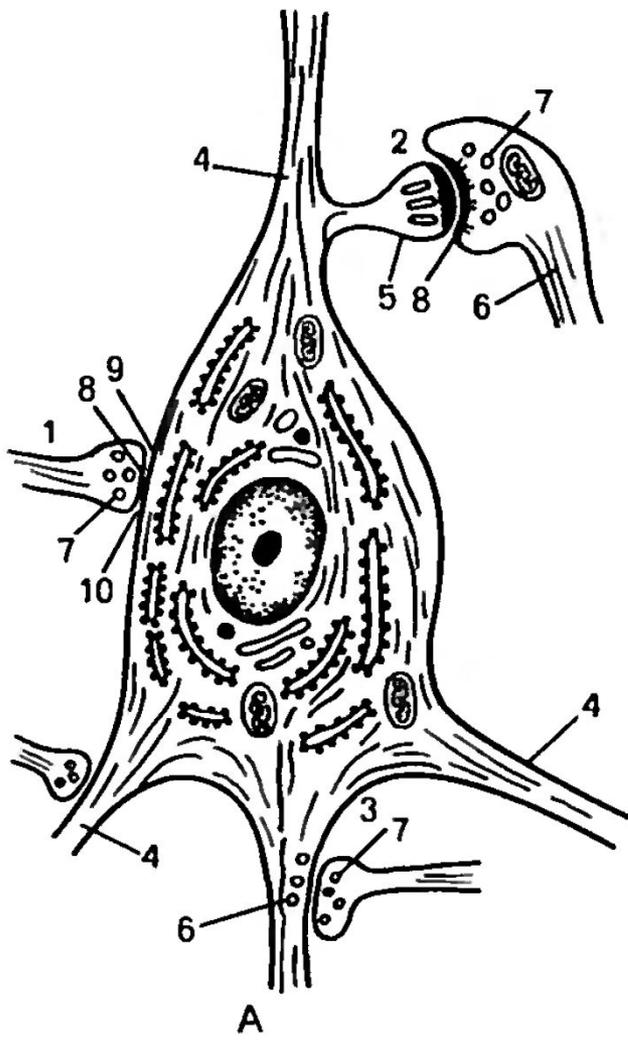
1 — тело нейрона; 2 — дендриты; 3 — аксон; 4 — астроглиоциты; 5 — олигодендроцит; 6 — аксоаксональный синапс; 7 — аксодендритический синапс; 8 — аксосоматический синапс; 9 — капилляр; 10 — периваскулярная ножка астроцита.

