The background of the slide is a composite of three microscopic images. The top portion shows muscle tissue with striations and nuclei. The middle portion shows nerve tissue with axons and myelin sheaths. The bottom portion shows connective tissue with a dense network of fibers and scattered nuclei.

Мышечная ткань.
Нервная ткань.
Соединительная ткань.

Обнинск – 2021 г.

A microscopic image of muscle tissue, showing numerous elongated, striated fibers. The fibers are arranged in parallel, and their nuclei are visible as small, dark, oval structures. The overall color is a mix of pink and yellow, typical of a histological stain.

Мышечная ткань

Одним из свойств живой системы является способность к движению.

Выделяют три уровня развития двигательной активности:

- 1) внутриклеточное движение – циклоз,
- 2) клеточное движение – амебовидное, скольжение, реснички, жгутики,
- 3) тканевое движение.

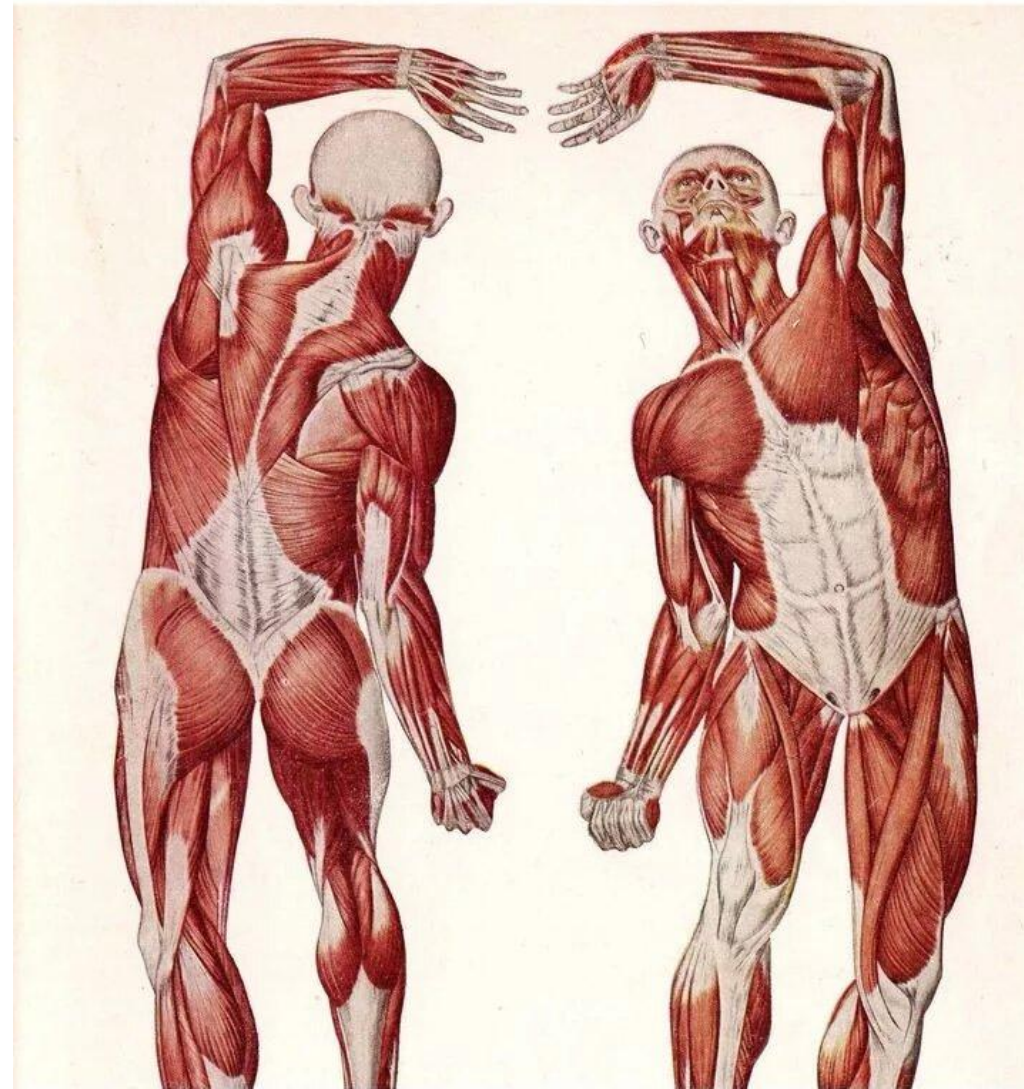


Мышечные ткани – это группа возбудимых тканей, различных по происхождению и строению, но имеющих сходную функцию – способность к выраженным сокращениям.



Общие функции мышечных тканей

- 1) сократительная
- 2) защитная
- 3) формообразующая
- 4) терморегуляция
- 5) трофическая



Общая морфофункциональная характеристика мышечных тканей

- структурные элементы (клетки, волокна) обладают удлинённой формой,
- наличие органелл специального назначения – миофиламентов, миофибрилл,
- с сократительными органеллами связаны элементы цитоскелета и плазмолемма,
- большое количество митохондрий, расположенных рядом с сократительными элементами,
- наличие трофических включений (гликогена, липидов), являющихся источником энергии,
- присутствие в некоторых мышечных тканях миоглобина – железосодержащего белка, который связывает кислород,
- хорошо развиты структуры, осуществляющие накопление и выделение ионов кальция (кавеолы, гладкая ЭПС),
- для синхронизации сокращений соседние мышечные элементы иннервируются из одного источника или (и) связаны многочисленными щелевыми соединениями, которые обеспечивают транспорт ионов.

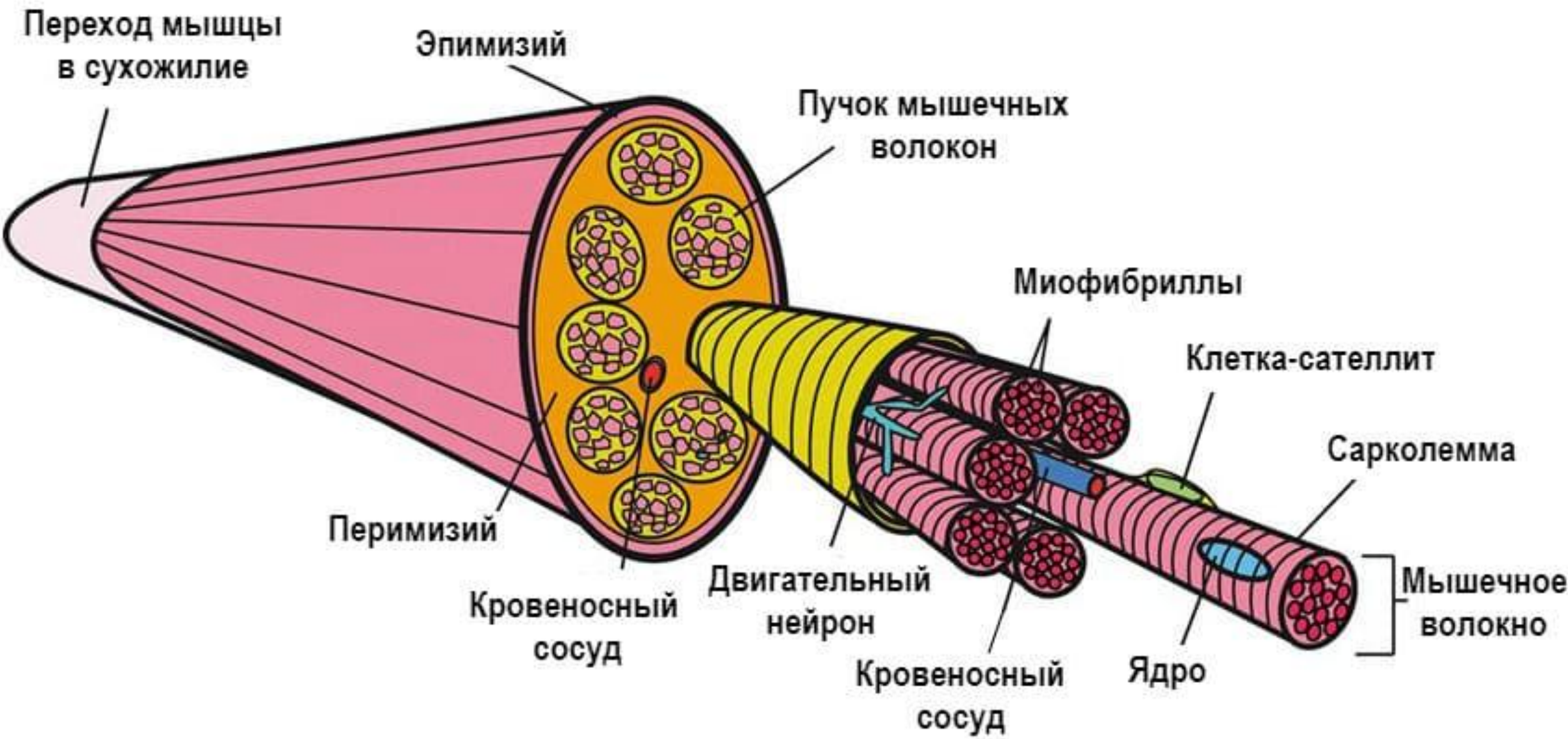
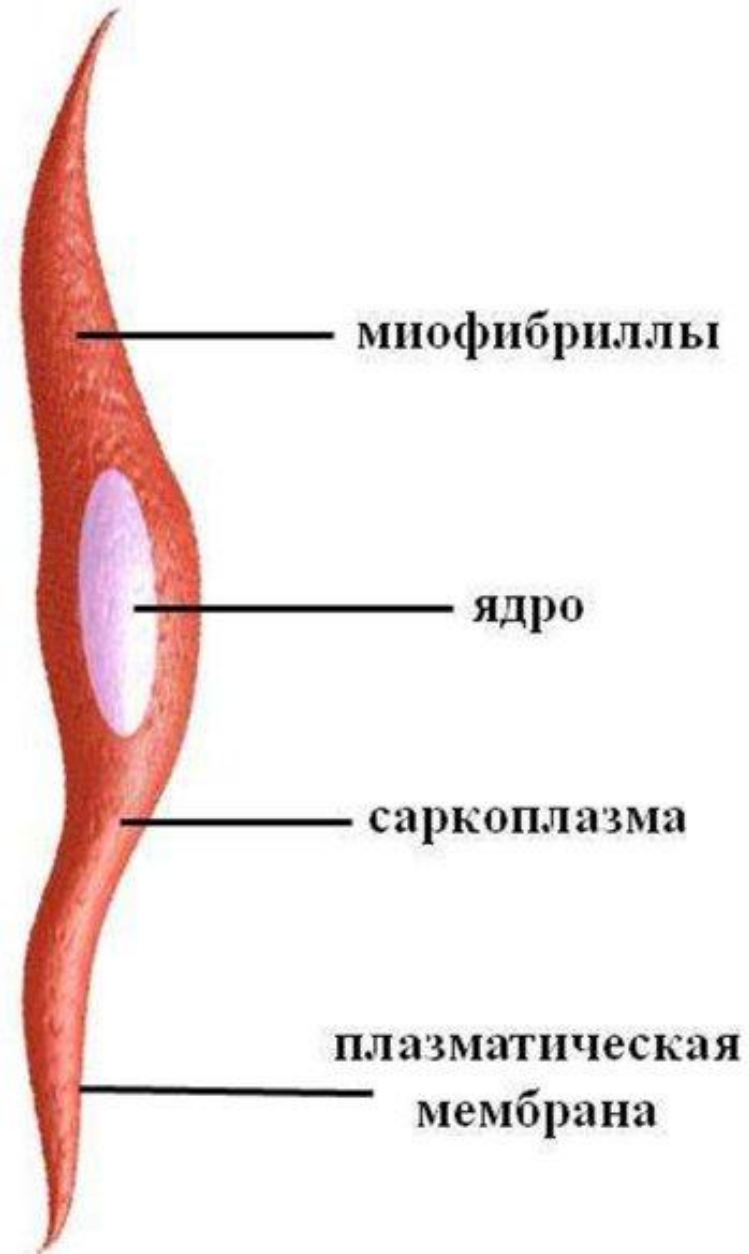
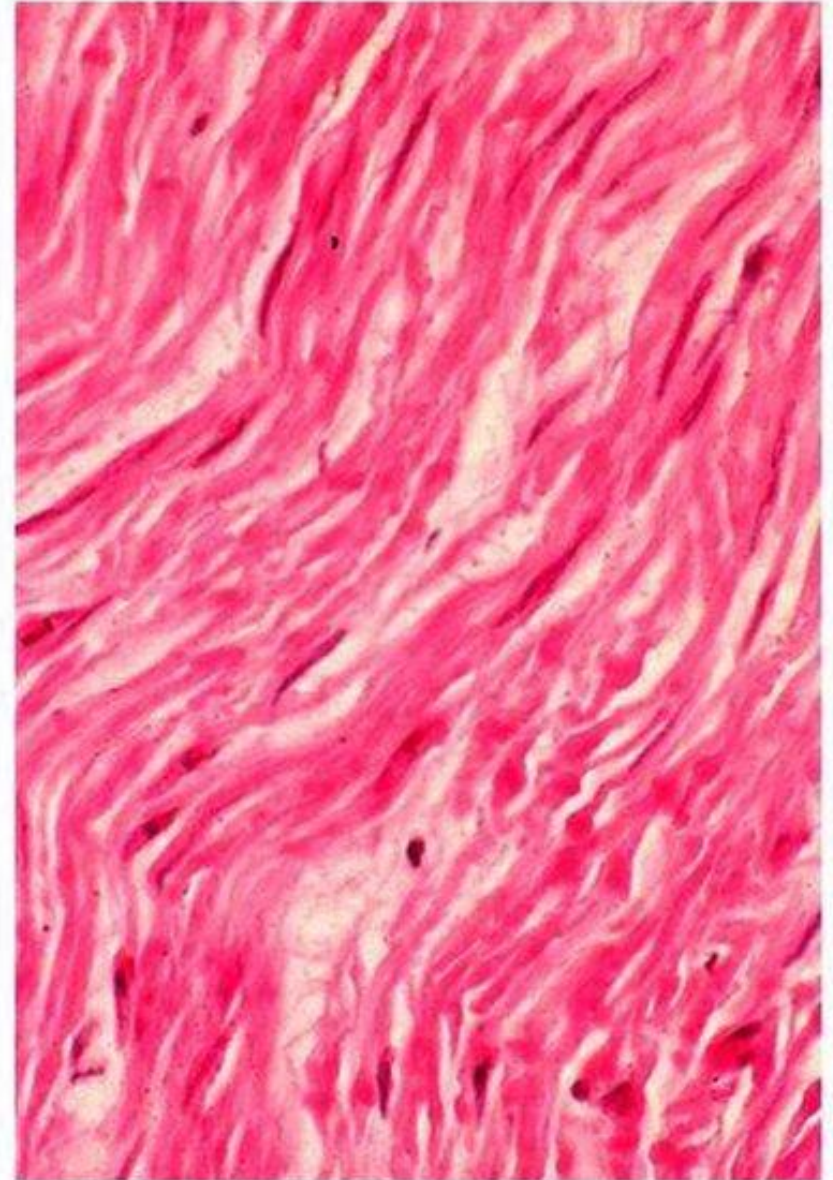


Схема строения гладкомышечной клетки

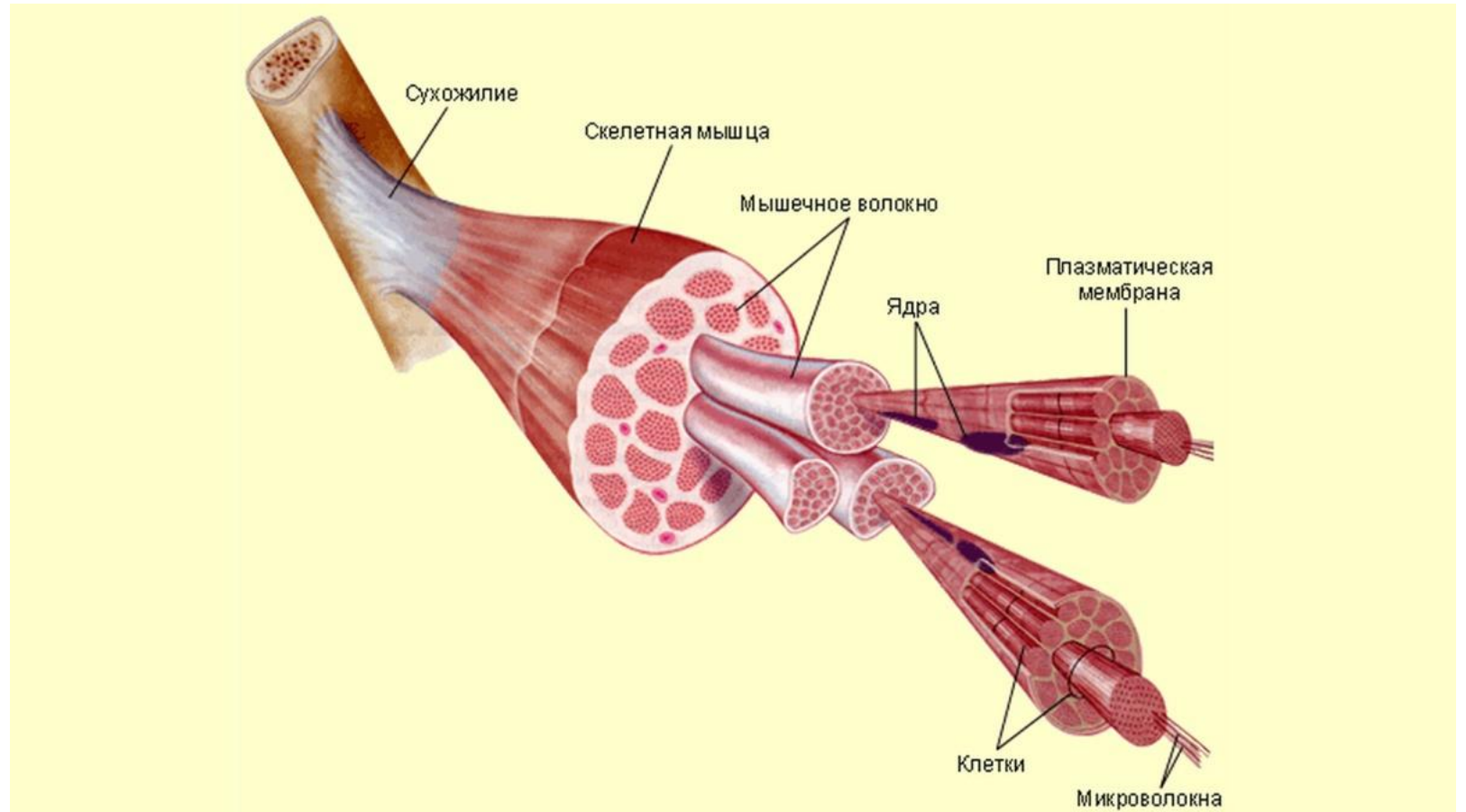


Микрофотография ткани



- саркоплазма – цитоплазма мышечных волокон и клеток
- сарколемма – плазмолемма
- саркоплазматическая сеть – агранулярная эндоплазматическая сеть

В сложных словах часто встречается корень мио- (от греч. *mys* – мышца), означающий мышечное.



Классификация мышечных тканей

Классификация мышечных тканей основана:

- на признаках их строения и функции (морфофункциональная классификация)
- происхождения (гистогенетическая) классификация.



Морфофункциональная классификация мышечных тканей

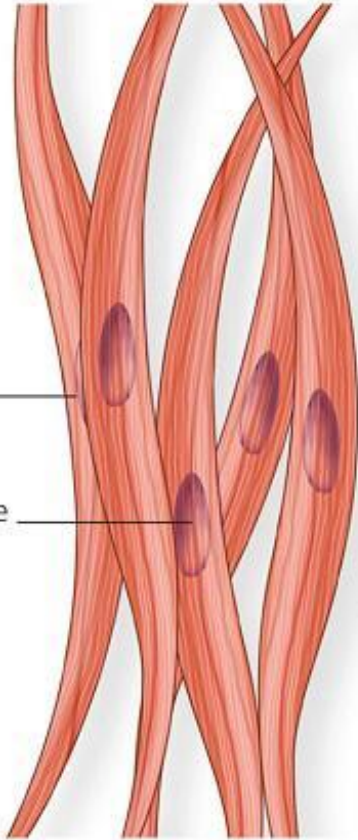
1. Гладкие мышечные ткани – состоят из клеток, не имеющих поперечной исчерченности.

2. Поперечнополосатые мышечные ткани – образованы клетками или волокнами, обладающих поперечной исчерченностью, которая обусловлена упорядоченным взаиморасположением миофиламентов разного типа.

Поперечнополосатые мышечные ткани подразделяются на 2 группы:

- 1) скелетная (соматическая) мышечная ткань,
- 2) сердечная мышечная ткань.

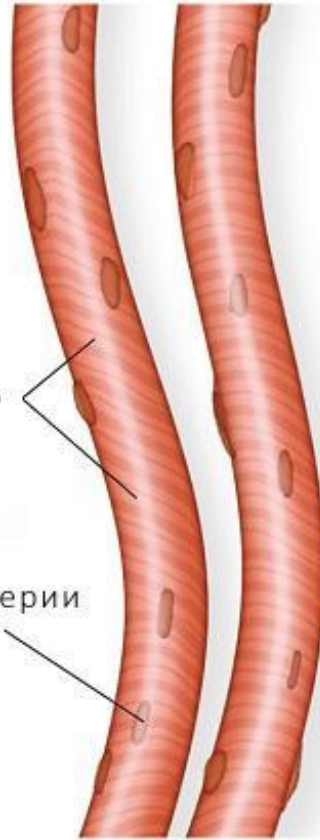
Гладкая



Нет исчерченности

Ядра в центре

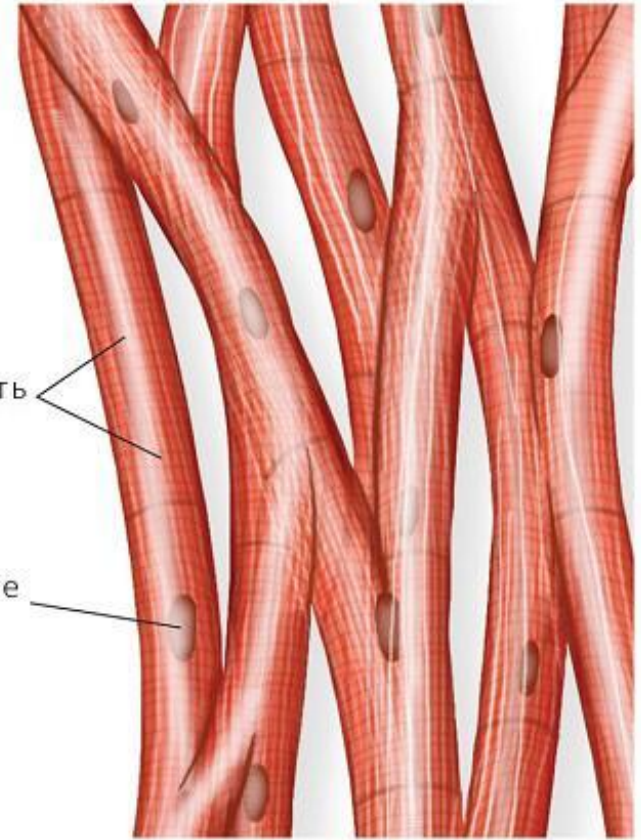
Скелетная



Исчерченность

Ядра на периферии

Сердечная



Исчерченность

Ядра в центре

Скорость	Медленные	Быстрые	Быстрые
Где находится	Внутренние органы, стенки сосудов	Туловище, конечности, голова и шея	Сердце
Контроль	Непроизвольно	Произвольно	Непроизвольно

Гистогенетическая классификация мышечных тканей

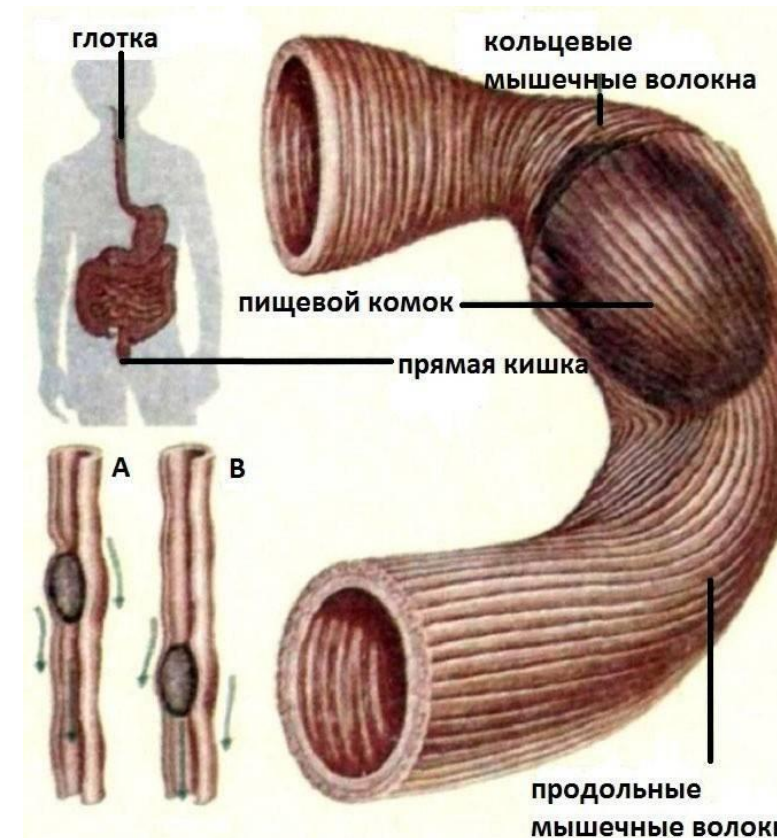
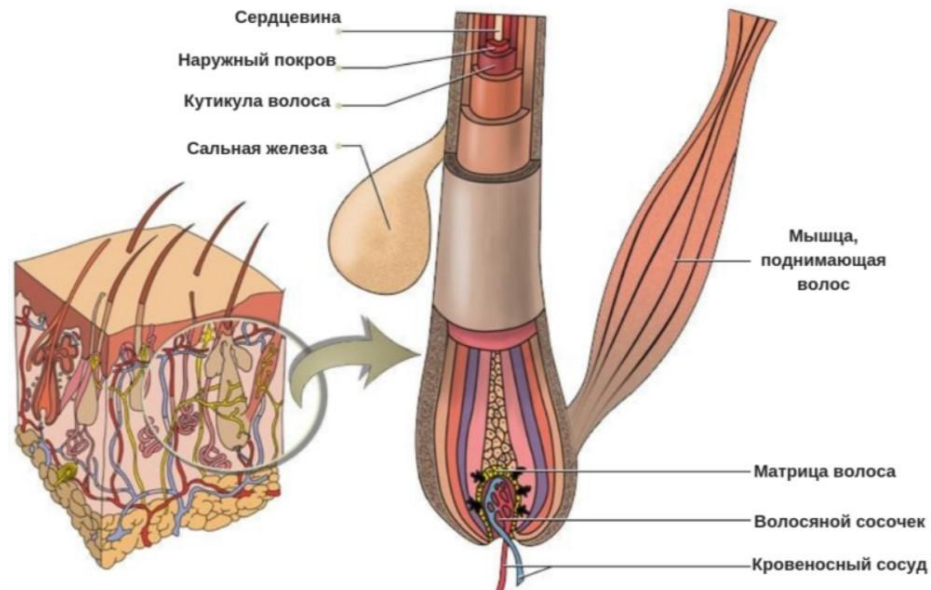
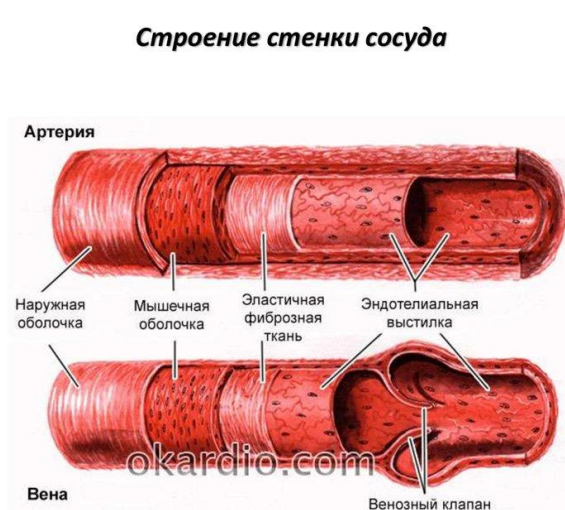
Тип мышечной ткани	Эмбриональный источник развития
I. Гладкие мышечные ткани	зародышевая мезенхима
1. Висцеральный тип	спланхномезенхима
2. Сосудистый тип	спланхномезенхима
3. Нейральный тип	эктомезенхима
II. Поперечнополосатые мышечные ткани	зародышевая мезодерма
1. Соматический тип (скелетная мышечная ткань)	миотомы сомитов дорсальной мезодермы
2. Целомический тип (сердечная мышечная ткань)	миоэпикардальные пластинки висцеральных листков спланхнотомы

The background of the slide is a microscopic image of smooth muscle tissue. It shows numerous elongated, spindle-shaped cells with a pinkish-red cytoplasm and a single, centrally located, dark purple nucleus. The cells are arranged in a somewhat parallel but slightly wavy pattern, characteristic of smooth muscle. A white rectangular box with a black border is superimposed over the center of the image, containing the title text.

Гладкая мышечная ткань

Основные места ее локализации

- 1) стенка сосудов
- 2) стенки внутренних органов пищеварительной, дыхательной, выделительной и половой систем
- 3) кожа (мышцы, поднимающие волос)
- 4) экзокринные железы (миоэпителиальные клетки)
- 5) радужная оболочка и цилиарное тело глаза.



Гистогенез гладкой мышечной ткани

- 1 стадия – **закладки** – размножение стволовых клеток (СК), образовавшихся из спланхномезенхимы;
- 2 стадия – **дифференцировки** – СК дифференцируются в миобласты и гладкие миоциты (теряют отростчатость, удлиняются, синтезируют белки для образования миофиламентов);
- 3 стадия – **образование пластов гладких миоцитов.**

Строение гладкой мышечной ткани

- Структурно-функциональной единицей гладкой мышечной ткани является **гладкий миоцит (ГМ)**. Это одноядерные клетки, не обладающие поперечной исчерченностью; веретеновидные, мало- и многоотростчатые (в эндокарде, аорте, мочевом пузыре).
- Большинство ГМ имеет веретеновидную форму длиной от 15 до 500 мкм и диаметром от 2 до 20 мкм. Ядро - сигарообразной формы, расположено вдоль длинной оси клетки в её центральной утолщенной части. При сокращении миоцита ядро образует складки и может штопорообразно закручиваться.

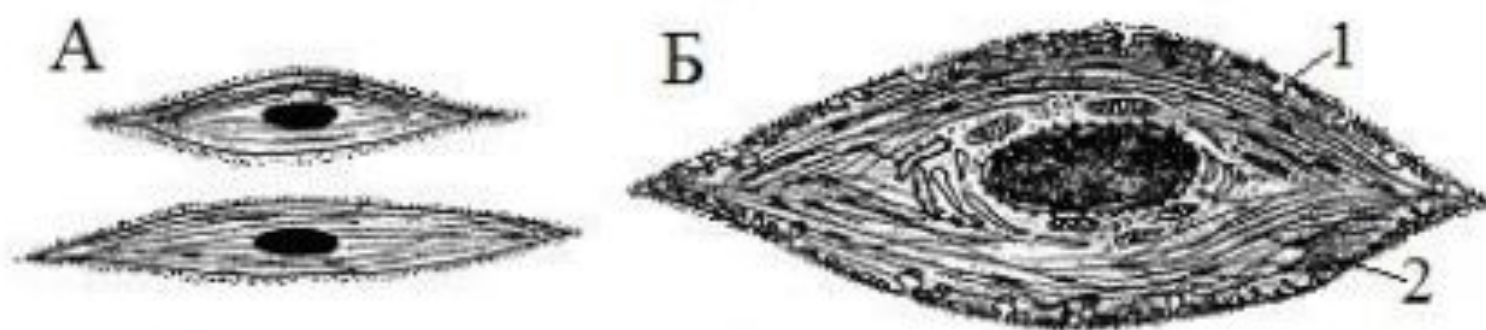


Рис. 52. Гладкие миоциты. А – гладкий миоцит (светооптический уровень); Б – гладкий миоцит (ультраструктурный уровень): 1 – кавеолы; 2 – миофибриллы.

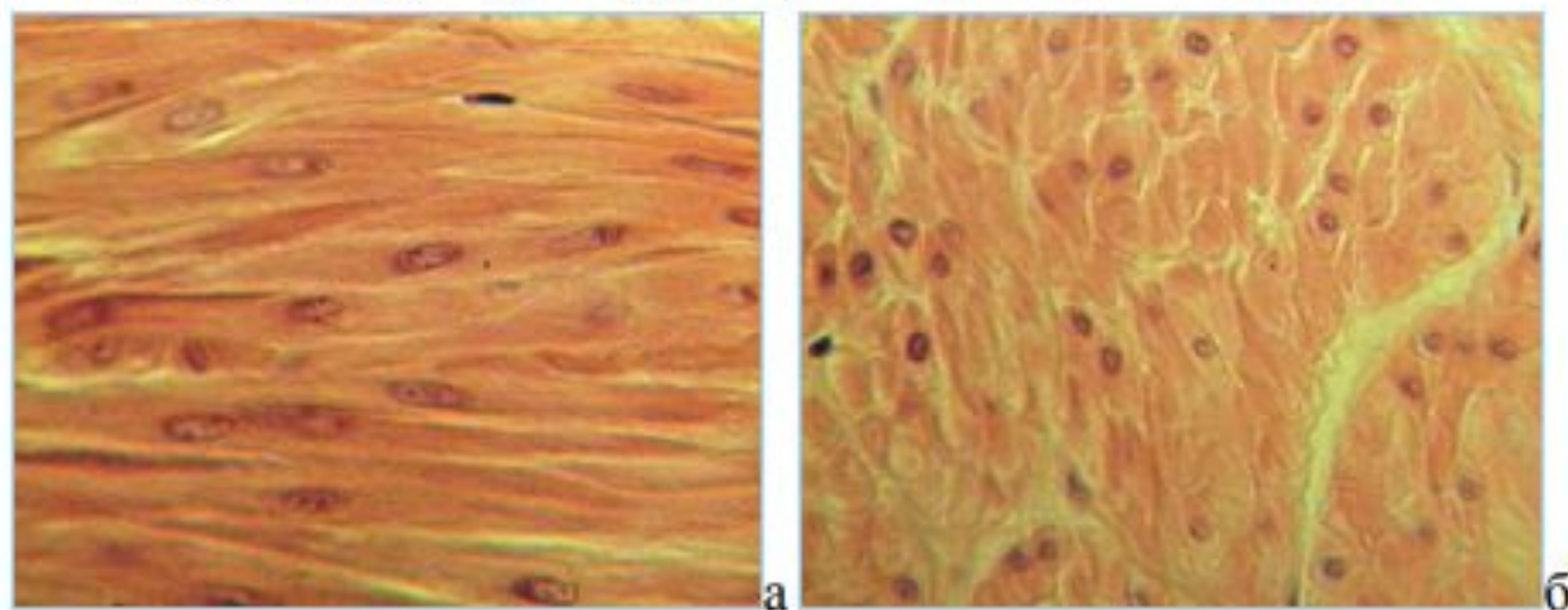
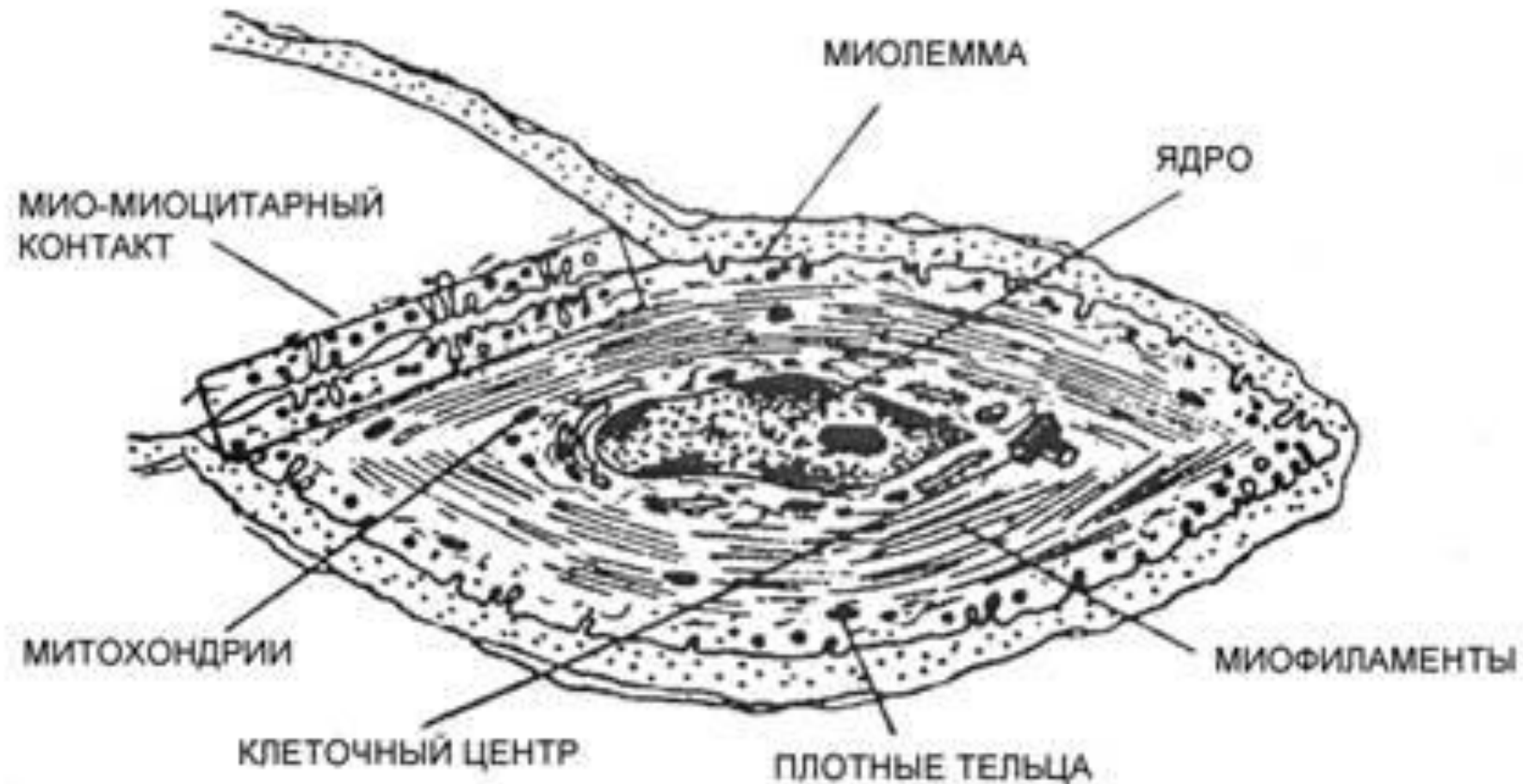
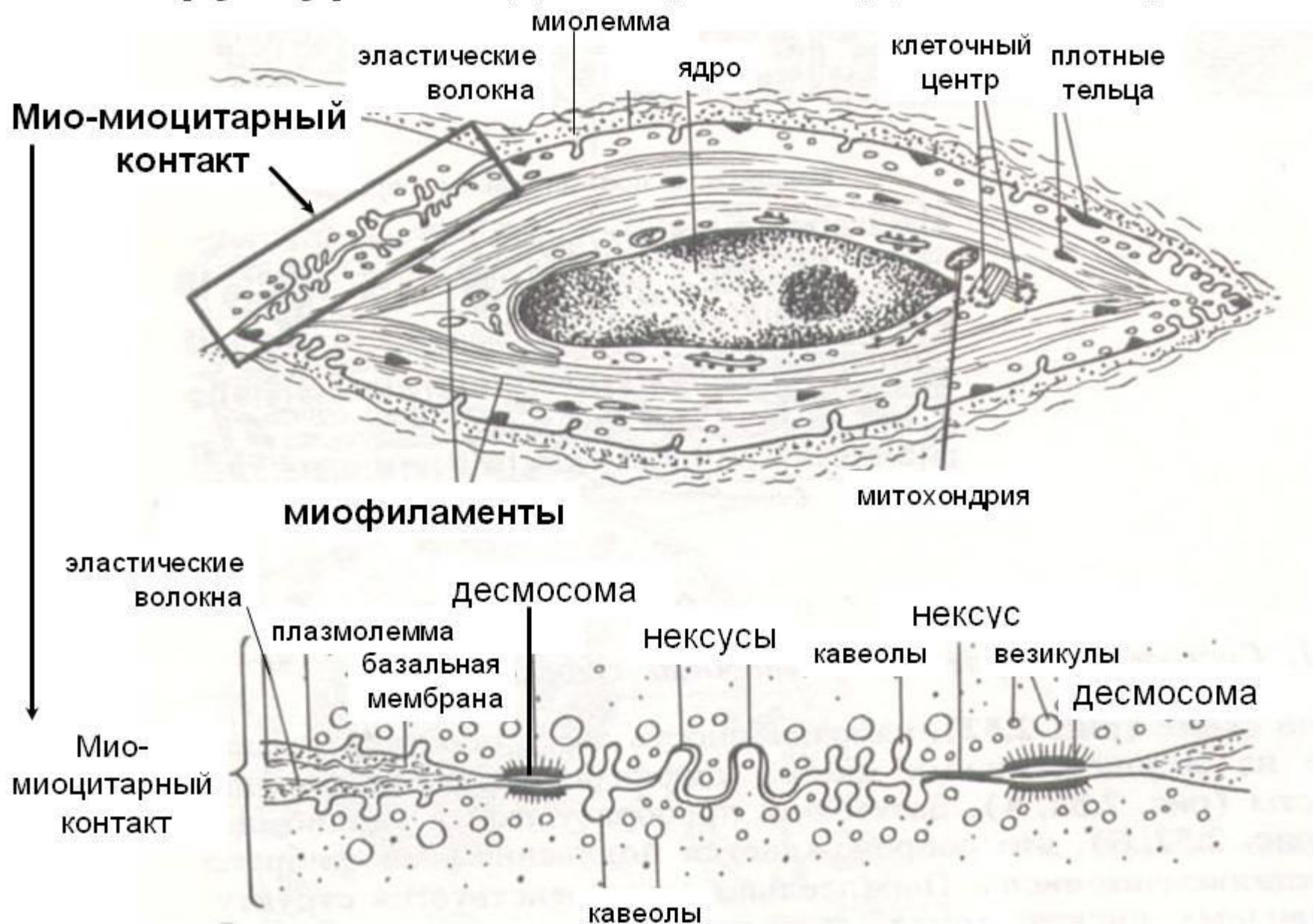


Рис. 53. Гладкая мышечная ткань в составе мышечной оболочки стенки мочевого пузыря. а - продольный срез, б - поперечный срез. Окраска гематоксилин-эозин, объектив 40.

Гладкие миоциты окружены сарколеммой, которая снаружи покрыта базальной мембраной. Щелевые контакты связывают соседние ГМ и необходимы для проведения возбуждения (ионный ток), запускающего сокращение ГМ.

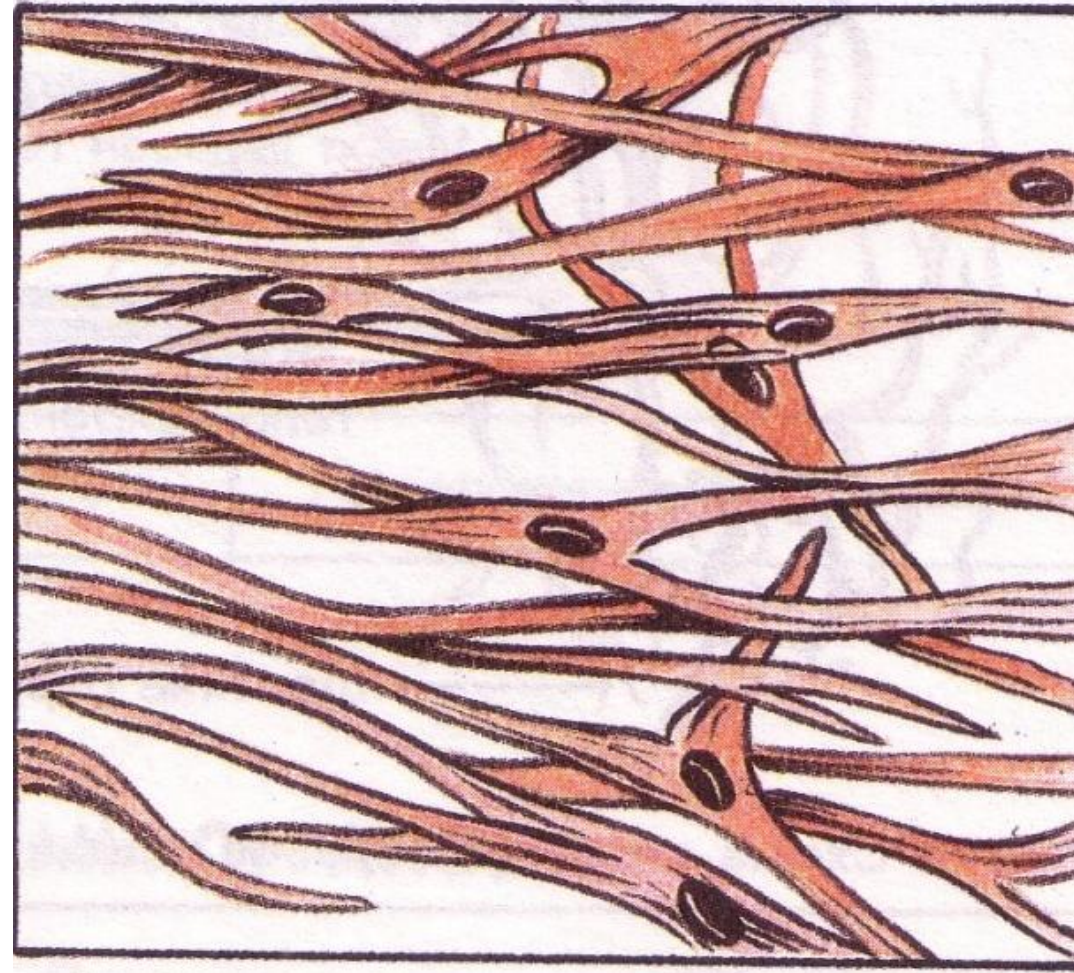


Структурная единица – гладкий миоцит



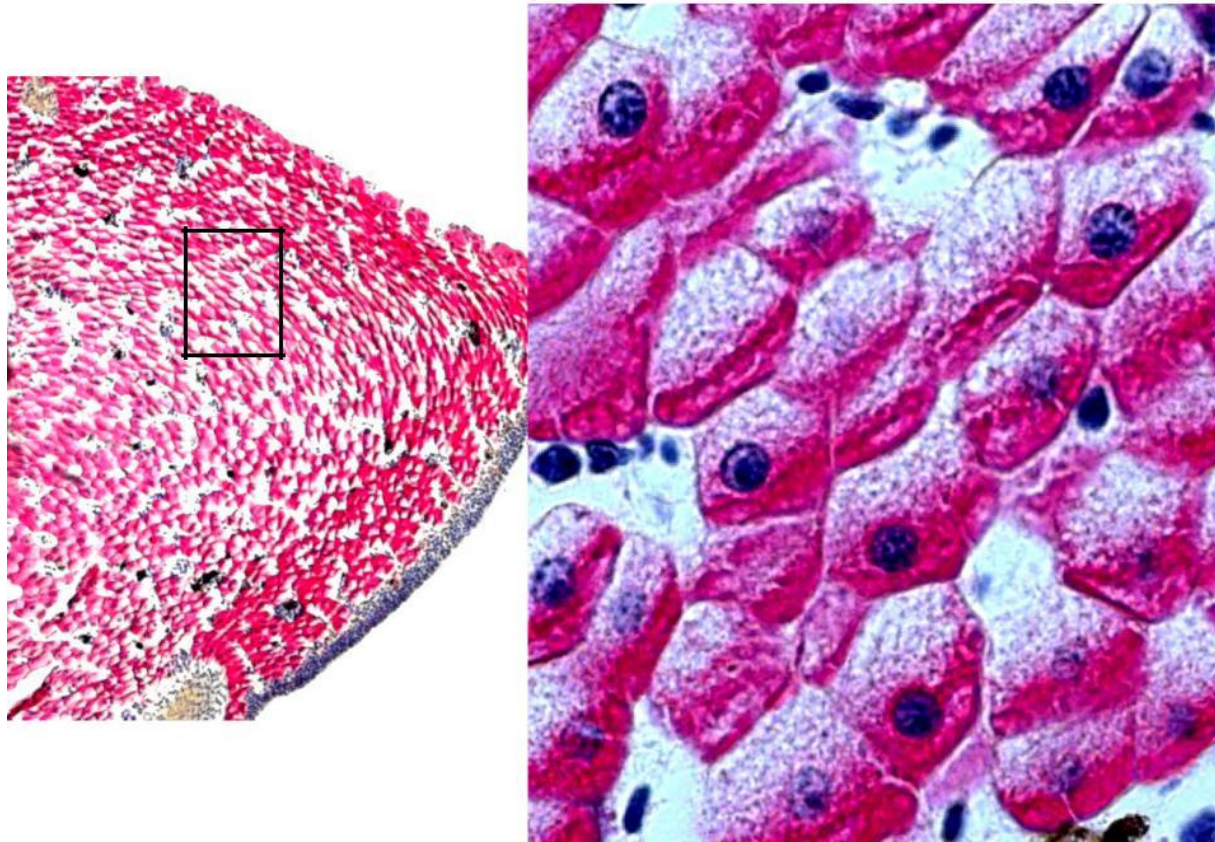
В составе ГМ выделяют следующие структурно-функциональные аппараты:

- 1) трофико-энергетический аппарат
- 2) сократительный аппарат
- 3) опорный аппарат
- 4) аппарат внутриклеточного транспорта
- 5) аппарат синтеза, структуризации и регенерации
- 6) нервный аппарат



1. Трофико-энергетический аппарат

Включает в себя саркосомы, включения гликогена, липидов, миоглобина. Обеспечивает энергией мышечное сокращение и другие энергоёмкие процессы, а также внутриклеточное депонирование и реализацию питательных веществ.



2. Сократительный аппарат

Представлен тонкими (актиновыми) и толстыми (миозиновыми) филаментами, которые не образуют миофибрилл, в отличие от поперечнополосатых мышечных тканей.

Тонкие миофиламенты преобладают над толстыми как по количеству, так и по занимаемому объёму.

Они располагаются в саркоплазме пучками по 10-20 филаментов, которые лежат параллельно или под углом к длинной оси клетки и образуют сетевидные структуры.

Концы тонких филаментов закреплены в плотных тельцах.

Толстые миофиламенты обладают различной длиной, покрыты миозиновыми головками по всей длине, в связи с чем у них отсутствует центральная гладкая часть.

Сокращение гладких миоцитов индуцируется притоком в саркоплазму ионов кальция и происходит в соответствии с моделью скользящих нитей.

В отличие от скелетной мышцы, оно происходит в миоцитах более медленно и длится дольше. Это связано с более низкой скоростью гидролиза АТФ.

В гладких миоцитах Ca^{2+} оказывает основное влияние на миозиновые, а не на актиновые филаменты.

Ионы кальция активируют особый фермент – киназу лёгких цепей миозина, который вызывает фосфорилирование лёгких цепи молекулы миозина. Только после этого миозин способен взаимодействовать с актином.

Фермент фосфатаза миозина вызывает дефосфорилирование миозина, что обуславливает прекращение взаимодействия между актином и миозином и, как следствие, расслабление гладких миоцитов.

При этом часть миозиновых мостиков не отсоединяется от актина, а остается с ним связанной. За счет этого гладкая мышца способна к длительному поддержанию тонуса без особых дополнительных энергетических затрат.

3. Опорный аппарат

Включает:

- Сарколемму
- Цитоскелет
- промежуточные филаменты
- плотные тельца
- межклеточные контакты (десмосомы, нексусы).

Обеспечивает:

- Формообразовательную
- Каркасную
- локомоторную
- интеграционную функции.

Плотные тельца - электронно-плотные структуры, расположенные в цитоплазме или связанные с сарколеммой, содержат α -актинин и десмин. Тонкие филаменты прикреплены к этим молекулам связующими белками (например, филамином). Плотные тельца, свободно лежащие в саркоплазме, располагаются вдоль длинной оси клетки в виде цепочек с интервалом около 2 мкм. Пучки тонких филаментов проникают в тельца под углом, а промежуточные филаменты окружают их по периферии. Из-за связи с актиновыми филаментами плотные тельца рассматриваются как структуры, гомологичные Z-полоскам в поперечно-полосатых мышечных тканях.