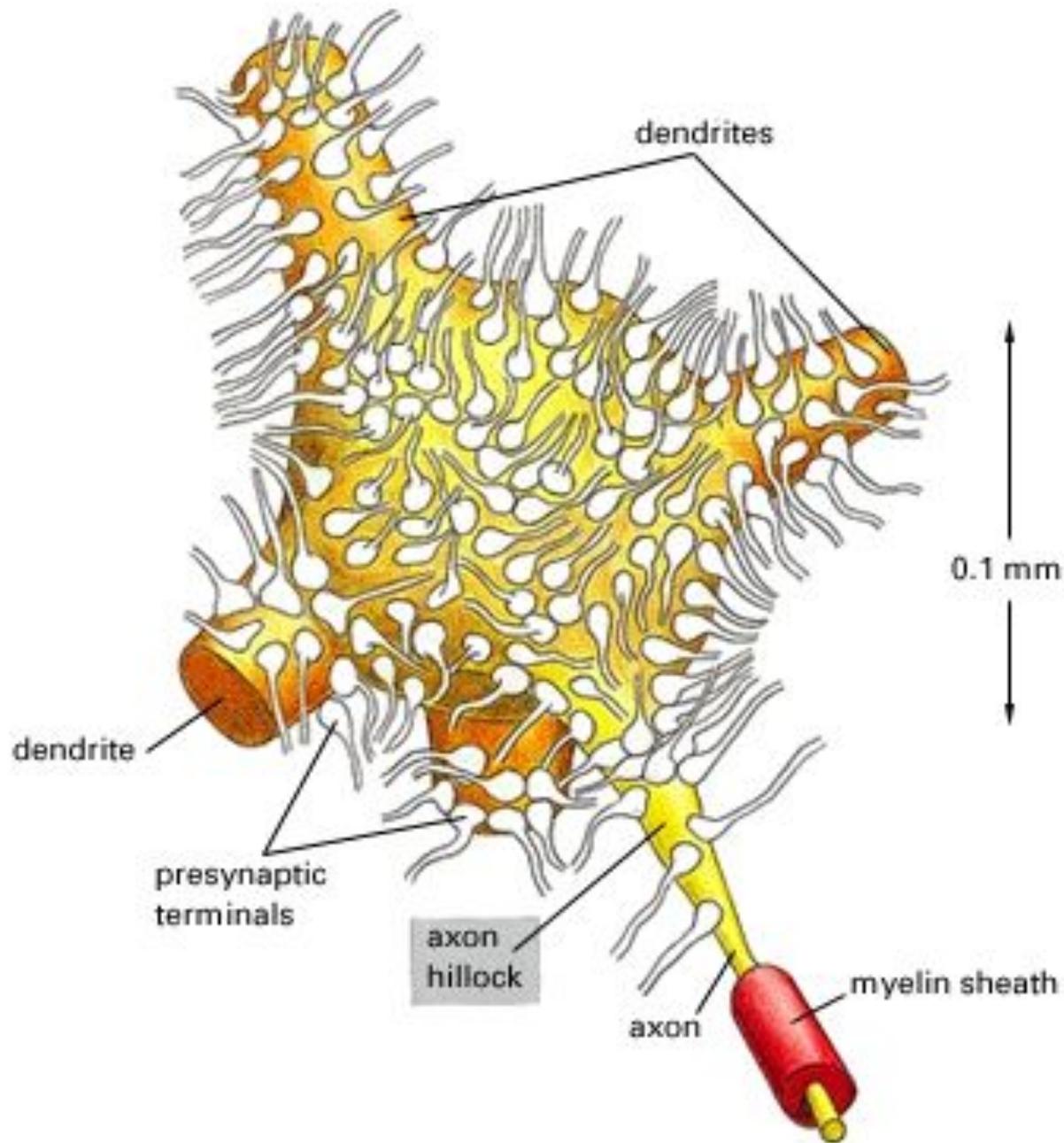
# 3. Синапсы

- Место контакта нейронов друг с другом или нейрона и мышечного волокна.
- Нейромедиатор (ацетилхолин).

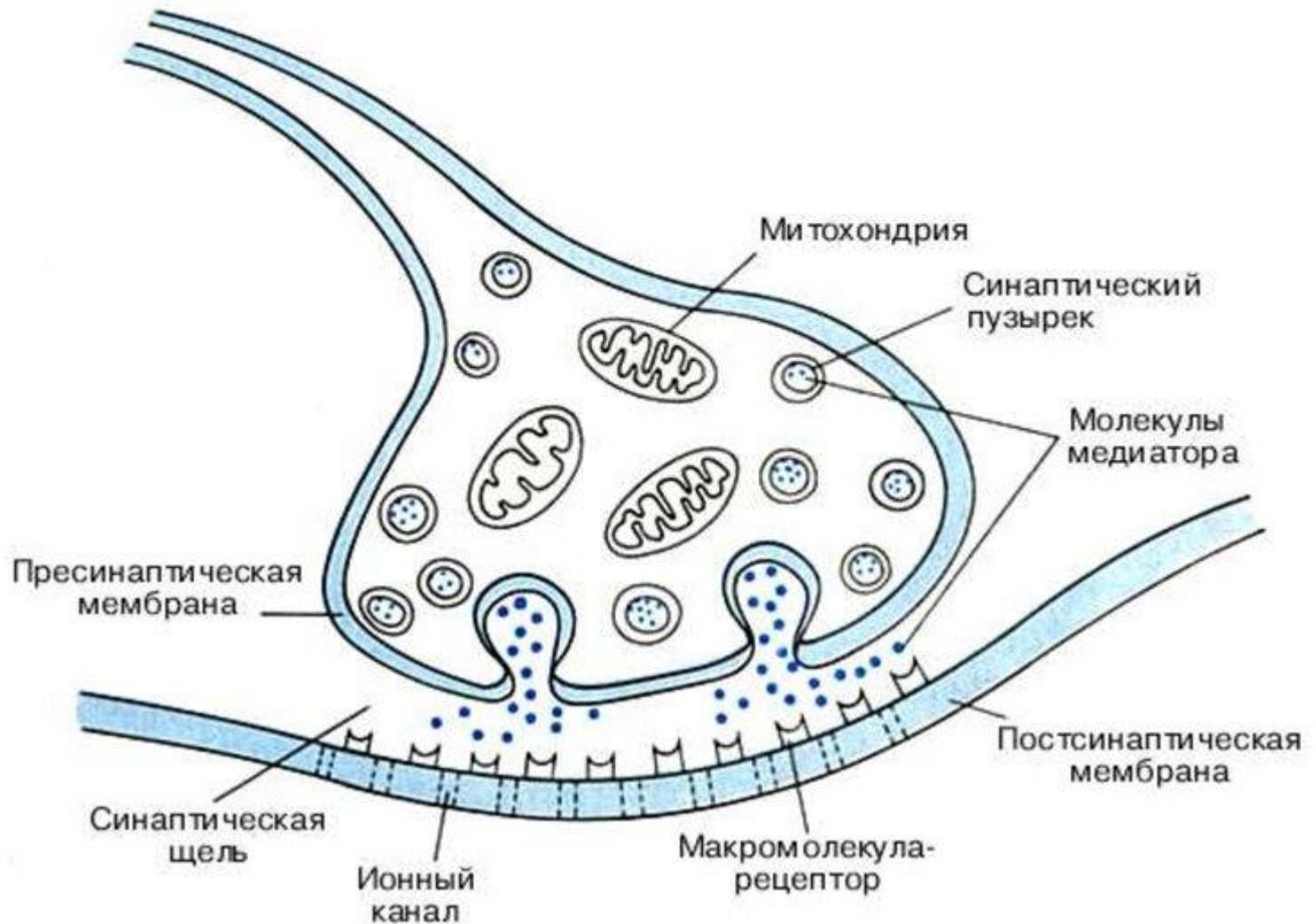
*Синапс*



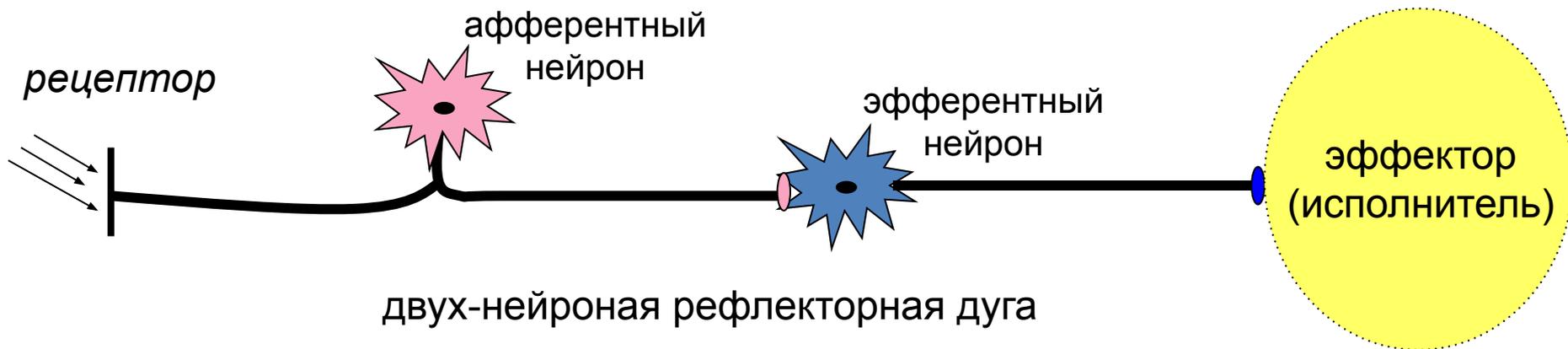




# Строение синапса



**Рефлекс – стереотипная реакция организма в ответ на раздражение, реализуемая на основе рефлекторной дуги.**



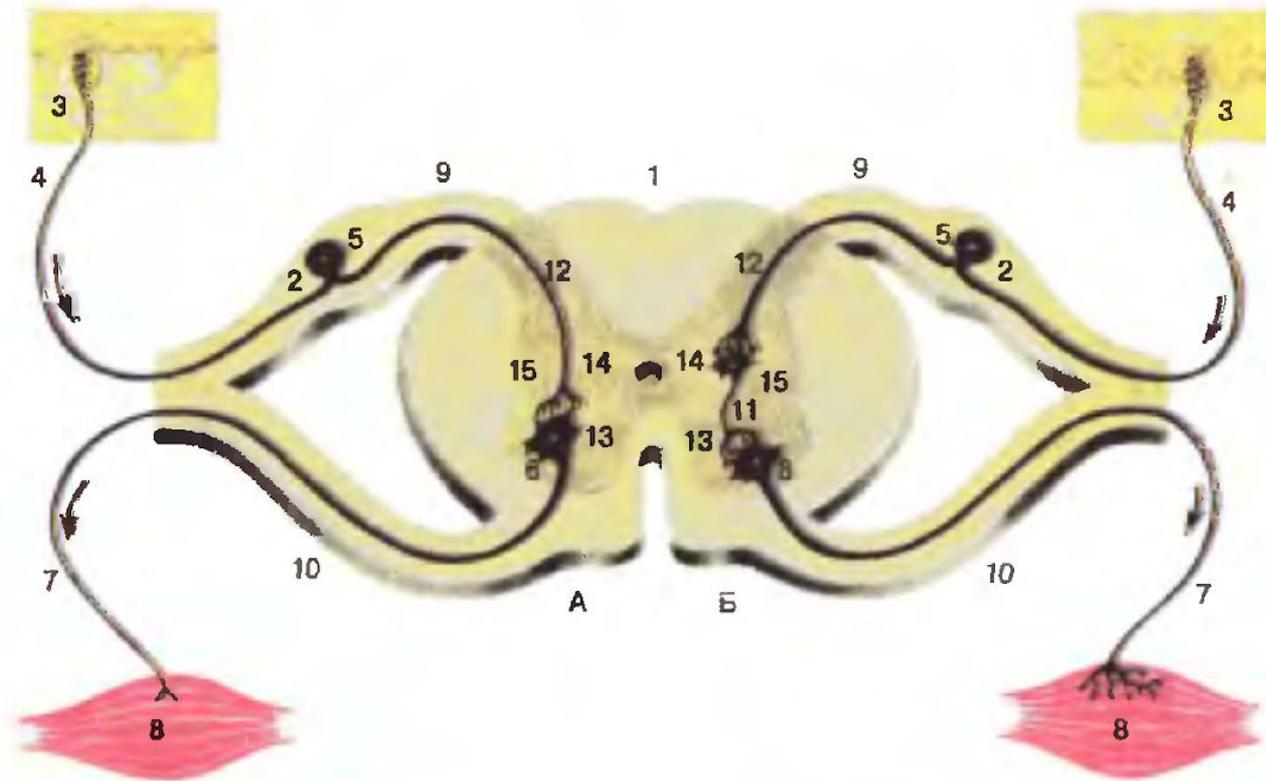


Рис. 33. Простые двухнейронная (А) и трехнейронная (Б) рефлексорные дуги.

1 — спинной мозг; 2 — чувствительный нейрон спинномозгового узла; 3 — рецептор кожи; 4 — дендрит чувствительного нейрона; 5 — нейрит чувствительного нейрона; 6 — двигательный нейрон спинного мозга; 7 — нейрит двигательного нейрона; 8 — двигательное нервное окончание в мышце; 9 — задний корешок; 10 — передний корешок; 11 — вставочный нейрон; 12 — задний рог; 13 — передний рог; 14 — промежуточная зона; 15 — боковой рог (по И. В. Алмазову и Л. С. Сутулову, 1978).