4. Аппарат внутриклеточного транспорта

К нему относятся:

- 1) кавеолы – колбовидные впячивания сарколеммы диаметром 50-90 нм, расположенные перпендикулярно длинной оси клетки, они очень многочисленны (до нескольких сотен тысяч в одной клетке);
- 2) саркоплазматическая сеть – сообщающиеся между собой и с кавеолами мембранные цистерны и пузырьки. Эти структуры обеспечивают поступление и выведение ионов кальция и их внутриклеточный транспорт для индукции процессов сокращения и расслабления миофиламентов.

5. Аппарат синтеза, структуризации и регенерации

Включает:

- свободные рибосомы
- ЭПС
- комплекс Гольджи
- лизосомы.

Обеспечивает процессы внутриклеточной регенерации (в т.ч. ресинтез и сборку сократительных и регуляторных белков миофиламентов), а также секрецию компонентов базальной мембраны.

Гладкие миоциты продуцируют и выделяют (подобно фибробластам) коллагены, эластин, компоненты аморфного вещества, а также ряд факторов роста и цитокины.

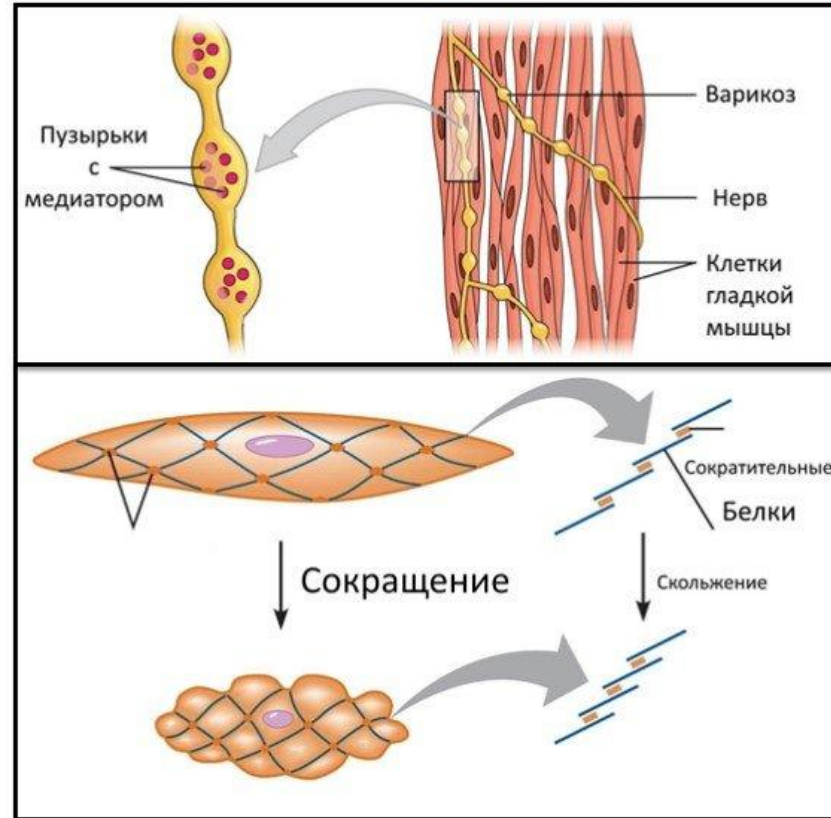
В патологических условиях синтетическая активность гладких миоцитов может резко возрастать, например, при развитии атеросклероза в артериях

6. Нервный аппарат

Включает:

- нервные волокна
- чувствительные
- двигательные нервные окончания вегетативной нервной системы.

Обеспечивает инициацию и регуляцию непроизвольного сокращения гладких миоцитов.



Управление и сокращение гладкой мускулатуры

- Одноядерные клетки
- Медленное сокращение
- Управляются вегетативной нервной системой
- Могут оставаться сокращенными очень долго

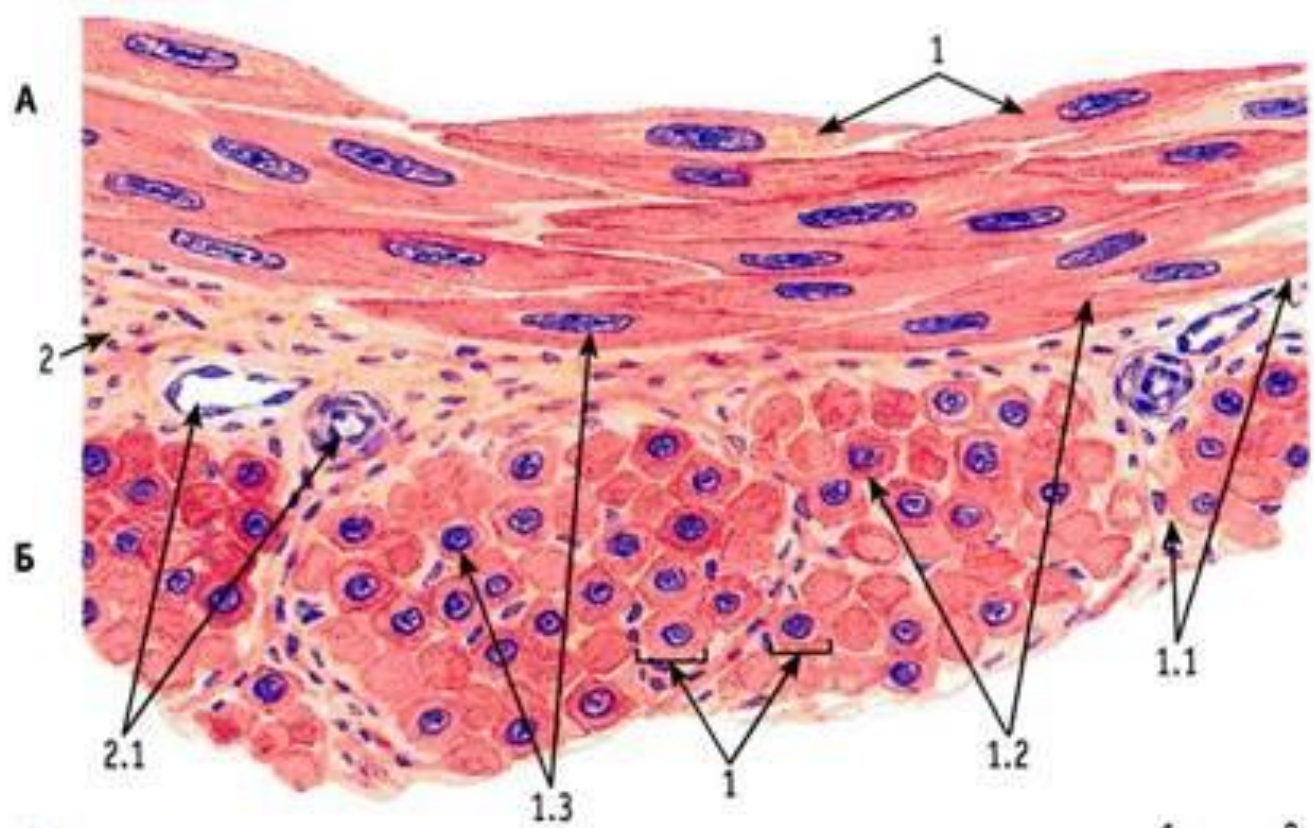


Рис. 95. Гладкая мышечная ткань

Окраска: гематоксилин – эозин

А: продольный срез;

Б: поперечный срез

1 – гладкие миоциты: 1.1 – сарколемма, 1.2 – саркоплазма, 1.3 – ядро;
2 – прослойки рыхлой волокнистой соединительной ткани между пучками гладких миоцитов: 2.1 – кровеносные сосуды



Рис. 96. Изолированные гладкие миоциты

Окраска: гематоксилин

1 – ядро; 2 – саркоплазма; 3 – сарколемма

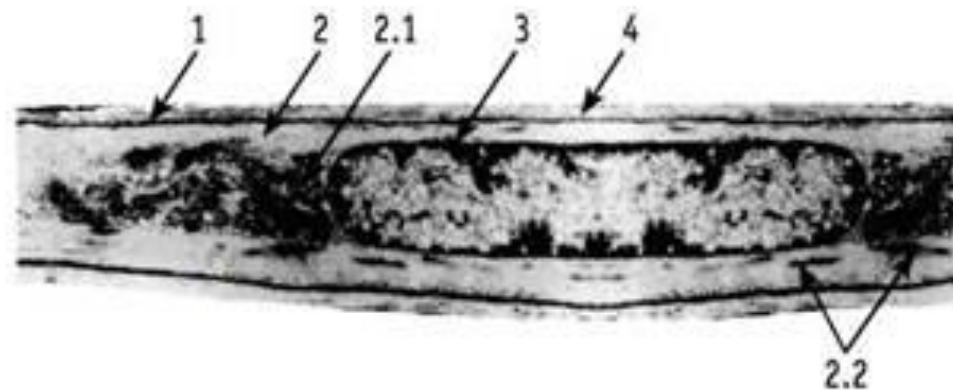


Рис. 97. Гладкий миоцит (участок клетки)

Рисунок с ЭМФ

1 – сарколемма; 2 – саркоплазма: 2.1 – митохондрии, 2.2 – плотные тельца; 3 – ядро; 4 – базальная мембрана

Регенерация гладкой мышечной ткани

А. Механизмы

1. Эндорепродукция – внутриклеточное образование, обновление и восстановление структур (в т.ч. миофиламентов).
2. Синтез компонентов базальной мембраны.
3. Пролиферация миоцитов (после их дедифференцировки).

Б. Виды

1. Физиологическая регенерация (постэмбриональный миогенез)

- Протекает постоянно.
- Усиливается при повышении физиологической нагрузки на миоциты, что вызывает их рабочую гипертрофию и гиперплазию (например, миоциты матки при беременности).

2. Репаративная регенерация

- Механизмы репаративной регенерации те же, что и в физиологических условиях. Способность к полноценной регенерации определяется объёмом повреждения. При больших зонах повреждения (например, в мышечной оболочке матки при операции кесаревого сечения) на месте погибшей мышечной ткани формируется соединительнотканый рубец.

В патологических условиях наблюдается неравномерное разрастание гладкой мышечной ткани. Во многом оно объясняется различиями чувствительности отдельных гладких миоцитов и их групп к действию гормонов. Например, такие изменения нередко наблюдаются в мышечной оболочке матки и проявляются образованием узлов мышечной ткани – миом, имеющих в своем составе элементы соединительной ткани (при выраженности последних такие новообразования называются фибромиомами).

Гладкая мышечная ткань в составе органов

В органах гладкая мышечная ткань преимущественно представлена:

- пластами
- слоями
- пучками.

В отдельных случаях, например, в ворсинке тонкой кишки, гладкие миоциты располагаются поодиночке или мелкими группами.

В пластах гладкие миоциты располагаются очень компактно за счет того, что узкая часть одной клетки прилежит к широкой части другой. Такое расположение миоцитов способствует обеспечению максимальной площади их взаимных контактов и высокой прочности ткани.

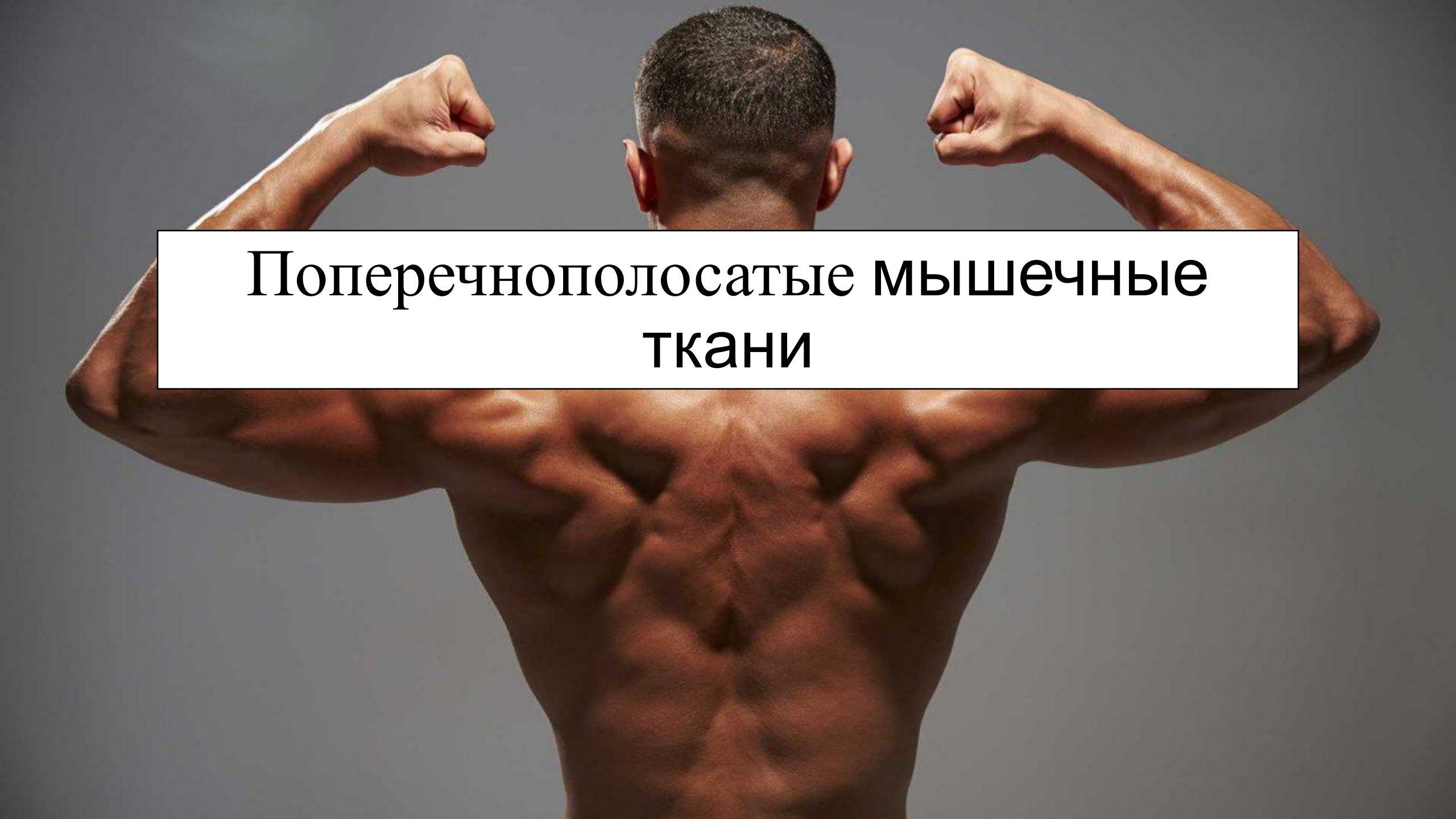
Формированию пластов гладких миоцитов способствует образование ими межклеточных контактов по типу миоцит-миоцит, миоцит-клетка другого типа.

В области межклеточных соединений отсутствует базальная мембрана миоцитов. Межклеточные контакты гладких миоцитов обеспечивают механическую и химическую (ионную) связь между ними, а также между миоцитами и другими типами клеток. Механическую связь осуществляют интердигитации и адгезивные соединения, а химическую – щелевые контакты (нексусы). Последние обеспечивают распространение возбуждения от клетки к клетке и синхронизацию их сокращений.

Морфофункциональные особенности гладкой мышечной ткани в зависимости от локализации в органах

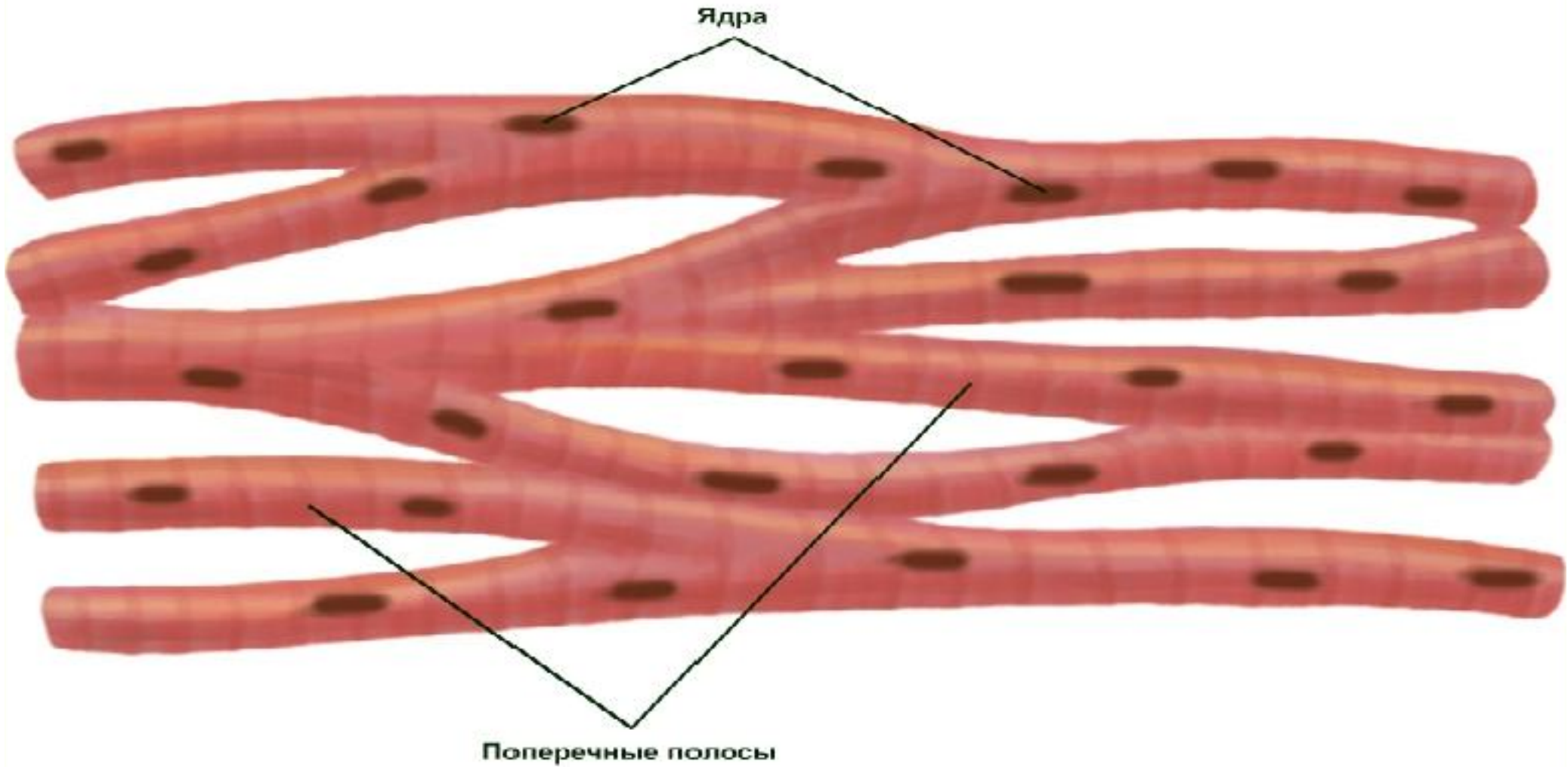
Локализация	Структурные особенности	Функциональное назначение
В мышечных оболочках полостных органов	<ul style="list-style-type: none">• Миоциты расположены пластами и слоями• Каждый миоцит окружен <i>эндомизием</i> (тонкая прослойка рыхлой волокнистой соединительной ткани, вплетенная в базальную мембрану)• Пучки миоцитов окружены <i>перимизием</i> (рыхлая волокнистая соединительная ткань, сосуды, нервные волокна)	<ol style="list-style-type: none">1. Изменение объемов внутренних полостей2. Перистальтическая и миксерная моторика3. Формообразование4. Поддержание мышечного тонуса

<p>В мышечных оболочках сосудов</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Миоциты расположены по спирали • <i>Эндомизий</i> очень тонкий, <i>перимизий</i> отсутствует • Имеется <i>коллагеново-эластический каркас</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изменение величины просвета сосуда 2. Регуляция кровяного давления в сосудах 3. Гемо- и лимфодинамика 4. Формообразование 5. Поддержание мышечного тонуса
<p>В радужной оболочке и цилиарном теле глаза</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Миоциты расположены пучками • <i>Эндомизий</i> и <i>перимизий</i> тонкие, содержат <i>меланоциты</i> и <i>миопигментоциты</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сужение-расширение зрачка 2. Изменение кривизны хрусталика 3. Регуляция внутриглазного давления
<p>Небольшими группами или одиночными миоцитами в различных органах</p>	<p>См. частную гистологию</p>	<p>См. частную гистологию</p>

A photograph of a muscular man from the back, flexing his arms to show his back muscles. The man has a very low body fat percentage, making his muscle fibers and striations clearly visible. He is flexing his biceps and triceps, which are also well-defined. The background is a plain, light gray.

**Поперечнополосатые мышечные
ткани**

Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань превышает по своей массе любую другую ткань организма.



Локализация и функциональное назначение скелетной мышечной ткани

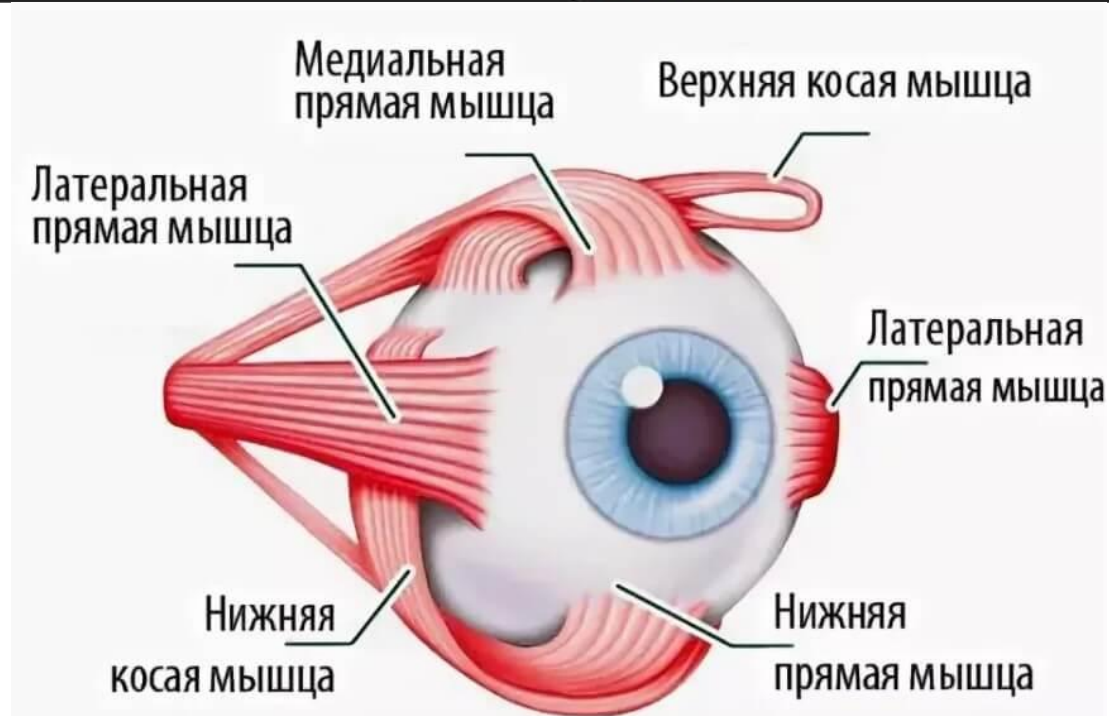
Локализация	Функциональное назначение
1. Скелетная мускулатура	1) статика и динамика тела и конечностей в пространстве, 2) формообразование тела, 3) теплопродукция
2. Мускулатура челюстно-лицевой области и рта	1) мимика, 2) жевание, 3) артикуляция
3. Диафрагма	1) активные дыхательные экскурсии легких, 2) регуляция кровотока в венах, 3) регуляция внутрибрюшного давления

4. Мышцы глаза и век

- 1) движения глазного яблока,
- 2) смыкание-размыкание век,
- 3) регуляция выделения слезной жидкости

5. Мышечные оболочки пищеварительного тракта

- 1) продвижение пищевого комка (глотка, пищевод),
- 2) регуляция дефекации (прямая кишка)



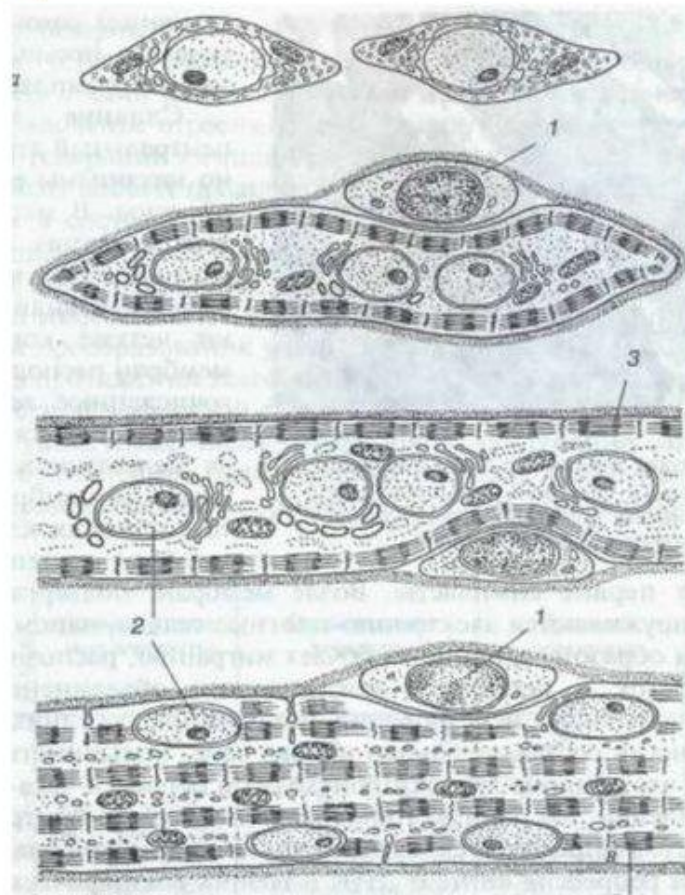
Гистогенез поперечнополосатой скелетной мышечной ткани

Источник развития поперечнополосатой скелетной мышечной ткани – клетки миотомов сомитов дорсальной мезодермы.

- 1-я стадия миогенеза – миобластическая – из клеток миотомов сомитов образуются СКМ (стволовые клетки миогенеза). СКМ мигрируют в область расположения будущих мышц. Большая часть их превращается в миобласты, активно делящиеся митозом. Другая, меньшая, часть обособляется в виде миосателлитобластов, которые дифференцируются в миосателлитоциты.
- 2-я стадия – формирование миотубул – миобласты располагаются в виде цепочек и сливаются, образуя мышечные трубочки (миотубулы). В цитоплазме образуются миофибриллы. Часть миотубул гибнет механизмом апоптоза.
- 3-я стадия – образование миосимпластов – происходит увеличение содержания миофибробластов, которые постепенно занимают центральную часть симпласта, оттесняя ядра к его периферии.
- 4-я стадия – формирование зрелого мышечного волокна – увеличивается объем симпластов, в которых нарастает число миофибрилл, митохондрий, формируется саркоплазматическая сеть. Миосателлитоциты не участвуют в образовании миосимпластов, но они входят в состав мышечных волокон, располагаясь между базальной мембраной и миосимпластом. Эти клетки являются малодифференцированными и выполняют роль камбиальных элементов скелетной мышечной ткани.

Скелетная мышечная ткань (25-50% от m тела)

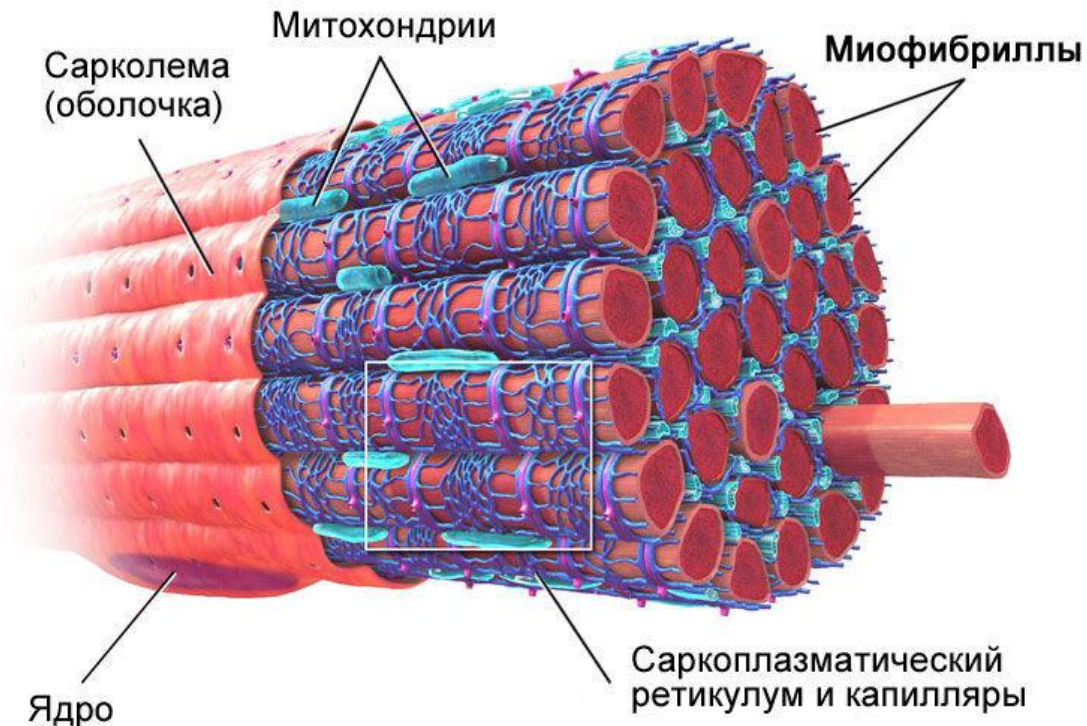
гистогенез

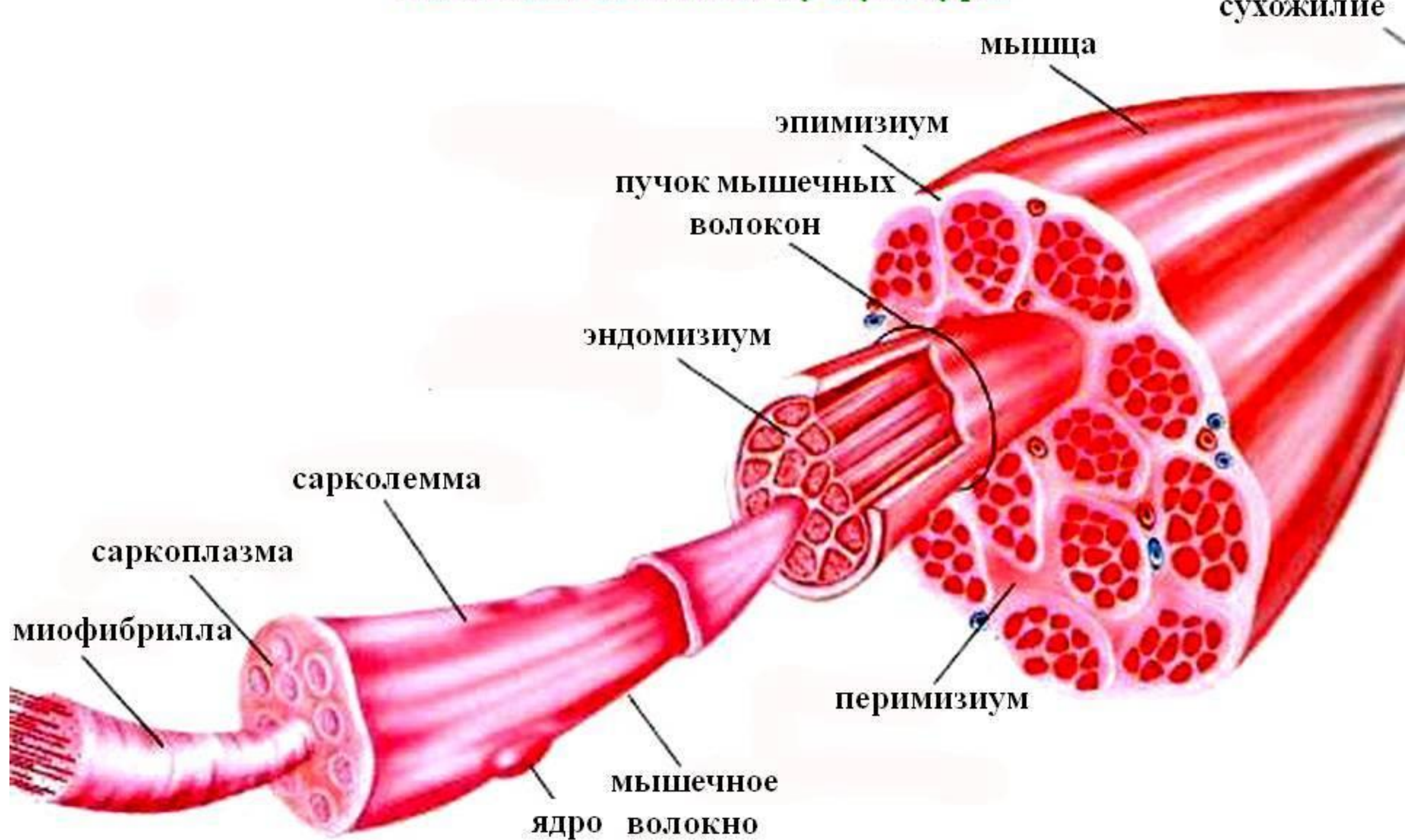


Строение поперечнополосатой скелетной мышечной ткани

- Структурно-функциональной единицей поперечно полосатой скелетной мышечной ткани является мышечное волокно.
- Оно имеет удлиненную сигаровидную форму, длину до 20-30 см, ширину – около 50 мкм.
- В мышцах мышечные волокна формируют пучки, в которых они лежат параллельно и достаточно плотно, в связи с чем деформируют друг друга и могут приобретать многогранную форму.

Мышечное волокно





На светооптическом уровне после окраски в мышечном волокне наблюдается чередование участков разной интенсивности – темных и светлых (их чередование и придает волокну поперечную исчерченность).

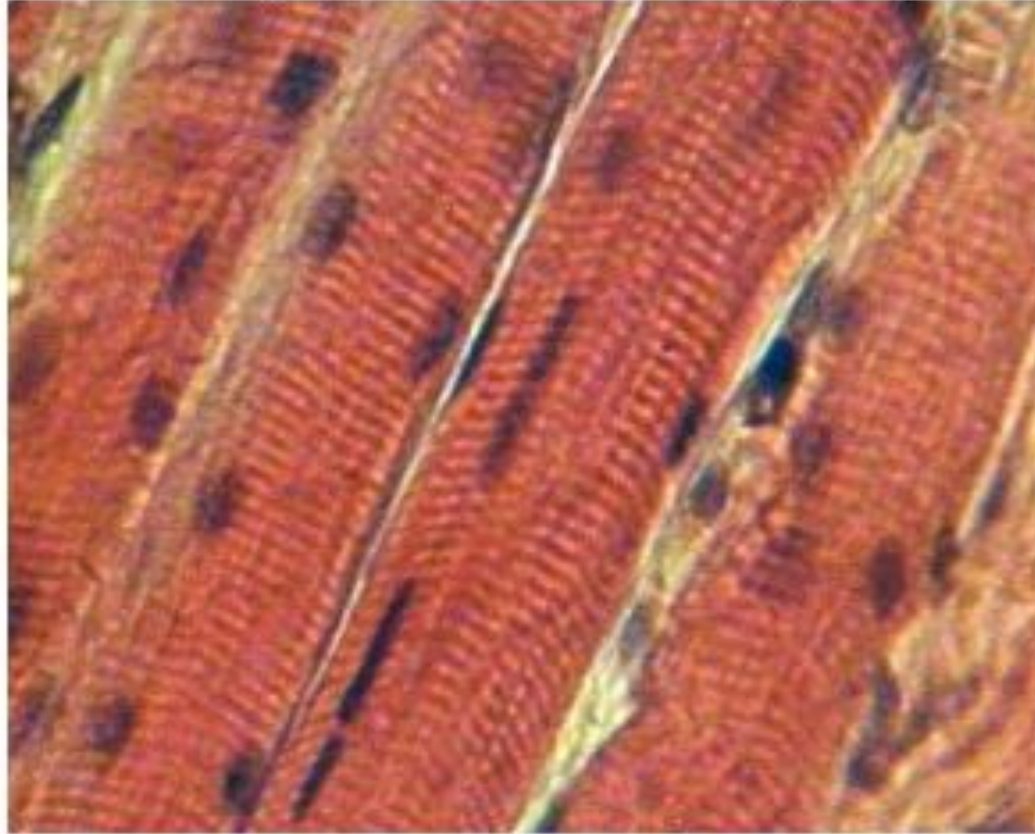
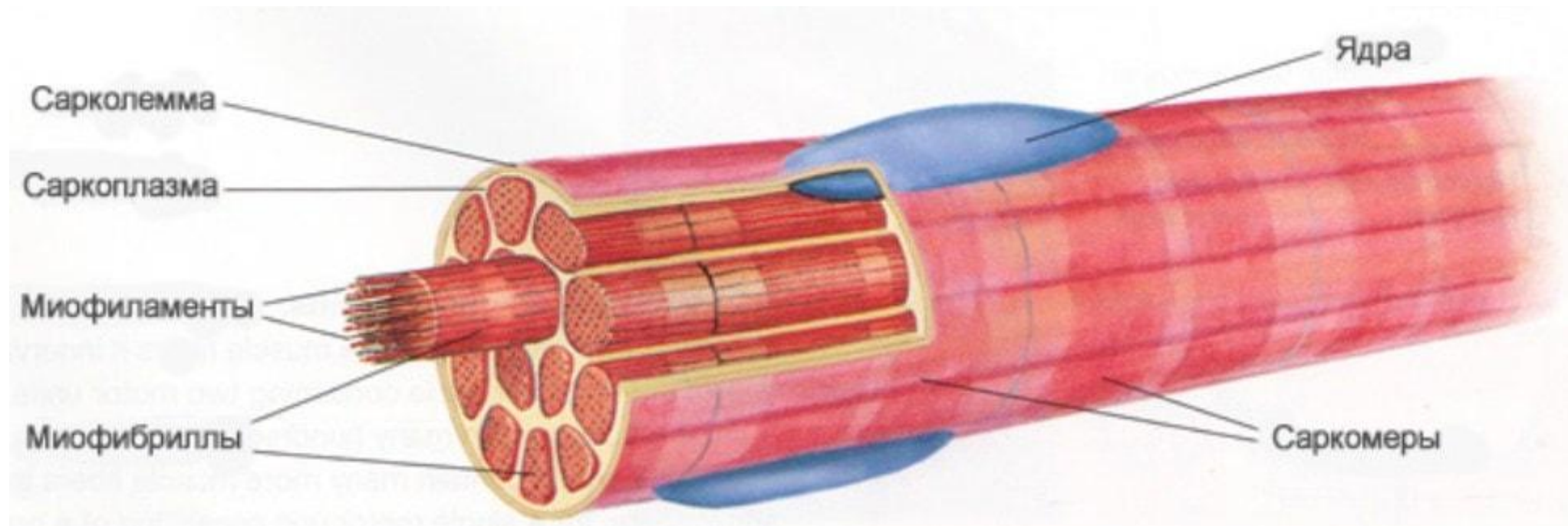


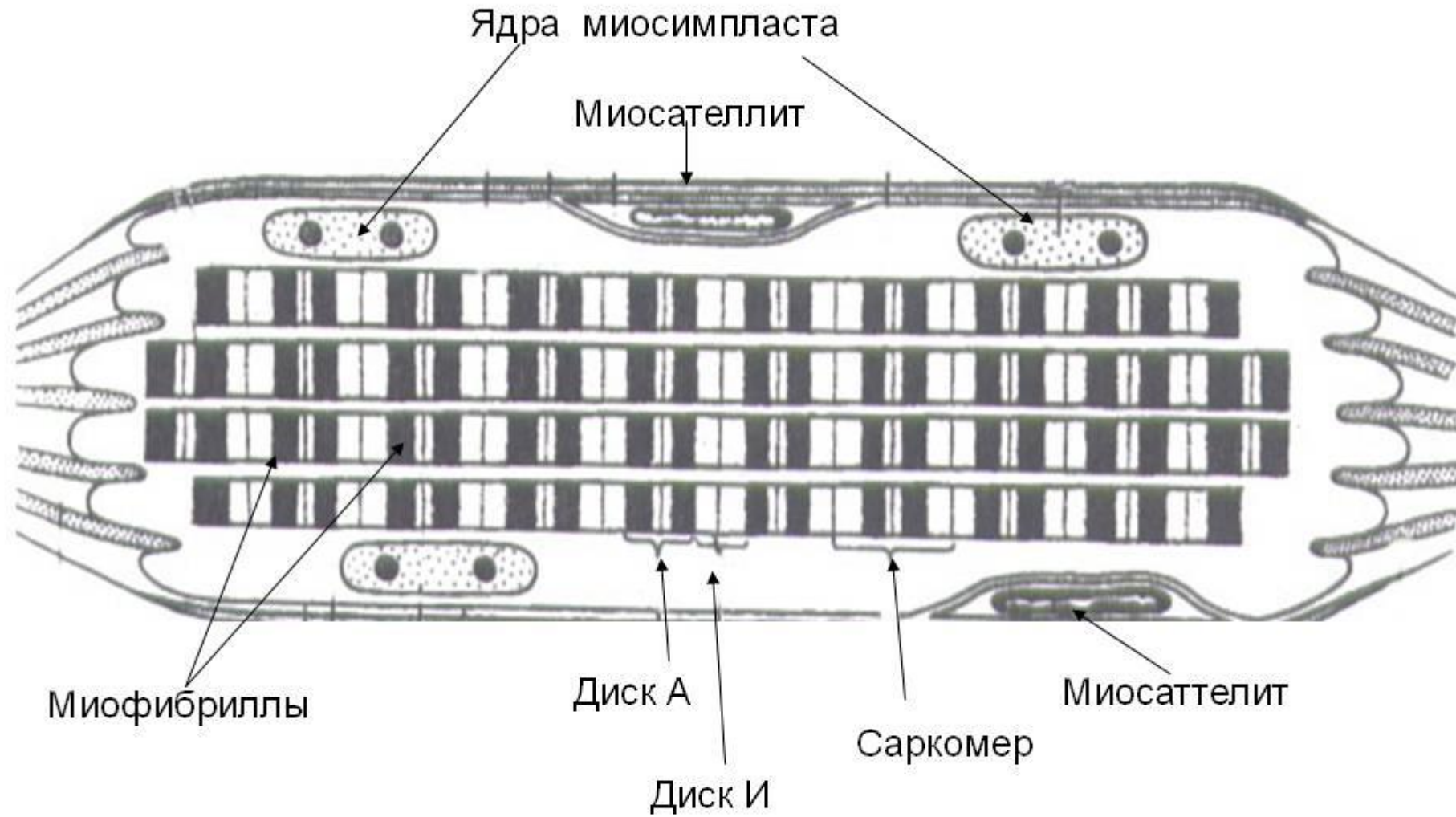
Рис. 54. Поперечно-полосатая скелетная мышечная ткань языка кролика. Окраска гематоксилин-эозин. Объектив 40.

Компоненты мышечного волокна:

- 1) миосимпласт – занимает основной объем и ограничен сарколеммой;
- 2) миосателлитocyты – мелкие, уплощенные клетки, которые лежат в углублениях сарколеммы;
- 3) базальная мембрана – покрывает снаружи сарколемму и миосателлитocyты.



Строение миосимпласта



Структурно-функциональные аппараты мышечного волокна:

- 1) трофико-энергетический
- 2) аппарат синтеза, структуризации и регенерации
- 3) сократительный аппарат
- 4) транспортный аппарат
- 5) опорный аппарат
- 6) нервный аппарат

Трофико-энергетический аппарат

- представлен митохондриями и трофическими включениями.
- Митохондрии вырабатывают энергию, необходимую для сокращения, а также для осуществления различных процессов жизнеобеспечения.
- Располагаются митохондрии в виде цепочек под сарколеммой и между миофибриллами.
- Их содержание и размеры больше в красных волокнах, чем в белых и увеличиваются при физических тренировках.
- Источником энергии служит расщепление гликогена и липидов, а при кратковременных резких нагрузках – глюкоза, получаемая в основном в результате расщепления гликогена. Гликоген находится в саркоплазме в виде β -частиц диаметром 20-30 нм, образующих скопления между миофибриллами. Липидные капли располагаются по всей толщине волокна между миофибриллами.
- Миоглобин – железосодержащий пигмент, способный связывать кислород и придающий мышечным волокнам красный цвет. По строению и функции он сходен с гемоглобином эритроцитов. В более высоких концентрациях миоглобин находится в красных волокнах, что и определяет их цвет.

Аппарат синтеза, структуризации и регенерации

- Основными элементами волокна, обеспечивающими процессы синтеза и структуризации, являются свободные рибосомы, гранулярная ЭПС, комплекс Гольджи.
- Постоянно происходящие процессы обновления структурных элементов мышечного волокна обеспечивают лизосомы.
- Количество их связано с функциональной активностью мышцы и возрастом человека.
- При старении и, особенно, при резком снижении функциональной активности мышцы, в саркоплазме увеличивается количество остаточных телец лизосомального происхождения, содержащих липофусцин.
- Камбиальными элементами скелетной мышечной ткани являются миосателлитоциты. Располагаются в небольших углублениях сарколеммы миосимпласта и покрыты вместе с ним общей базальной мембраной.
- Ядро плотное, занимает почти всю клетку.
- Миосателлитоциты активируются при повреждении мышечного волокна и обеспечивают его репаративную регенерацию. При усиленной нагрузке они, сливаясь с миосимпластом, участвуют в его гипертрофии.

Сократительный аппарат представлен специальными органеллами – миофибриллами, которые располагаются продольно в центральной части миосимпласта и отделяются друг от друга рядами митохондрий и элементами саркоплазматической сети.

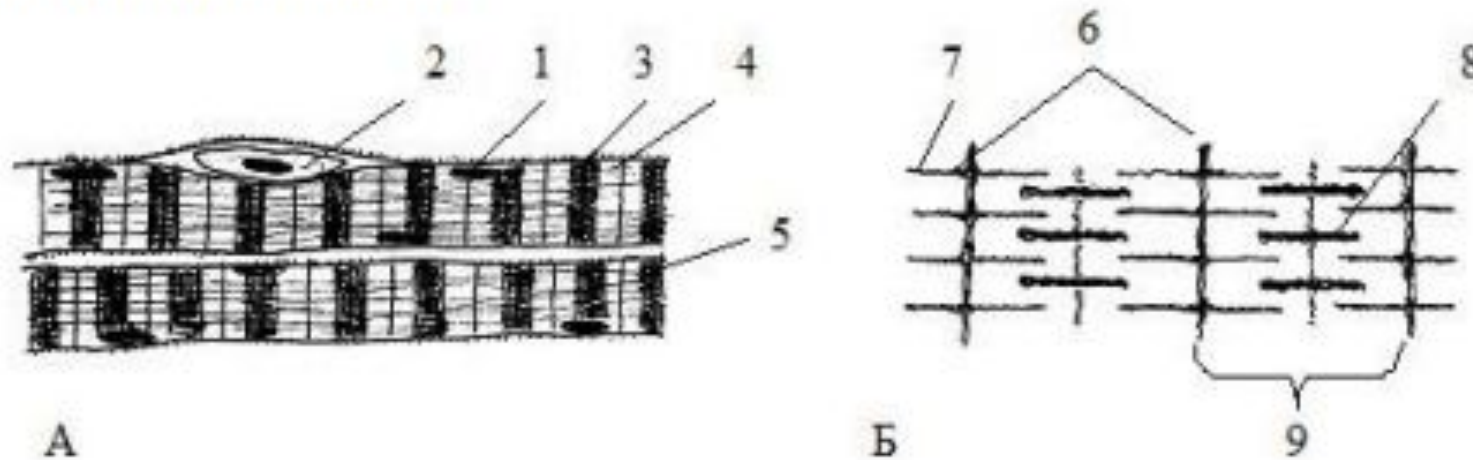
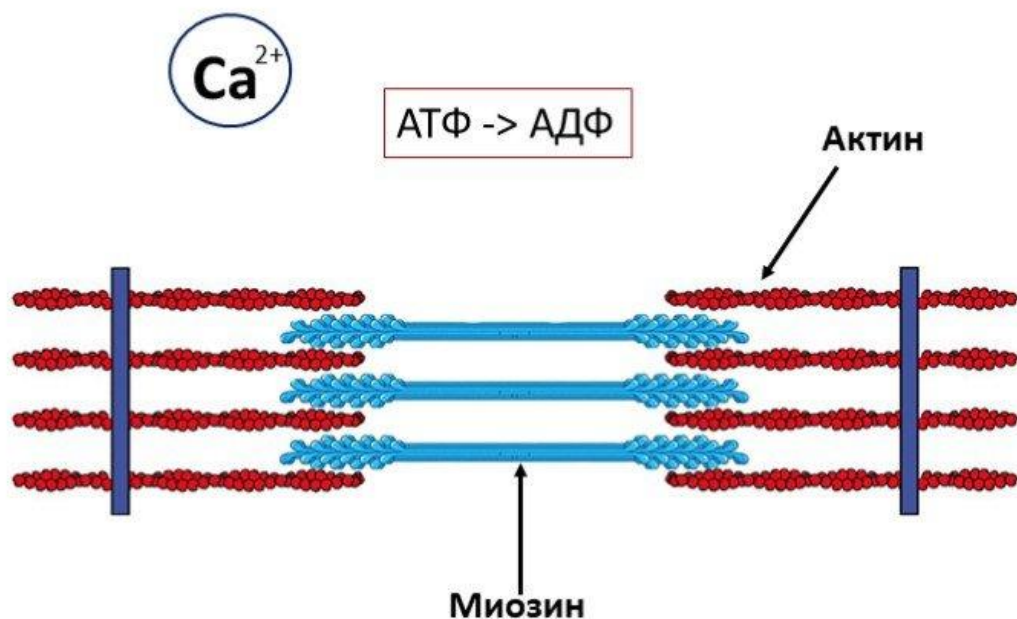


Рис. 55. Скелетная поперечнополосатая мышечная ткань. А – мышечное волокно (светлооптический уровень); Б – миофибрилла (ультраструктурный уровень): 1 – ядро мышечного волокна; 2 – миосателлитоцит; 3 – темные диски, 4 – светлые диски; 5 – миофибриллы; 6 – телофрагмы; 7 – тонкие (актиновые) и 8 – толстые (миозиновые) миофиламенты; 9 – саркомер.

- Миофибриллы имеют вид нитей диаметром 1-2 мкм.
- Они обладают собственной поперечной исчерченностью и располагаются в мышечном волокне столь упорядоченно, что темные и светлые участки одних миофибрилл совпадают с аналогичными участками других, обуславливая в итоге поперечную исчерченность всего волокна.
- Каждая миофибрилла состоит из тонких и толстых миофиламентов, образованными соответственно сократительными белками миозин и актин.

Сокращение



Сокращение происходит при участии двух белков **актина** и **миозина**.

Для сокращения нужен **Кальций**

Тратится энергия АТФ

Для расслабления нужен **Магний**.

- Транспортный аппарат
- Обеспечивает депонирование и выделение ионов кальция, представлен следующими элементами: 1) поперечные мембранные каналцы (Т-система), 2) саркоплазматическая сеть (продольные мембранные каналцы, L-система), 3) зоны контактов Т и L каналцев (триады).
- Поперечные мембранные каналцы (Т-система), представляют собой впячивания сарколеммы, отходящие от нее под прямым углом к оси волокна и расположенные вблизи границы I- и А-дисков.
- Саркоплазматическая сеть (L-система) – система уплощенных, вытянутых и анастомозирующих мембранных трубочек и мешочков, которая наподобие муфты окружает каждый саркомер миофибриллы.
- В области границы I- и А-дисков трубочки сливаются и образуют пары плоских терминальных цистерн. В итоге, на каждый саркомер приходится по две такие пары. Конечные участки Т-трубочек проникают в промежуток между двумя терминальными цистернами и образуют вместе с ними особые структуры – триады. В области триады между мембранами Т-трубочек и терминальных цистерн имеются специализированные контакты, служащие каналами выделения кальция. После того, как волна деполяризации с поверхности сарколеммы распространяется по Т-трубочкам вглубь волокна, происходит выделение кальция. В области триад возбуждение передается на мембрану саркоплазматической сети и вызывает повышение её проницаемости. В результате, происходит быстрое выделение ионов кальция, в основном, в области терминальных цистерн. Ионы кальция диффундируют в миофибриллы, присоединяются там к тропонину и запускают механизм взаимодействия молекул актина и миозина. Одновременно с процессом выделения кальция происходит активный обратный транспорт его в саркоплазматическую сеть. Этот процесс осуществляется благодаря деятельности кальциевых насосов в мембране L-системы. Снижение концентрации ионов кальция приводит к возвращению тропонина в первоначальное состояние, прекращению взаимодействия миозиновых мостиков с актином и расслаблению мышечного волокна.

- Опорный аппарат.
- В его состав входят базальная мембрана, сарколемма, цитоскелет, телофрагмы, мезофрагмы, краевые зоны мышечного волокна.
- Обеспечивает формообразовательную, каркасную, локомоторную и интеграционную функции.
- Важным элементом цитоскелета являются промежуточные филаменты.
- Они имеют диаметр около 10 нм и образованы белком десмин.
- В зависимости от расположения различают: 1) продольно расположенные промежуточные филаменты, которые связывают соседние телофрагмы одной миофибриллы, 2) поперечно ориентированные филаменты, входящие в состав мезофрагмы, 3) поперечные филаменты, прикрепляющие телофрагмы к сарколемме, элементам T-системы и саркоплазматической сети.
- За счет такой пространственной организации промежуточных филаментов обеспечивается упорядоченное расположение саркомеров соседних миофибрилл и других компонентов мышечного волокна. В краевых зонах мышечного волокна сарколемма, покрытая базальной мембраной, образует многочисленные впячивания, в которые вдаются коллагеновые волокна сухожилия. Эти волокна вплетаются в база

- Нервный аппарат обеспечивает инициацию и регуляцию произвольного сокращения мышечных волокон.
- Эфферентные нервные волокна (аксоны α -мотонейронов) образуют на мышечных волокнах специализированные нейромышечные окончания (нейромышечные синапсы, или моторные бляшки), которые осуществляют передачу импульса с нервного волокна на мышечное.
- Аfferентная иннервация обеспечивается нейромышечными веретенами – рецепторами растяжения волокон поперечно-полосатых мышц, которые представляют собой сложные инкапсулированные нервные окончания.

Типы мышечных волокон

В зависимости от количества миоглобина и митохондрий выделяют три типа мышечных волокон.



Красные (первый тип)

- малый диаметр волокна
- много миосателлитоцитов
- тонкие миофибриллы
- много миоглобина, мало гликогена
- много митохондрий
- аэробный тип метаболизма
- медленное сокращение-расслабление
- устойчивость к утомлению

Белые (второй тип)

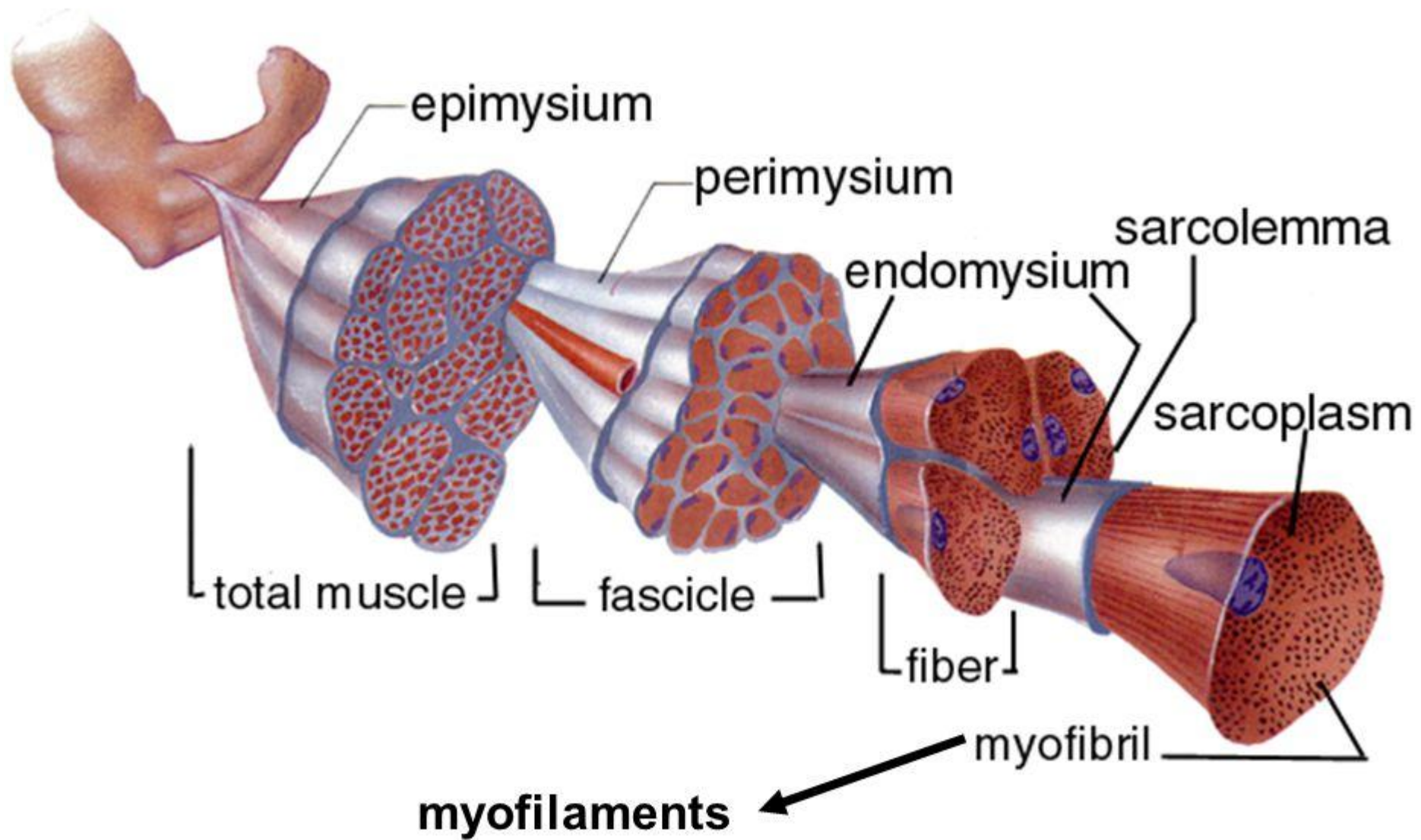
- большой диаметр волокна
- мало миосателлитоцитов
- толстые миофибриллы
- мало миоглобина, много гликогена
- мало митохондрий
- анаэробный тип метаболизма
- быстрое сокращение-расслабление
- быстрая утомляемость

Смешанные (третий тип)

Для них характерно среднее значение всех параметров.

Строение скелетной мышцы как органа

- Мышцы человека содержат все типы мышечных волокон.
- Каждое мышечное волокно окружено эндомизием (прослойкой рыхлой волокнистой соединительной ткани).
- Пучки мышечных волокон объединены перимизием (оболочкой, также образованной прослойкой рыхлой волокнистой соединительной тканью).
- Вся мышца покрыта эпимизием – оболочкой из плотной волокнистой соединительной ткани.
- В прослойках и оболочках имеются сосуды и нервный аппарат.
- Мышечные волокна соединяются с сухожилиями или надкостницей.



Регенерация скелетной поперечнополосатой мышечной ткани

А. Механизмы

1. Эндорепродукция – внутрисимпластическое образование, обновление и восстановление структур (в т.ч. миофиламентов)
2. Синтез компонентов базальной мембраны
3. Пролиферация миосателлитоцитов, приводит к формированию новых миотубул, а из них мышечных волокон

Б. Виды

1. Физиологическая регенерация (постэмбриональный миогенез)

- Протекает постоянно, состоит в самообновлении органелл и других структурных компонентов мышечных волокон, обеспечивает их рост.
- Усиливается при повышении нагрузки на мышечные волокна, в результате преобладания анаболических процессов происходит их рабочая гипертрофия. При бездействии (вследствие денервации или гипокинезии), а также при голодании происходит атрофия мышечных волокон.

2. Репаративная регенерация

осуществляется после их повреждения.

цепь следующих процессов:

- 1) миграция фагоцитов (нейтрофильных гранулоцитов и макрофагов) в область повреждения, осуществляется под действием хемотаксических веществ, выделяемых поврежденными волокнами;
- 2) восстановление целостности сосудов (реваскуляризация);
- 3) фагоцитоз некротизированных мышечных волокон;
- 4) собственно регенерация мышечных волокон; может осуществляться несколькими механизмами:
 - Встречный рост и срастание концов поврежденных мышечных волокон вследствие усиления эндорепродукции.
 - Миграция в зону повреждения миосателлитов, пролиферация и дифференцировка их в миобласты с последующим слиянием последних и формирование мышечных трубочек.
- 5) образование зрелых мышечных волокон, 6) восстановление иннервации.

An anatomical illustration of the human heart, split into two views. The left view shows the external surface of the heart, highlighting the coronary arteries and veins. The right view shows a cross-section of the heart, revealing the internal structure of the myocardium, including the ventricles and the complex network of fibers. The text 'Сердечная мышечная ткань' is overlaid on a white rectangular box in the center of the image. The artist's signature 'Rosa' is visible at the bottom of both heart illustrations.

Сердечная мышечная ткань

Сердечная мышечная ткань локализуется в мышечной оболочке сердца (миокарде) и устьях связанных с ним крупных сосудов. Эта ткань образована клетками – кардиомиоцитами.

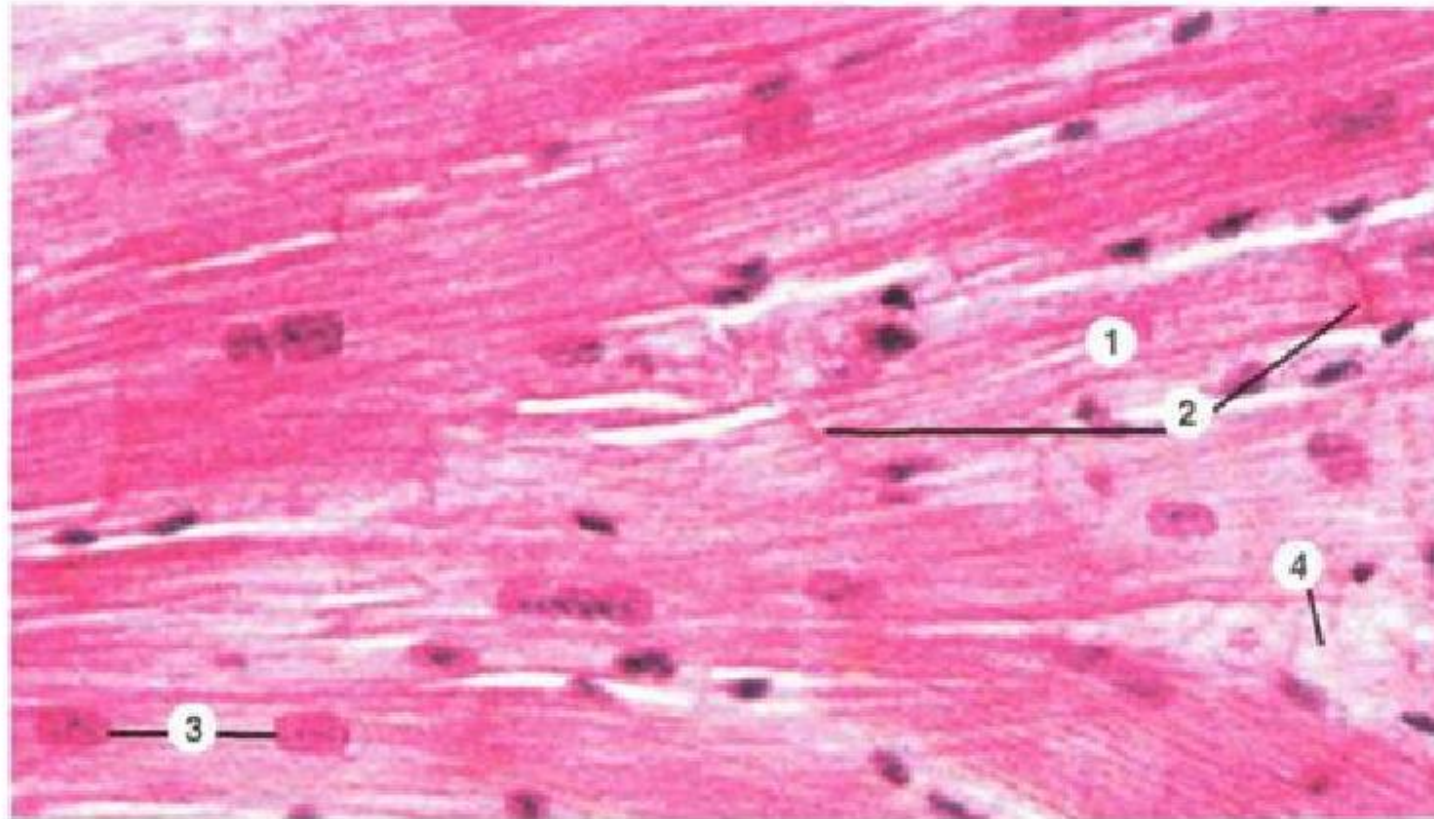
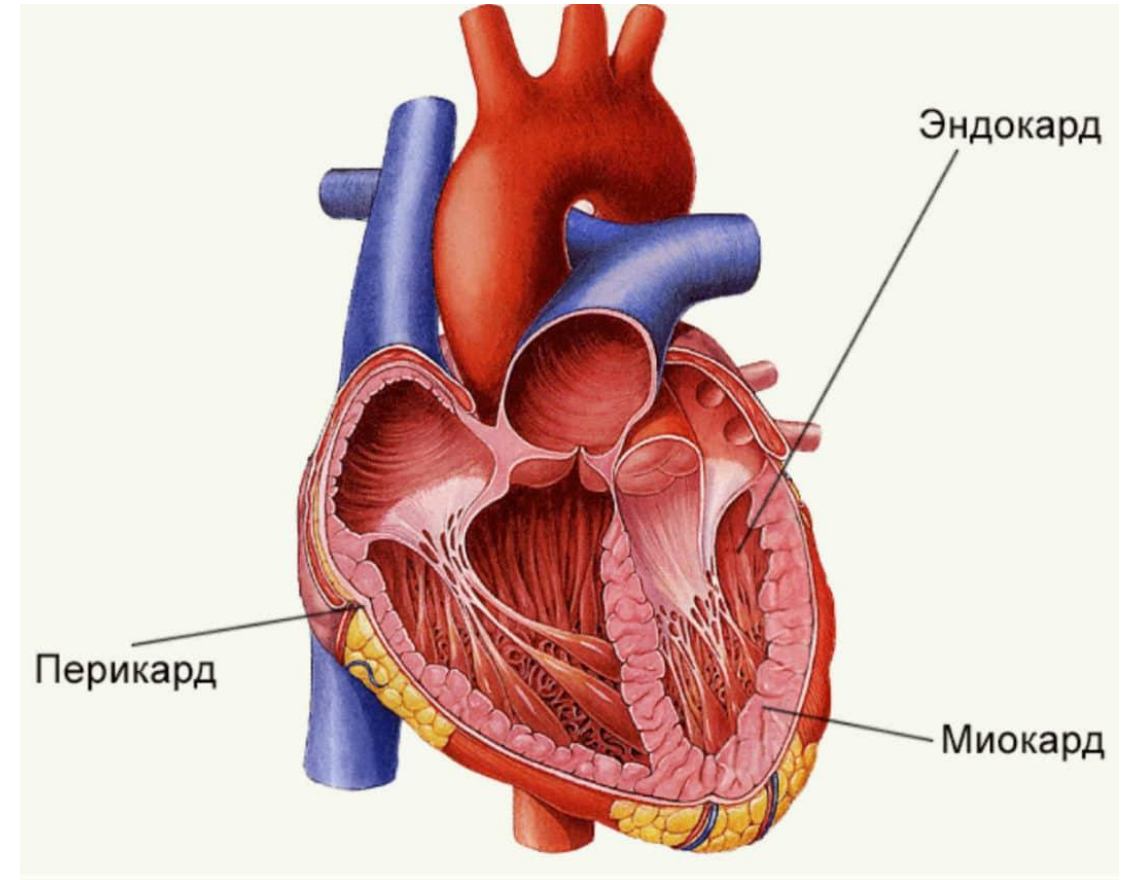


Рис.6. Срез миокарда
Окраска
гематоксилином и
эозином

1 — сократительный кардиомиоцит:
с обеих сторон ограничен
вставочными дисками (2);
3 — ядра кардиомиоцитов:
отчетливо видно их центральное
положение.

Функциональные особенности сердечной мышечной ткани:

- 1) автоматизм
- 2) ритмичность
- 3) непроизвольность
- 4) малая утомляемость



На функциональную активность кардиомиоцитов оказывают влияние гормоны и нервная система (симпатическая и парасимпатическая).

Гистогенез сердечной мышечной ткани

- Источником развития сердечной мышечной ткани является миоэпикардальная пластинка висцерального листка спланхнотома.
- В ней образуются СКМ (стволовые клетки миогенеза), дифференцирующиеся в кардиомиобласты, активно размножающиеся митозом.
- В их цитоплазме постепенно образуются миофиламенты, формирующие миофибриллы.
- С появлением последних клетки именуются кардиомиоцитами (или сердечными миоцитами).
- Способность кардиомиоцитов человека к полному митотическому делению утрачивается к моменту рождения или в первые месяцы жизни.
- В этих клетках начинаются процессы полиплоидизации.
- Сердечные миоциты выстраиваются в цепочки, но не сливаются друг с другом, как это происходит при развитии скелетного мышечного волокна.
- Клетки формируют сложные межклеточные соединения – вставочные диски, связывающие кардиомиоциты в функциональные волокна (функциональный синцитий).

Строение сердечной мышечной ткани

Как уже отмечалось, сердечная мышечная ткань образована клетками - кардиомиоцитами, связанными друг с другом в области вставочных дисков и образующими трехмерную сеть ветвящихся и анастомозирующих функциональных волокон.

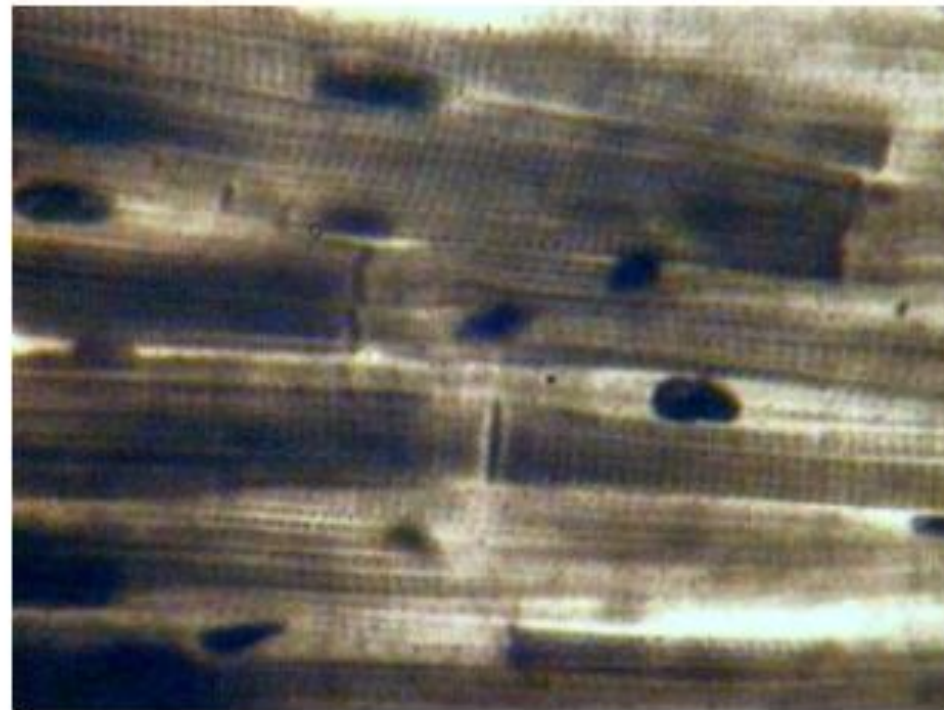


Рис. 56. Поперечно-полосатая сердечная мышечная ткань лошади.
Окраска: железный гематоксилин, объектив 90, имм.

Разновидности кардиомиоцитов

1. сократительные

- 1) желудочковые (призматические)
- 2) предсердные (отростчатые)

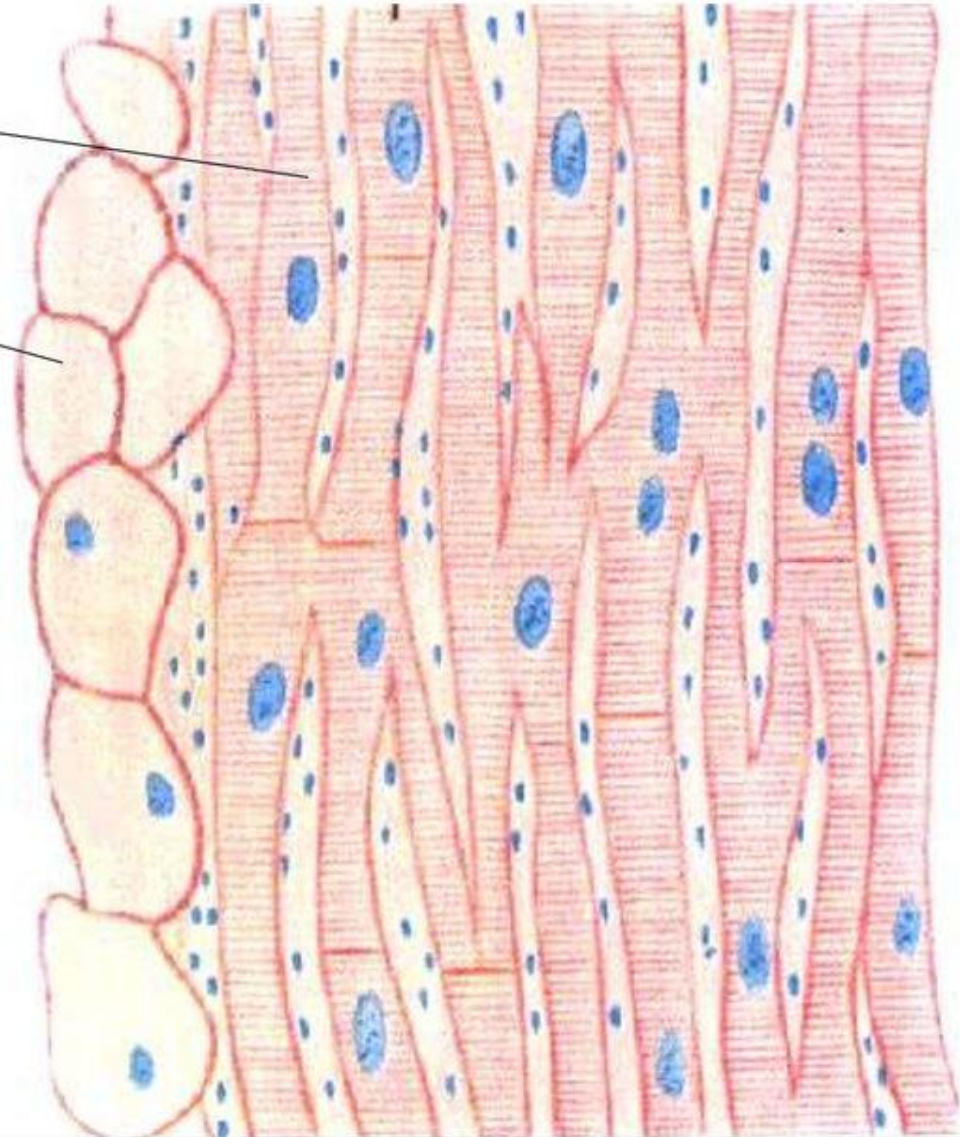
2. кардиомиоциты проводящей системы сердца

- 1) пейсмекеры (Р-клетки, водители ритма 1 порядка)
- 2) переходные (водители ритма 2 порядка)
- 3) проводящие (водители ритма 3 порядка)

3. секреторные (эндокринные)

Виды кардиомиоцитов:

- Типичные сократительные
- Атипичные проводящие
(клетки Пуркинье)
- Секреторные эндокринные
(в предсердиях)



Типы, локализация и функции кардиомиоцитов

Типы кардиомиоцитов	Локализация кардиомиоцитов	Функции кардиомиоцитов
А. Сократительные кардиомиоциты (СКМЦ)		
1. Желудочковые (призматические)	Сократительный миокард желудочков и мышечные оболочки устьев аорты и легочной артерии	Непроизвольное ритмичное сокращение – расслабление в автоматическом круглосуточном режиме
2. Предсердные (отростчатые)	Сократительный миокард предсердий	
Б. Кардиомиоциты проводящей системы сердца (ПСС)	В структурных компонентах ПСС (узлы, пучки, ножки и др.)	Ритмичная генерация биопотенциалов (в автоматическом режиме), их проведение в сердечной мышце и передача на СКМЦ
1. Пейсмекеры (Р-клетки, водители ритма I порядка)		
2. Переходные (водители ритма II порядка)		
3. Проводящие - а) малые клетки Пуркинье (водители ритма III порядка), а) большие клетки Пуркинье (водители ритма IV порядка)		
В. Секреторные (эндокринные) кардиомиоциты	В миокарде предсердий	Секреция натрийуретического фактора (регулирует функцию почек)

Особенности строения сократительных кардиомиоцитов (СКМЦ)

- Удлиненная призматическая или отростчатая форма.
- Размер: в длину 40-120 мкм, в ширину 5-20 мкм.
- Сарколемма образует мембранные инвагинации в толщу саркоплазмы (Т-трубочки), снаружи окружена базальной мембраной.
- Ядро эллипсоидное эухроматичное, часто полиплоидное, расположено в центре кардиомиоцита.
- Некоторые клетки содержат два ядра.
- Саркоплазма содержит: - саркоплазматическую сеть и миофибриллы, которые построены по типу аналогичных структур скелетного мышечного волокна - органеллы общего значения и включения.
- Связь кардиомиоцитов друг с другом осуществляют вставочные диски. Под световым микроскопом они имеют вид поперечных прямых или зигзагообразных полосок, пересекающих функциональные волокна сердечной мышечной ткани. При электронной микроскопии выявляется их сложная организация, включающая несколько типов межклеточных контактов - интердигитации, десмосомы и щелевые контакты. Первые два типа контактов обеспечивают механическую связь кардиомиоцитов, а щелевые соединения – ионную связь клеток и передачу импульса. Боковые поверхности кардиомиоцитов формируют анастомозы, включающие интердигитации и щелевые контакты.

Соединенные между собой сократительные кардиомиоциты в составе миокарда формируют трехмерную сетевидную структуру – функциональный синцитий.

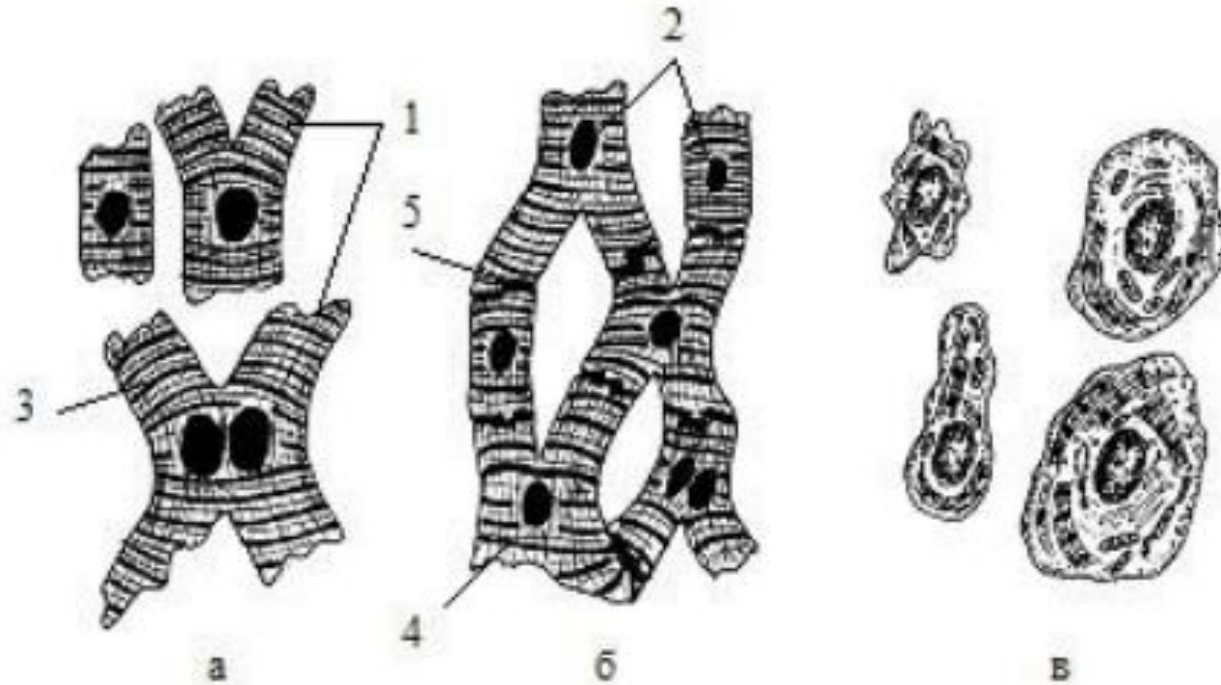
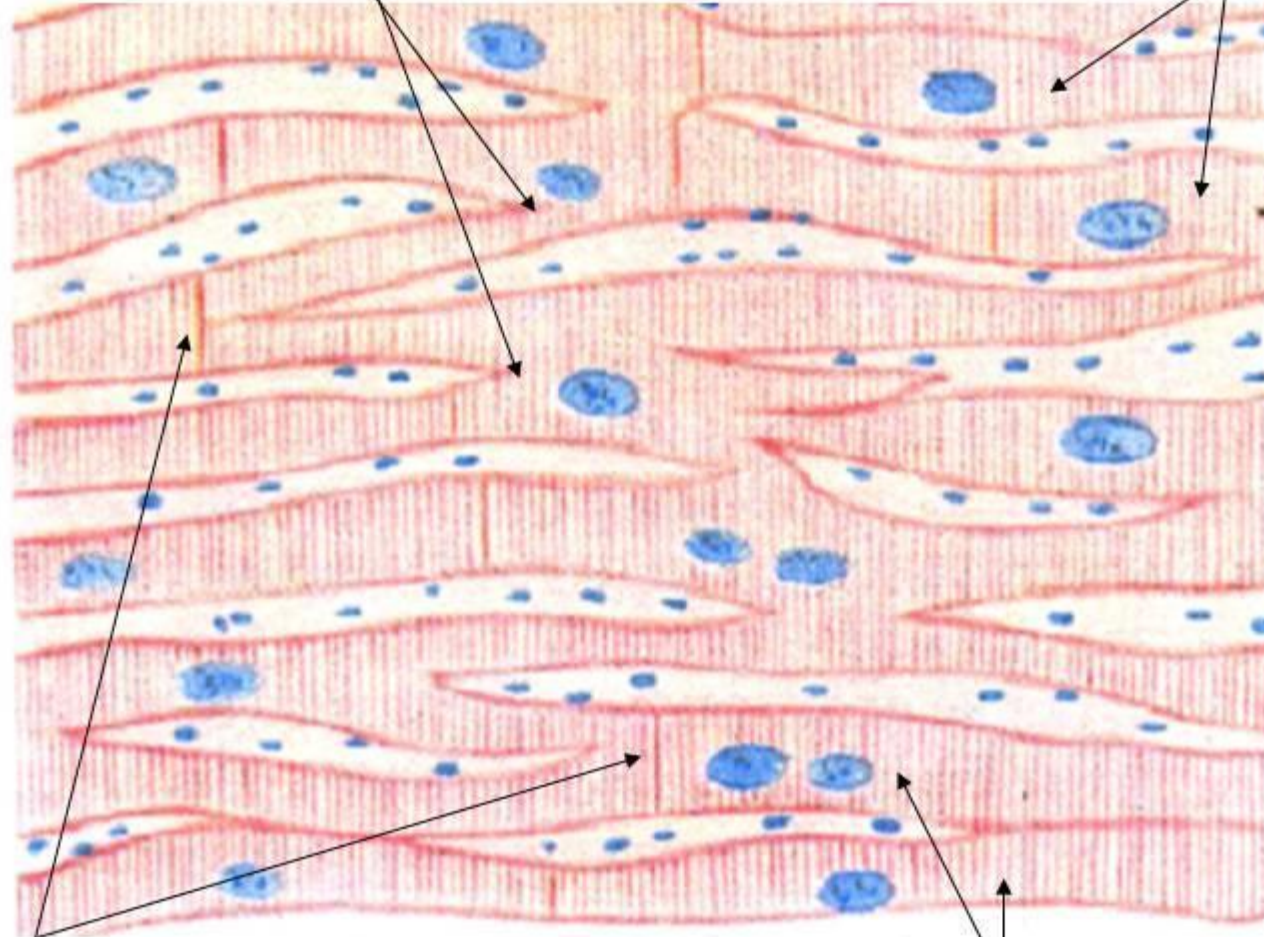


Рис. 57. Сердечная поперечнополосатая мышечная ткань. а – типы сократительных кардиомиоцитов; б – соединение сократительных кардиомиоцитов в составе миокарда: 1 – отростки кардиомиоцитов; 2 – ядро; 3 – темные и светлые диски; 4 – миофибриллы; 5 – вставочные диски; в – типы проводящих кардиомиоцитов (водители ритма различных порядков).

Строение сердечного синцития

Анастомозы мышечных волокон

Кардиомиоциты

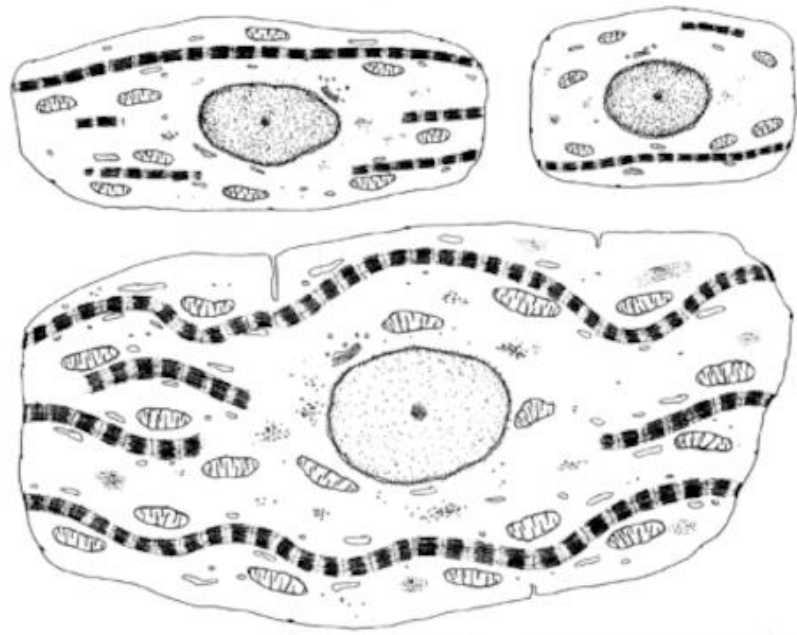


Вставочные диски

Мышечные волокна

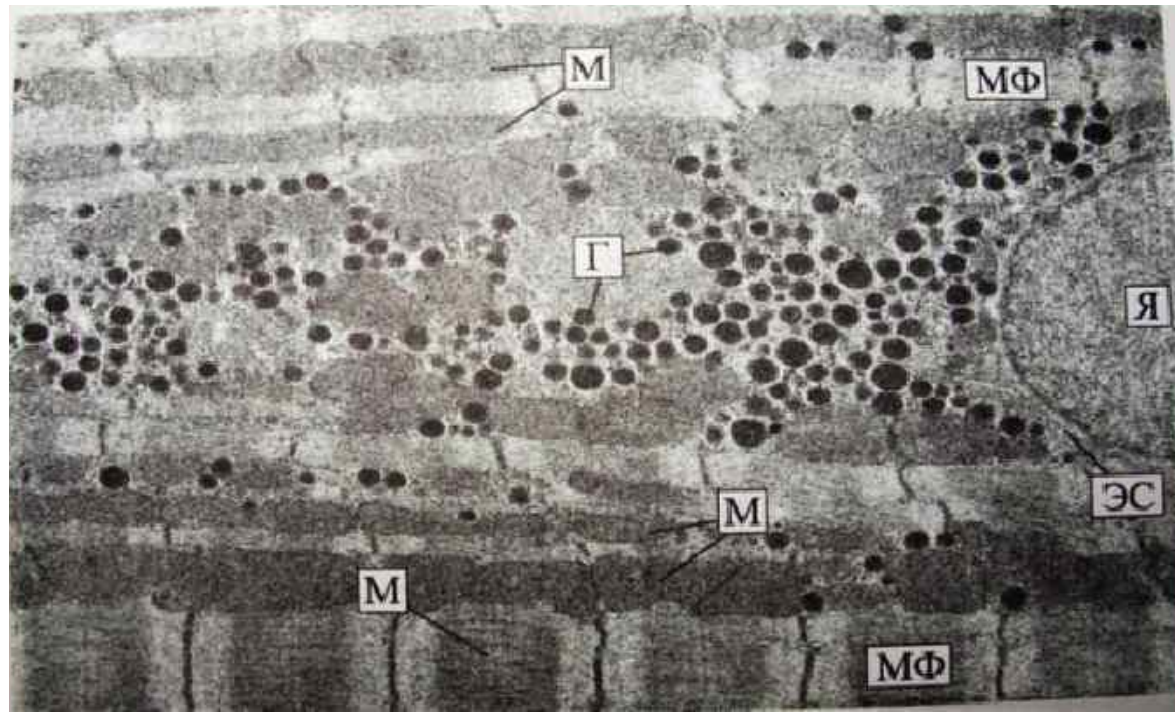
Особенности строения кардиомиоцитов проводящей системы сердца (ПСС)

- неправильную призматическую форму
- в длину 8-20 мкм, в ширину 2-5 мкм
- слабо развиты все органеллы, в т.ч. миофибриллы.
- Для вставочных дисков характерно меньшее количество десмосом.

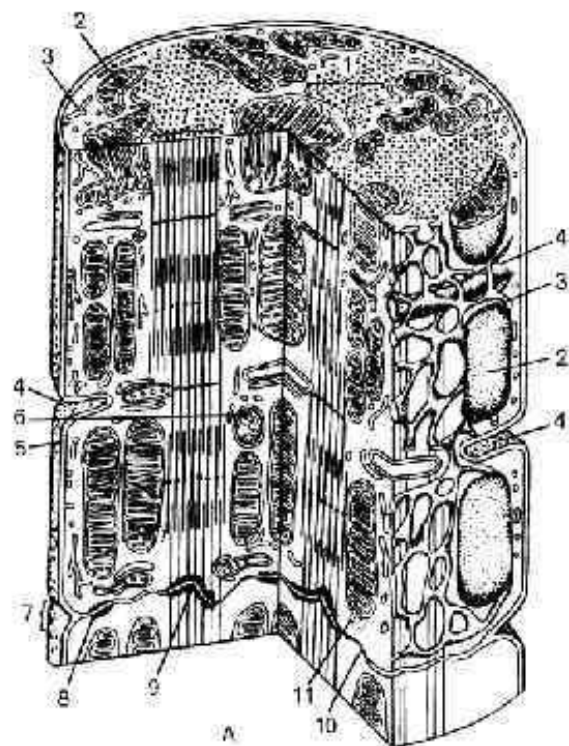


Особенности строения секреторных кардиомиоцитов

- отростчатая форма
- размер в длину 15-20 мкм, в ширину 2-5 мкм.
- развиты органеллы экспортного синтеза.
- в саркоплазме много секреторных гранул.
- слабо развиты миофибриллы.



Структурно-функциональные аппараты кардиомиоцитов



Строение кардиомиоцита.

А — схема;

Б — электронная микрофотография вставочного диска:

1 — миофибриллы; 2 — митохондрии; 3 — саркотубулярная сеть; 4 — Т-трубочки;

5 — базальная мембрана; 6 — лизосома; 7 — вставочный диск; 8 — десмосома;

9 — зона прикрепления миофибрилл; 10 — щелевые контакты; 11 — гликоген.

1. Сократительный аппарат (наиболее развит в СКМЦ)

- Представлен миофибриллами, каждая из которых состоит из тысяч последовательно соединенных телофрагмами саркомеров, содержащих актиновые (тонкие) и миозиновые (толстые) миофиламенты.
- Конечные участки миофибрилл прикрепляются со стороны цитоплазмы к вставочным дискам с помощью полосок слипания (расщепления и вплетения актиновых нитей в подмембранные области плазмолеммы миоцитов).
- Обеспечивает сильное ритмичное энергоемкое кальцийзависимое сокращение и последующее расслабление.

2. Транспортный аппарат (развит в СКМЦ) - аналогичен таковому в скелетных мышечных волокнах, но имеет ряд особенностей:

- саркоплазматическая сеть не образует терминальных цистерн
- во время расслабления саркоплазматическая сеть выделяет ионы кальция в саркоплазму с низкой скоростью, что обеспечивает автоматизм кардиомиоцитов
- в предсердных кардиомиоцитах практически отсутствуют Т-трубочки.

3. Опорный аппарат

Представлен:

- Сарколеммой
- вставочными дисками
- полосками слипания
- Анастомозами
- Цитоскелетом
- Телофрагмами
- мезофрагмами.

Обеспечивает формообразовательную, каркасную, локомоторную и интеграционную функции.

4. Трофико-энергетический аппарат – представлен саркосомами и включениями гликогена, миоглобина и липидов.

5. Аппарат синтеза, структуризации и регенерации

Представлен свободными рибосомами, ЭПС, комплексом Гольджи, лизосомами, секреторными гранулами (в секреторных кардиомиоцитах) Обеспечивает ресинтез сократительных и регуляторных белков миофибрилл, другие эндорепродукционные процессы, секрецию компонентов базальной мембраны и ПНУФ (секреторные кардиомиоциты)

6. Нервный аппарат.

Представлен нервными волокнами, рецепторными и двигательными нервными окончаниями вегетативной нервной системы. Обеспечивает адаптационную регуляцию сократительной и других функций кардиомиоцитов.

Регенерация сердечной мышечной ткани

- А. Механизмы

1. Эндорепродукция
2. Синтез компонентов базальной мембраны
3. Пролиферация кардиомиоцитов (возможна в эмбриогенезе)

- Б. Виды

1. Физиологическая

- Протекает постоянно, обеспечивает возрастное (в т.ч. у детей) увеличение массы миокарда (рабочая гипертрофия миоцитов без гиперплазии).
- Усиливается при повышении нагрузки на миокард, как следствие, развивается рабочая гипертрофия миоцитов без гиперплазии (у людей физического труда, у беременных)

2. Репаративная

- Дефект мышечной ткани кардиомиоцитами не восполняется (на месте повреждения образуется соединительнотканый рубец). Регенерация кардиомиоцитов (и физиологическая, и репаративная) осуществляется только по механизму эндорепродукции.

Причины: 1) отсутствуют малодифференцированные клетки, 2) кардиомиоциты являются высокодифференцированными клетками, не способными к делению, 3) кардиомиоциты не способны к дедифференцировке.

РЕПАРАТИВНАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ МЫШЕЧНЫХ ТКАНЕЙ



СКЕЛЕТНАЯ → **МИТОТИЧЕСКОЕ ДЕЛЕНИЕ МИОСАТЕЛЛИТОЦИТОВ**
→ **ГИПЕРТРОФИЯ** ОСТАВШИХСЯ ВОЛОКОН
ЗА СЧЕТ ГИПЕРПЛАЗИИ УЛЬТРАСТРУКТУР
(В ОСНОВНОМ МИОФИБРИЛЛ И МИТОХОНДРИЙ)

ГЛАДКАЯ → **МИТОТИЧЕСКОЕ ДЕЛЕНИЕ МИОЦИТОВ**
→ **ГИПЕРТРОФИЯ** ОСТАВШИХСЯ КЛЕТОК

СЕРДЕЧНАЯ → **ТОЛЬКО ГИПЕРТРОФИЯ** ОСТАВШИХСЯ
МИОЦИТОВ



Нервная ткань

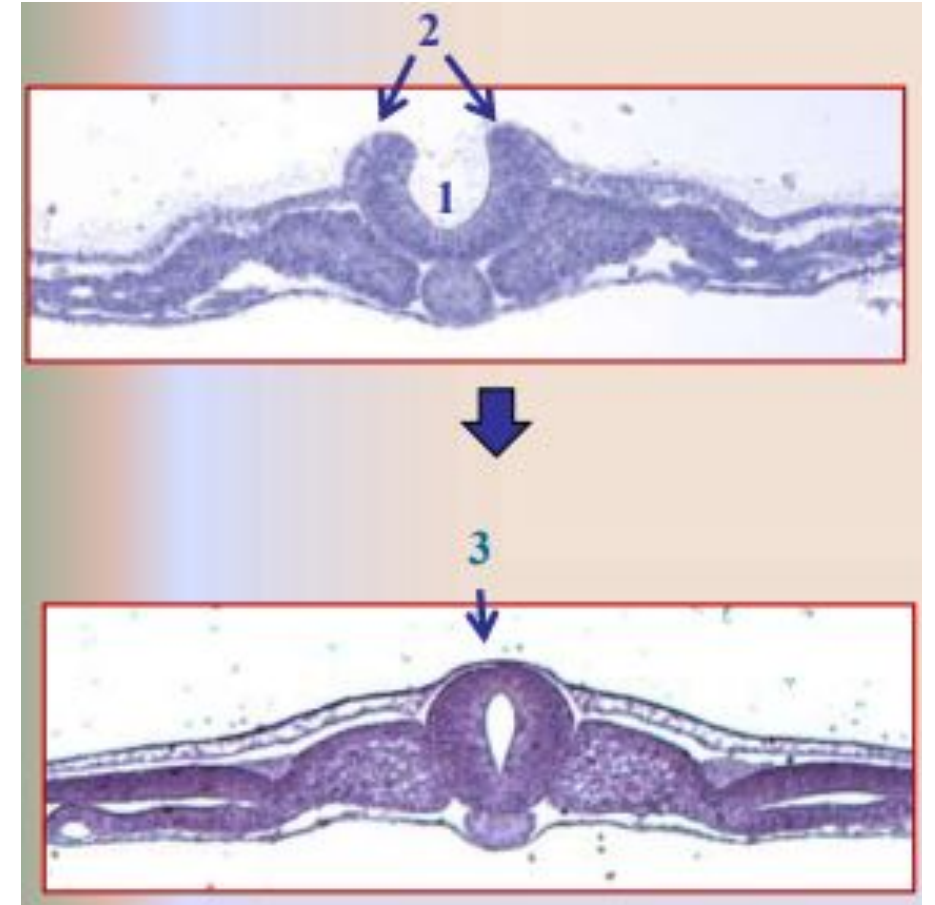
Функции нервной ткани

- 1. Восприятие раздражения
- 2. Генерация и проведение нервного импульса
- 3. Передача импульса на рабочие клетки
- 4. Секреторная (экзо- и эндокринная)
- 5. Барьерная
- 6. Адаптационно-трофическая
- 7. Регуляция функции органов
- 8. Регуляция гомеостаза



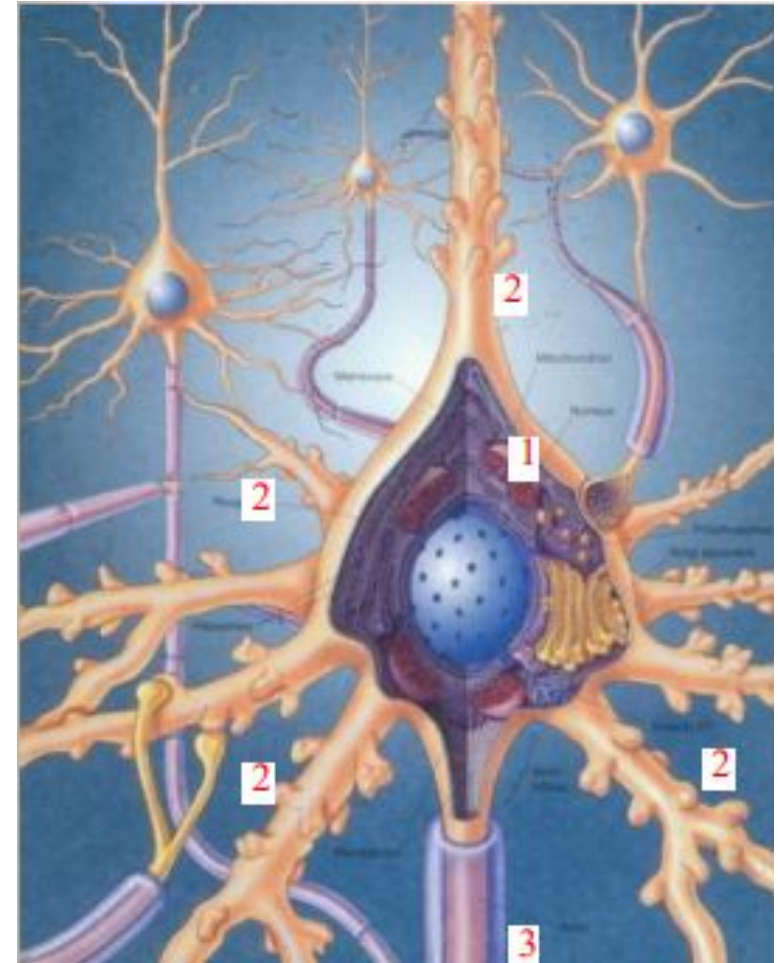
Происхождение нервной ткани

- Возникает из участка нейроектодермы – нервной пластинки;
- Нервная пластинка прогибается внутрь и образуется нервный желобок (1) и нервные валики (2)
- Края нервных валиков сближаются и после смыкания образуется нервная трубка (3);
- Из нервной трубки возникают органы ЦНС – спинной и головной мозг;
- Клетки нервной трубки дифференцируются в нейробласты (предшественники нейронов) или в спонгиобласты (предшественники клеток глии)



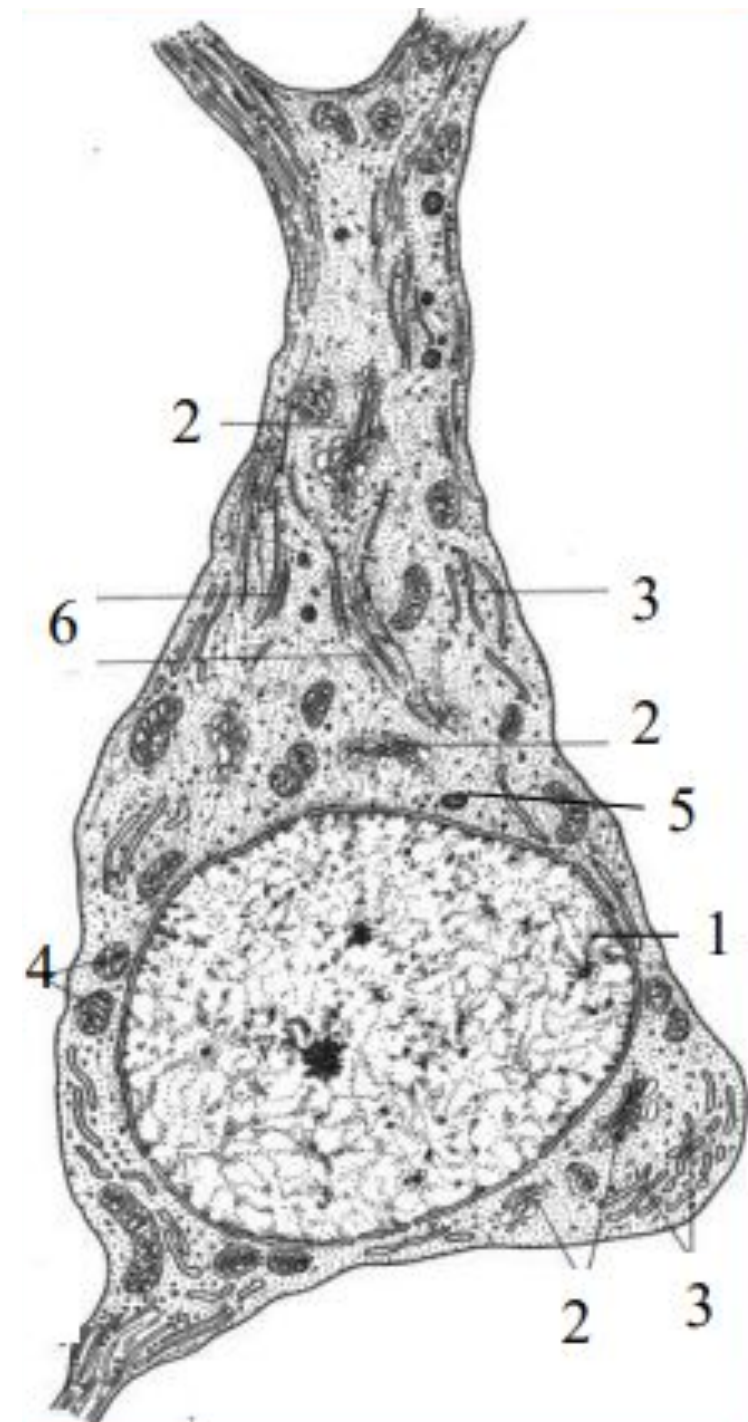
Нейрон (главная структурно-функциональная единица нервной ткани)

- Размеры : $d = 4-5 \text{ мкм} - 140 \text{ мкм}$ Количество: $10^{11} - 10^{12}$ кл. Свойства: их количество с возрастом уменьшается, отсутствует способность к делению Строение: • имеется тело (1), состоящее из ядра и цитоплазмы (нейроплазмы), часто называемое перикарионом; • имеются отходящие от тела тонкие цитоплазматические отростки – дендриты (2) и аксон (3);



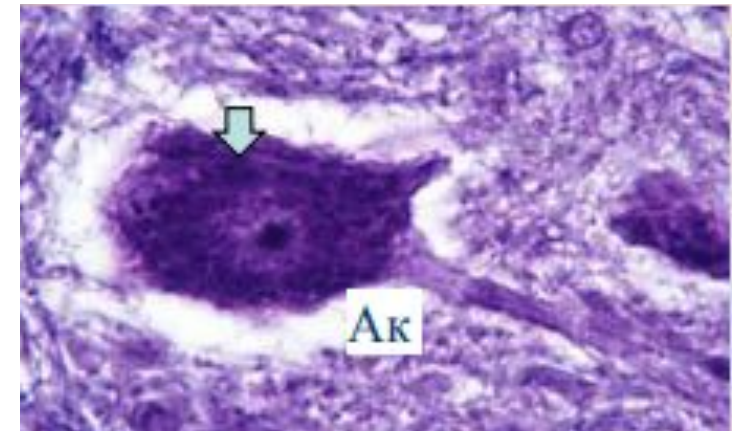
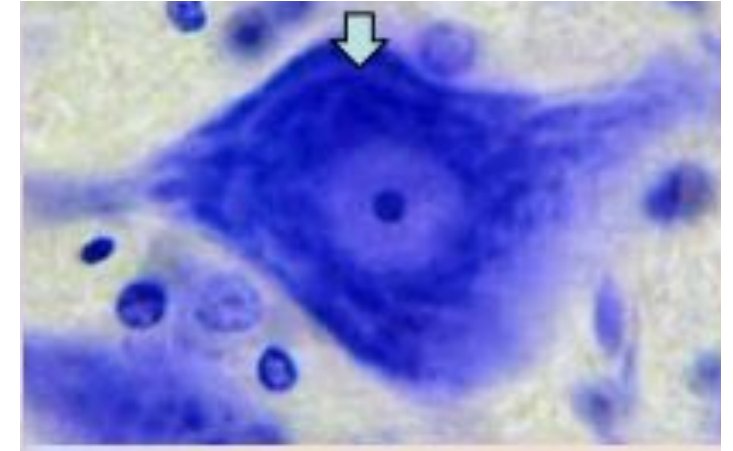
Тело нейрона

- Тела различных типов нейронов могут иметь круглую, овальную, уплощенную, яйцевидную или пирамидальную форму.
- Тела нейронов ЦНС находятся в сером веществе.
- Ядро в большинстве нейронов расположено в центре тела клетки (1)
- Ядро крупное, сферической формы.
- Хроматин в ядрах многих крупных нейронов почти полностью деконденсирован, гранулы хроматина очень мелкие
- Нейроплазма содержит: аппарат Гольджи (2), грЭПС (вещество Ниссля, тигроид, хроматофильная субстанция) (3), множество митохондрий (4), лизосомы (5), элементы цитоскелета (нейротрубочки и нейрофиламенты) (6), включения (липидные капли, липофусцин, нейромеланин)
- Плазмалемма способна к проведению нервного импульса (распространению деполяризации), содержит $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ насосы, поддерживающие необходимые градиенты

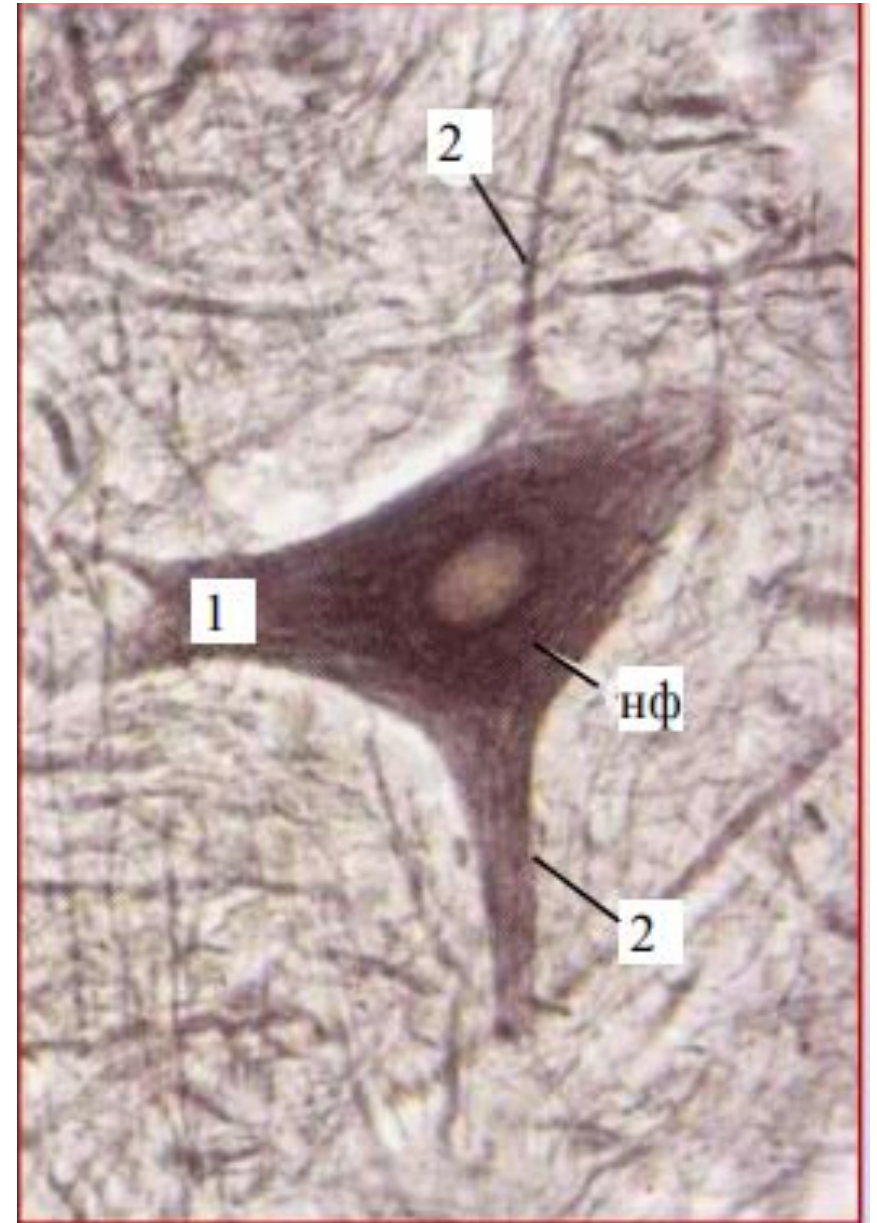


Органоиды цитоплазмы нейрона

- Гранулярная эндоплазматическая сеть
- □ грЭПС или вещество Ниссля, или хромофильная субстанция, или тигроид - часть цитоплазмы, богатая уплощенными цистернами гранулярного ЭПС, содержащего многочисленные свободные и прикрепленные к мембранам рибосомы и полисомы, распределенные между прилегающими друг к другу цистернами □ тигроид () располагается по всему телу клетки, заходит в основание дендритов, но не заходит в аксон (Ак). □ при напряжении нервной клетки количество стопок тигроида уменьшается, при высоком напряжении клетки они образуют серповидную структуру вокруг ядра. □ при перерезке аксона тигроид временно исчезает (так называемый хроматолиз или тигролиз) и ядро сдвигается к одной стороне. В случае регенерации аксона тигроид появляется снова.

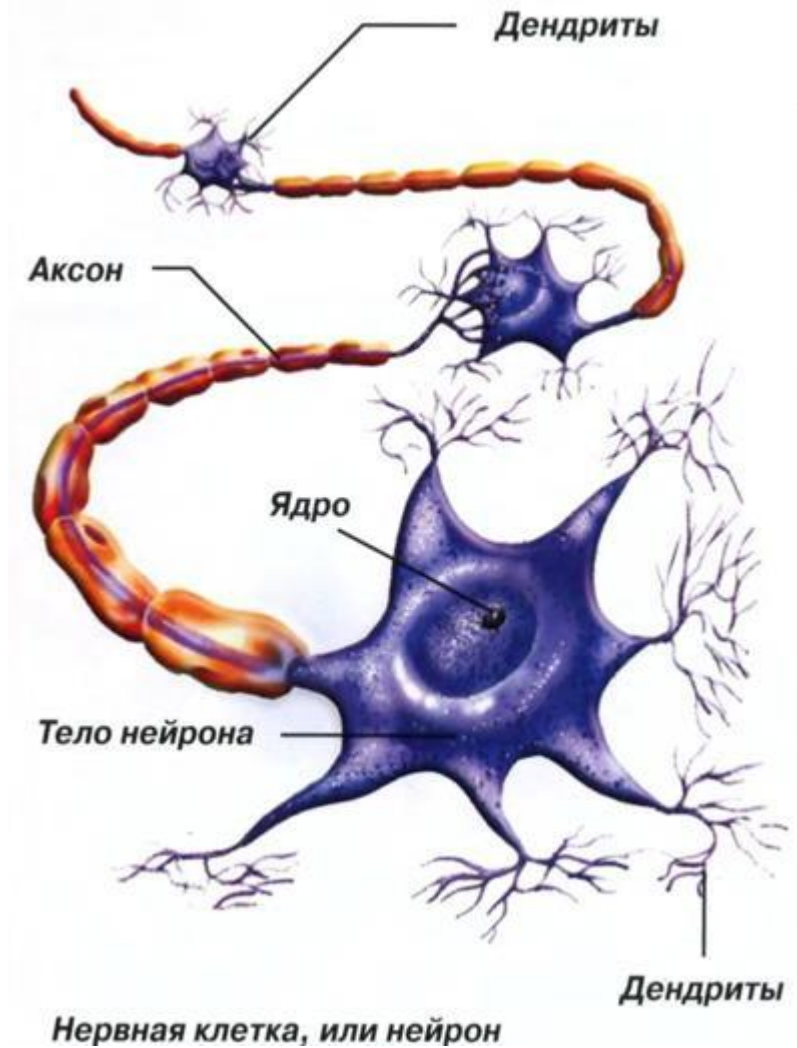


- Элементы цитоскелета
- • Нейрофибриллы (нф) - пучки филаментов (нейрофиламентов), диаметр которых около 3 мкм; химический состав не установлен; известно только, что они содержат белки.
- Нейрофибриллы располагаются в теле нейрона (1) в виде сетки, в отростках (2) параллельно.
- Нейротрубочки - типичные микротрубочки, имеющие диаметр 24 нм.
- Роль цитоскелета нейрона состоит в поддержании формы клетки, особенно его отростков, и обеспечения дендритного и аксонного транспорта веществ.

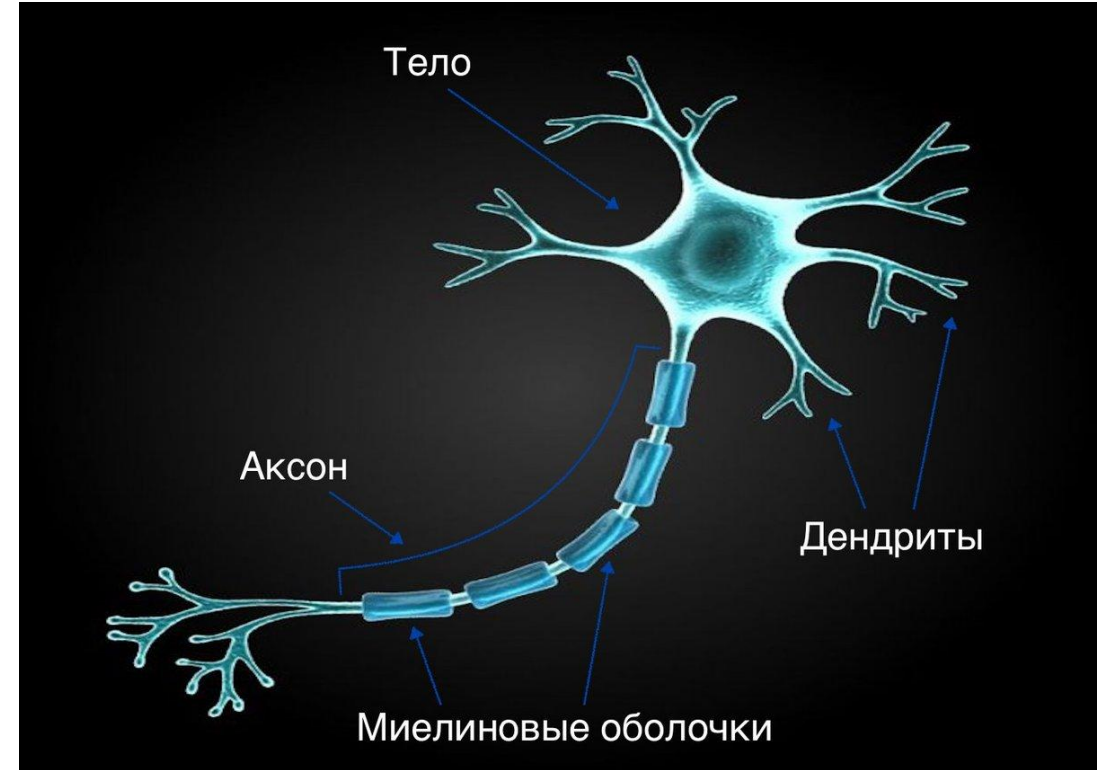


Отростки нейрона

- Аксон передает нервные импульсы на другие нейроны или клетки рабочих органов • Единственный, есть обязательно, не ветвится, может давать коллатерали, заканчивается терминалями (нервными окончаниями) на других нейронах или клетках рабочих органов • Может иметь длину от 1 мм до 1.5 м в зависимости от вида нейрона. Диаметр варьирует от 1 до 20 мкм, аксоны с большим диаметром передают импульсы быстрее. • Почти на всем протяжении имеет глиальную оболочку Аксон (нейрит) • Отходит от участка тела нейрона - аксонного холмика (в нем генерируются нервные импульсы), свободен от гранулярного ЭПР, содержит много филаментов и микротрубочек, а также аппарат Гольджи, митохондрии, мембранные пузырьки. • Белки и органеллы движутся вдоль аксона двумя потоками с различной скоростью: • Антероградный аксонный транспорт - медленный ток аксоплазмы, 1-5 мм/сут • - быстрый ток аксоплазмы, 100-500 мм/сут • Ретроградный аксонный транспорт , 100-200 мм/сут

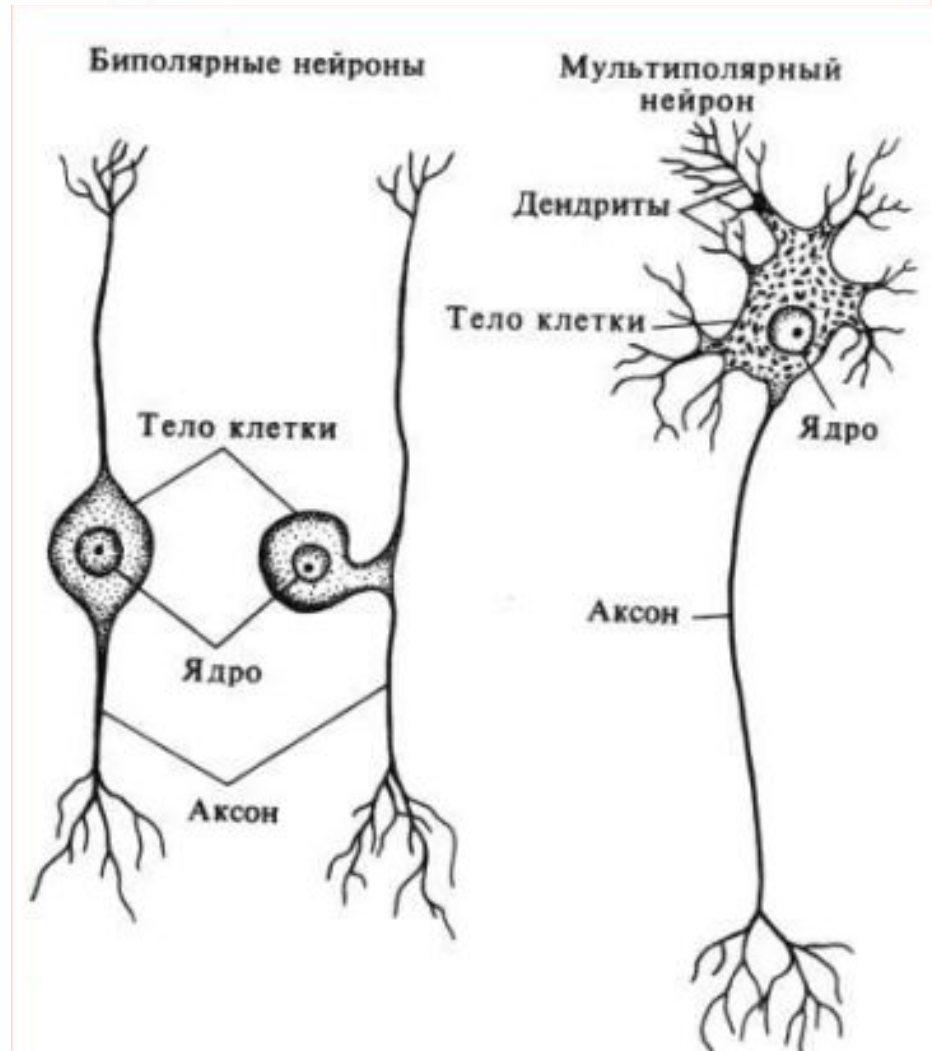


- Дендриты - отростки нейрона, которые проводят импульсы к телу нейрона, полученные от других нейронов •
- Количество дендритов различно у разных нейронов, их может и не быть •
- Обычно они короче аксонов и могут быть разнонаправленны •
- Дендриты дихотомически ветвятся, при этом их ветви расходятся под острыми углами, так что имеется несколько порядков ветвления, концевые веточки очень тонкие •
- Крупные дендриты отличаются от аксона тем, что содержат рибосомы и цистерны гранулярного ЭПР, а также много нейротрубочек, нейрофиламентов и митохондрии. •
- Некоторые белки транспортируются по направлению к окончаниям дендритов (от тела клетки) со скоростью около 3 мм/ч – дендритный транспорт •
- Имеют на поверхности дендритные шипики, в области котор



Классификация нейронов

- Морфологическая (по количеству отростков)
- Униполярные – только аксон (фоторецепторы);
- Биполярные – аксон и один дендрит (большинство чувствительных нейронов);
- Псевдоуниполярные – разновидность биполярных, когда и дендрит и аксон отходят от тела клетки в одном месте (чувствительные нейроны);
- Мультиполярные – аксон и много дендритов (большинство двигательных и вставочных нейронов).



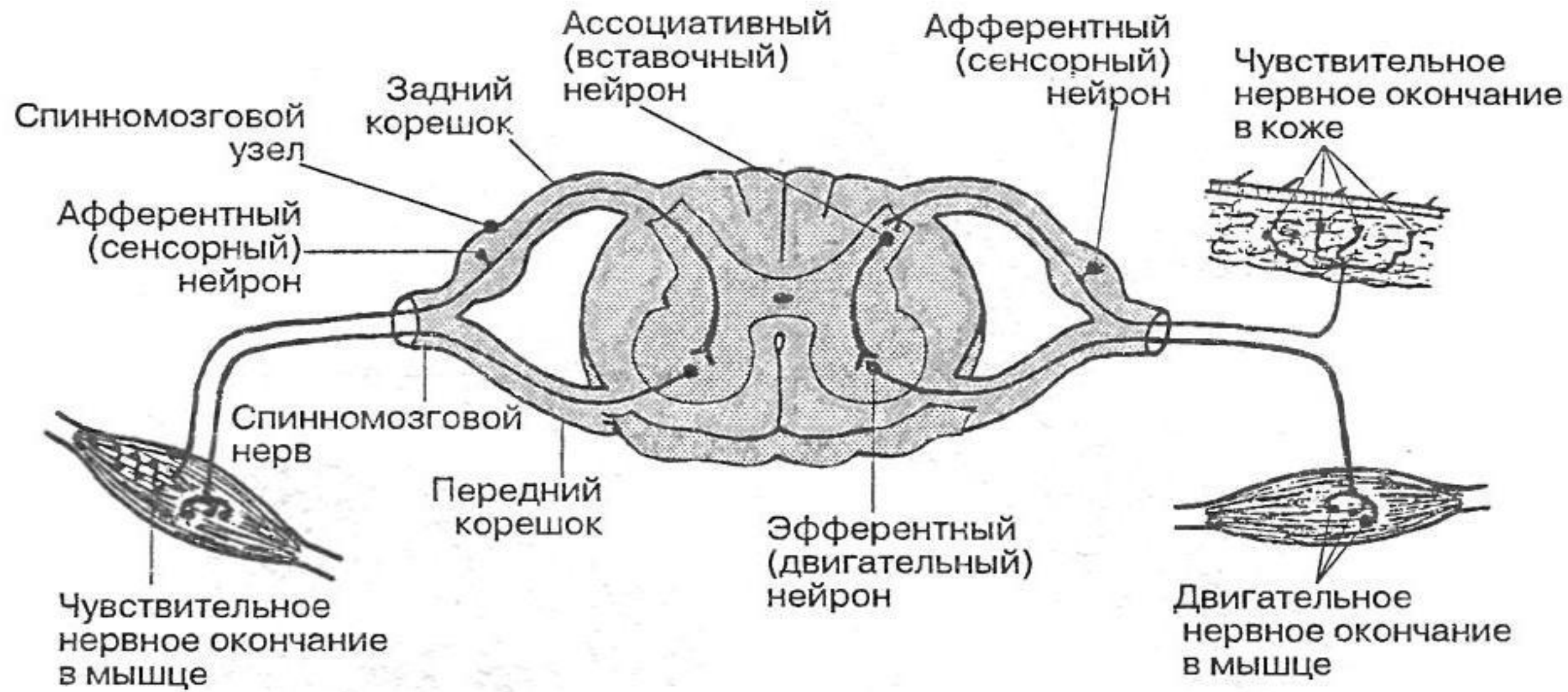
Функциональная

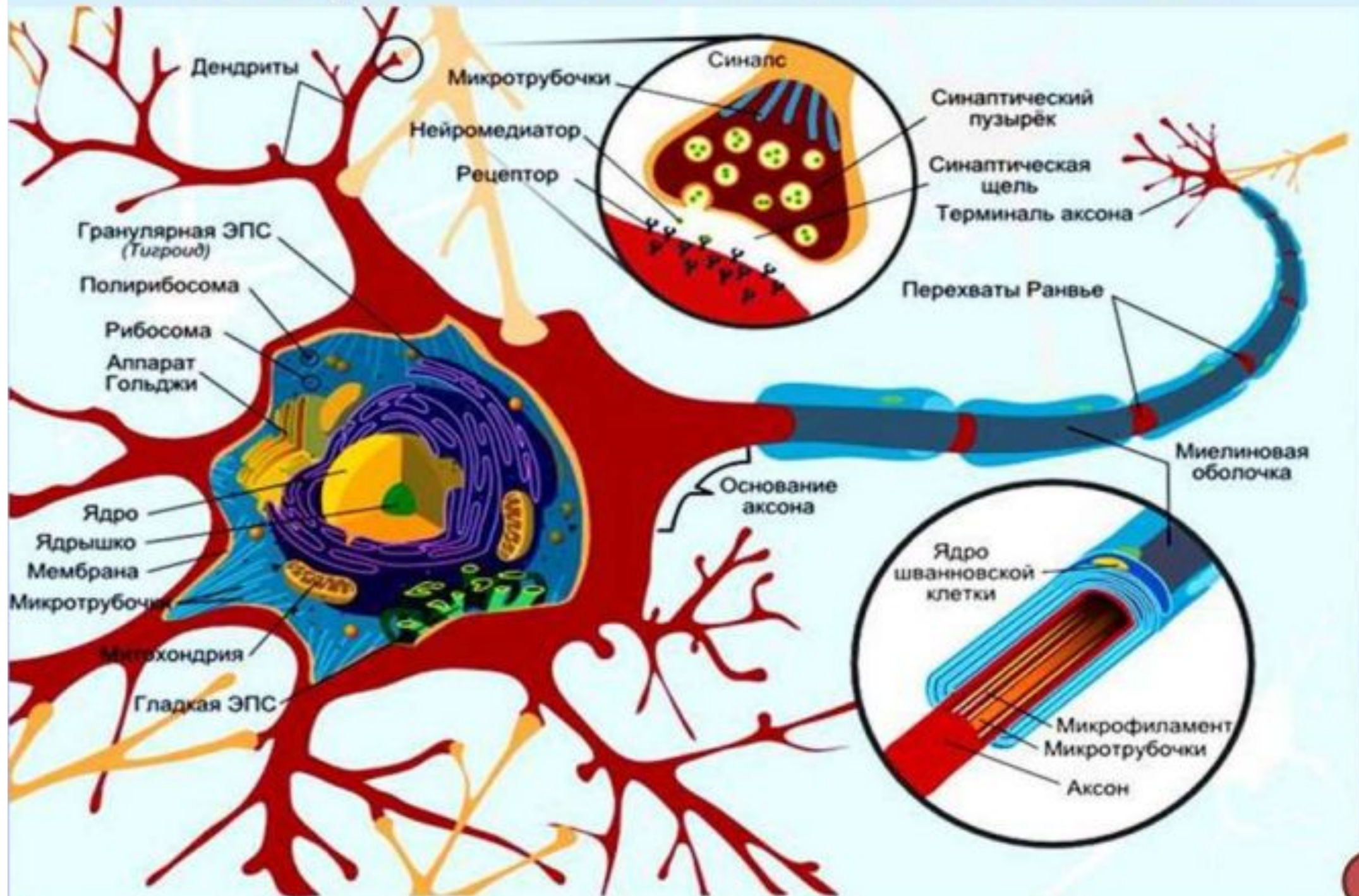
- **Чувствительные** (рецепторные, сенсорные, афферентные, аффлекторные) – на дендрите располагается рецептор, воспринимают раздражение и преобразуют его в нервный импульс;
- **Двигательные** (моторные, рабочие, эффекторные, эфферентные) – аксон контактирует с рабочим органом через эффектор, передают импульс на рабочий орган;
- **Вставочные** (ассоциативные) – передают импульс с нейрона на нейрон. В одной рефлекторной дуге может быть до нескольких тысяч вставочных нейронов.

Классификации нейронов

- Функциональная:
1. Афферентные (чувствительные)
 2. Ассоциативные (вставочные)
 3. Эфферентные (двигательные)
 4. Нейроэндокринные (секреторные)

- Биохимическая:
- | | |
|------------------------|-------------------------|
| 1. Холинергические | медиатор - ацетилхолин |
| 2. Адренергические | медиатор - норадреналин |
| 3. Серотонинергические | медиатор - серотонин |
| 4. Дофаминергические | медиатор - дофамин |
| 5. Пептидергические | медиатор - пептиды |





*Возможно лишь одно направление
проведения нервного импульса по нейрону:
дендрит □ тело □ аксон*

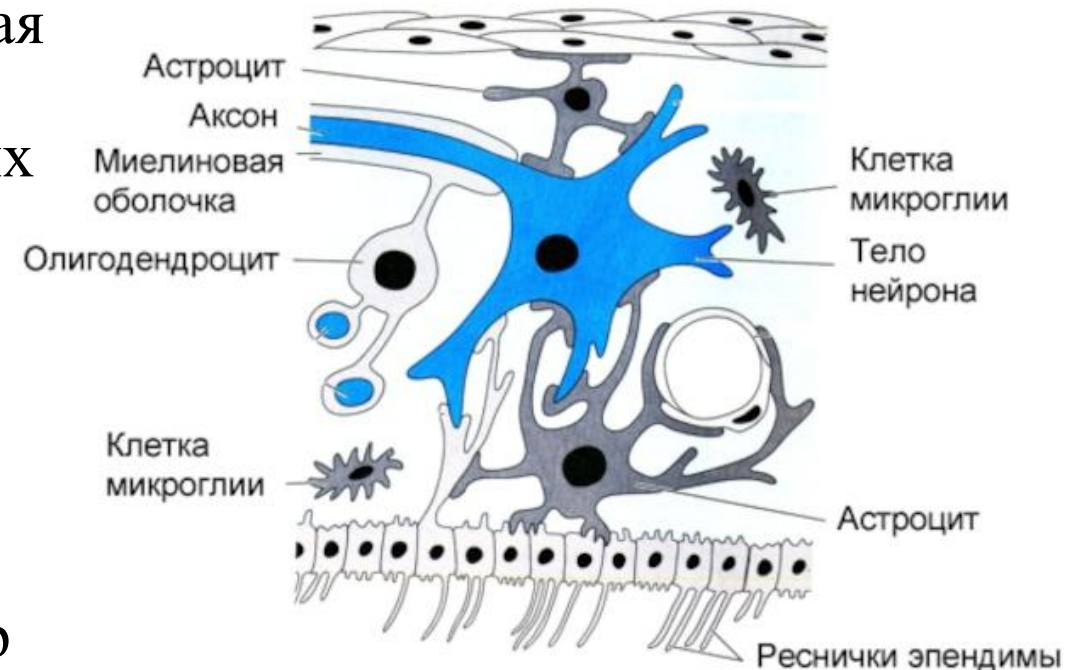
Глиоциты (нейроглия)

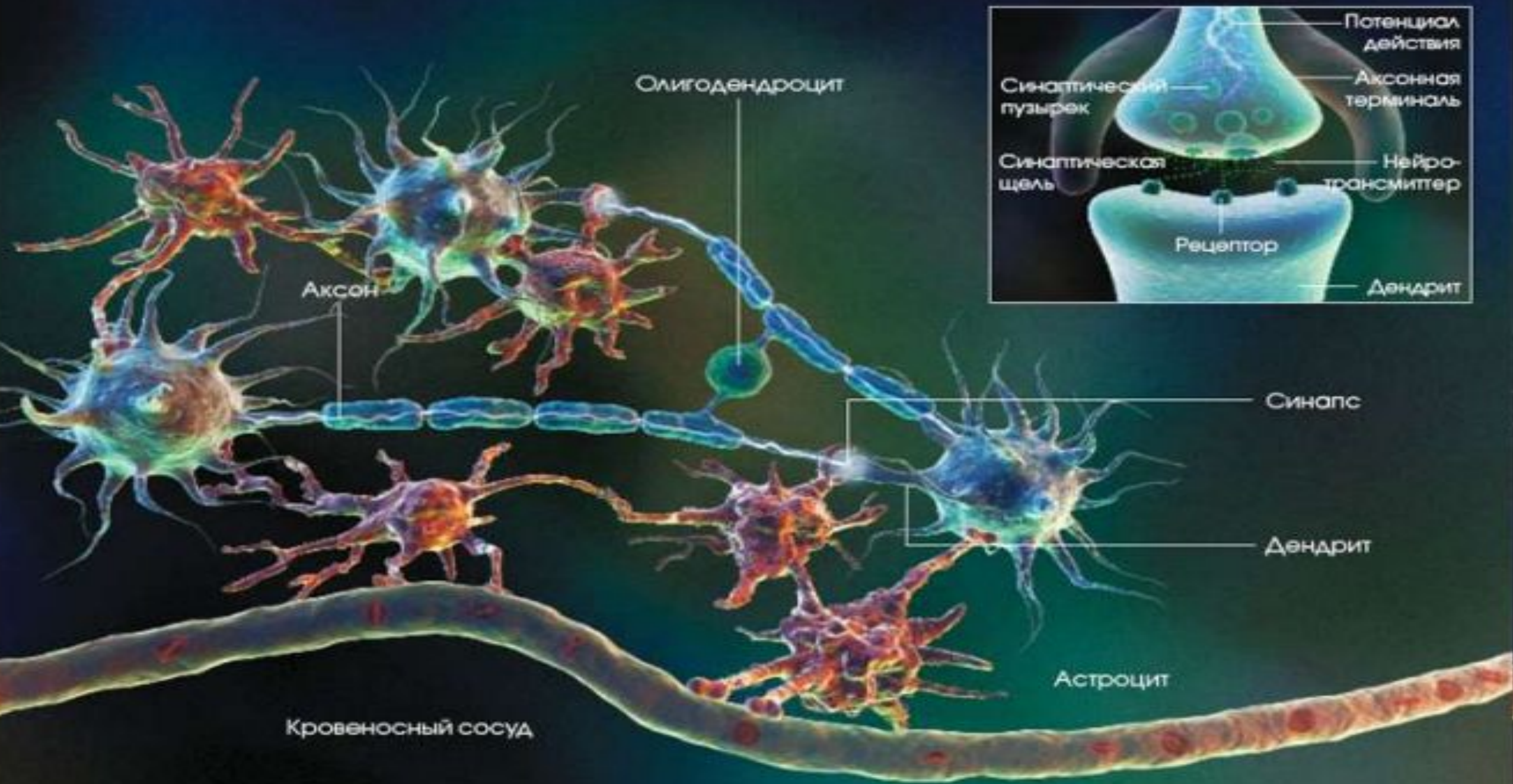
Не проводят нервный импульс

Функции глиоцитов:

- опорная
- поддержание тел и отростков нейронов, обеспечивая их надлежащее взаиморасположение
- изоляционная – изолируют тела и отростки нервных клеток друг от друга
- трофическая – контактируют отростками со стенками капилляров и передают питательные вещества нервной клетке
- поддержание гомеостаза нервной ткани
- защитная – образуют оболочки поверх отростков,
- секреторная – часть глиоцитов секретируют ликвор

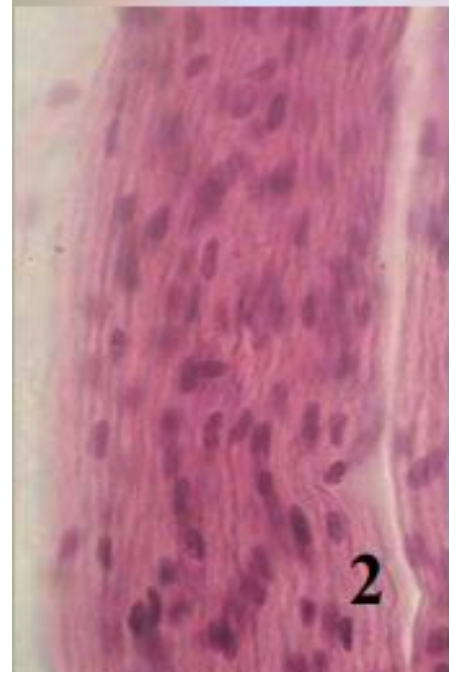
Клетки нейроглии





Нервные волокна

- В основе нервного волокна лежит отросток нервной клетки (чаще аксон) – осевой цилиндр.
- Каждое периферическое нервное волокно (отросток) одето тонким слоем глиальных клеток – невролеммой или шванновской оболочкой.
- В одних случаях между нервным волокном и цитоплазмой шванновских клеток имеется значительный слой миелина; такие волокна называют миелинизированными или мякотными (1).
- Волокна иного типа (обычно более мелкие) лишены миелина и называются немиелинизированными или безмякотными (2).
- В крупном нервном стволе (нерве) содержатся как миелинизированные, так и немиелинизированные волокна.

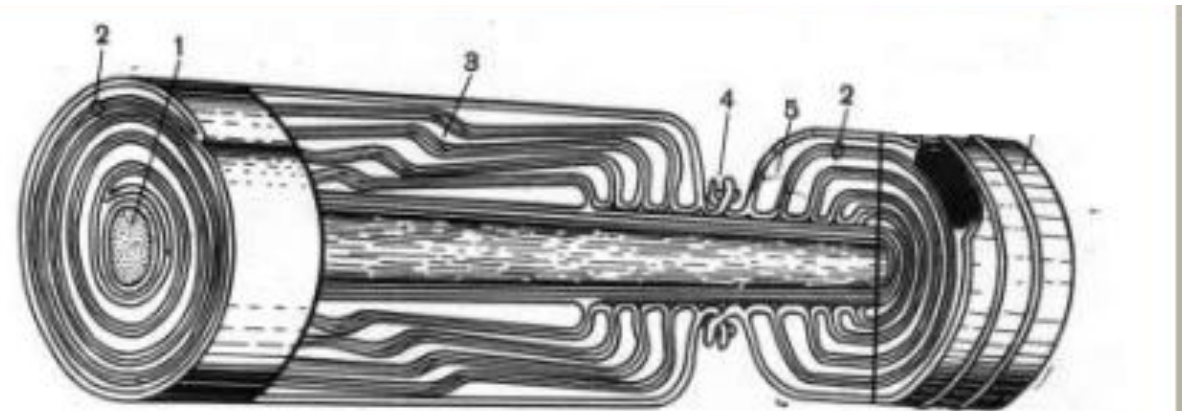


Немиелинизированное волокно

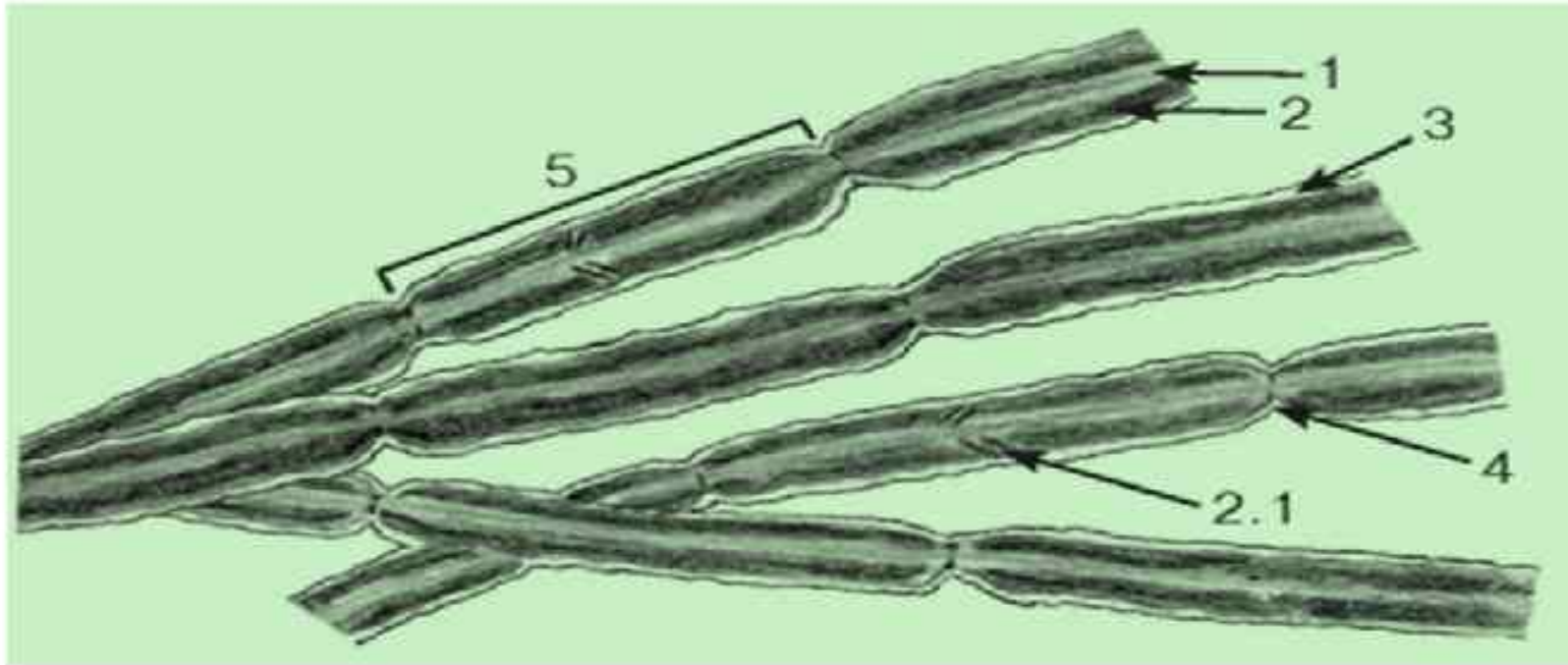
- Не имеют миелиновой оболочки.
- Образуются путем погружения осевого цилиндра (аксона - А) в цитоплазму леммоцитов - Л (олигодендроглиоцитов), располагающихся в виде тяжей.
- В цитоплазме одного леммоцита могут находиться от 5 до 20 осевых цилиндров.
- Окружает аксон дупликатура – мезаксон
- Некоторые афферентные и вегетативные нервные волокна – волокна кабельного типа.
- Изоляция не очень совершенная.
- Скорость проведения импульса 1м/сек.

Миелинизированное волокно

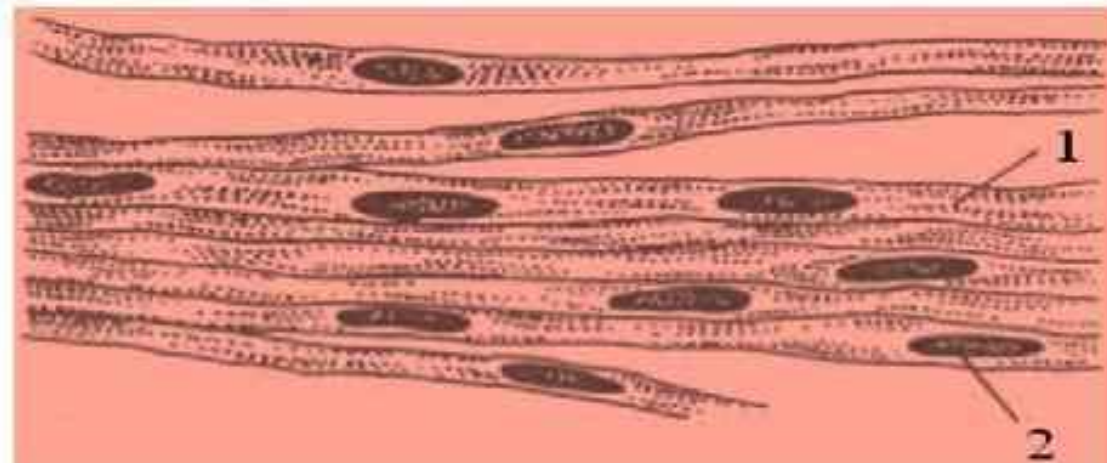
- Белые, имеют жироподобную миелиновую оболочку (М);
- Миелин – липопротеидный комплекс (холестерин, фосфолипиды, гликолипиды, белки), окружает один осевой цилиндр (А);
- Изоляция более совершенная;
- Характерны для центральной нервной системы и соматического отдела периферической нервной системы;
- Скорость проведения импульса от 70 до 120 м/сек.
- Миелин (2) покрывает нервное волокно (1) не сплошь, а прерывается через регулярные промежутки так называемыми перехватами Ранвье (4). В перехватах миелин отсутствует, так что отростки шванновских клеток (5) приближаются к аксолемме, не покрывая ее полностью. Расстояние между последовательными перехватами Ранвье варьирует от 0,3 до 1,5 мм. Нервные волокна разветвляются именно в перехватах Ранвье. Перехваты Ранвье участвуют в передаче нервных импульсов. В миелиновой оболочке имеются места расхождения слоев миелина – миелиновые насечки (3)



МИЕЛИНОВЫЕ НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА



БЕЗМИЕЛИНОВЫЕ НЕРВНЫЕ ВОЛОКНА



Различия между миелиновыми и безмиелиновыми волокнами

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

Нервные окончания

Концевые аппараты нервных волокон - нервные окончания - различны по их функциональному значению.

Различают три вида нервных окончаний:

1. Эффлекторные
2. рецепторные
3. межнейронные контакты (синапсы).

Эффлекторные нервные окончания - к их числу относят двигательные нервные окончания поперечнополосатых и гладких мышц и секреторные окончания железистых органов.

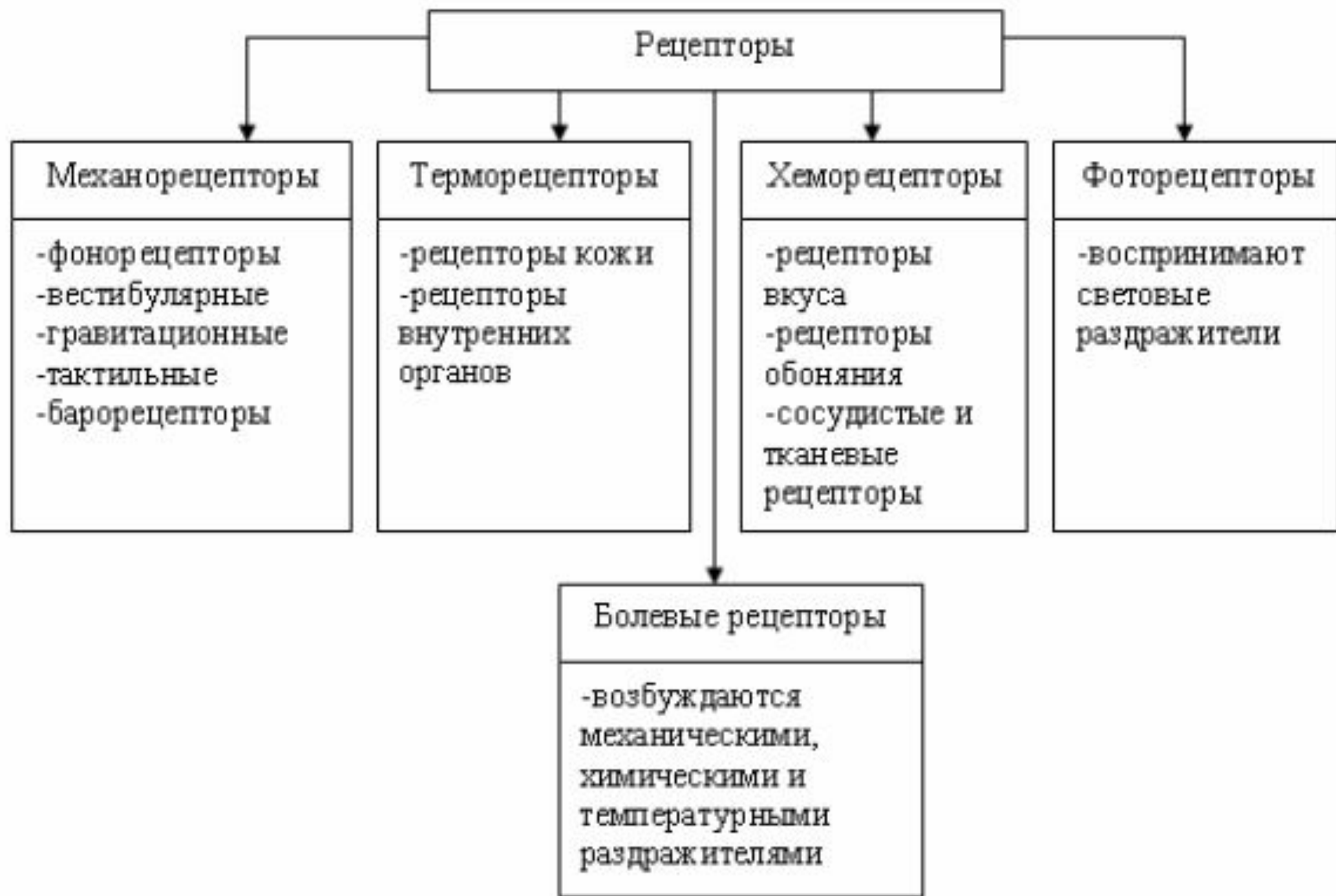
Рецепторные (чувствительные) нервные окончания - специализированные концевые образования дендритов чувствительных нейронов. В соответствии с их локализацией и специфичностью участия в нервной регуляции жизнедеятельности организма различают две большие группы рецепторов: экстерорецепторы и инттерорецепторы.

В зависимости от характера воспринимаемого раздражения чувствительные окончания делятся на механорецепторы, хеморецепторы, терморецепторы и др.

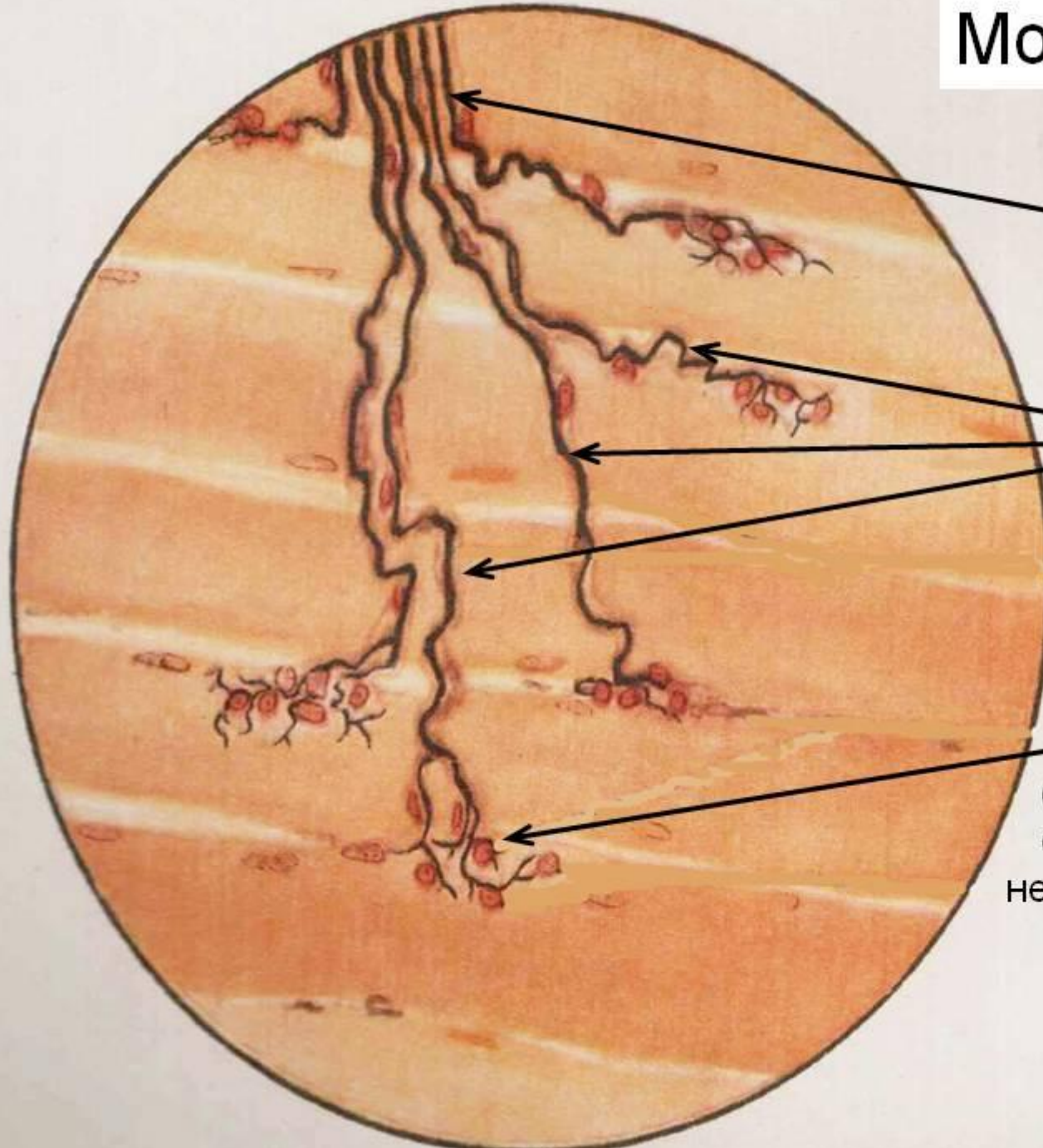
Межнейронные контакты (синапсы) - специализированный контакт двух нейронов, обеспечивающий одностороннее проведение нервного возбуждения.

Эффекторное (двигательное) нервное окончание (моторная бляшка)

- **Моторные бляшки** - комплекс взаимосвязанных структур нервной и мышечной тканей.
- Состоит из нервного полюса - терминальной части аксона нейрона и мышечного полюса, специализированного участка мышечного волокна - подошвы моторной бляшки.
- Моторное нервное волокно вблизи мышечного волокна утрачивает сопровождающую осевой цилиндр миелиновую оболочку. Осевой цилиндр, распадаясь на несколько терминальных веточек, погружается в мышечное волокно, прогибая его сарколемму. Сарколемма в области нервного окончания образует многочисленные субмикроскопические складки, формирующие вторичные синаптические щели моторного окончания. Мышечное волокно в области подошвы моторной бляшки не имеет миофибрилл и поперечной исчерченности.



Моторная бляшка

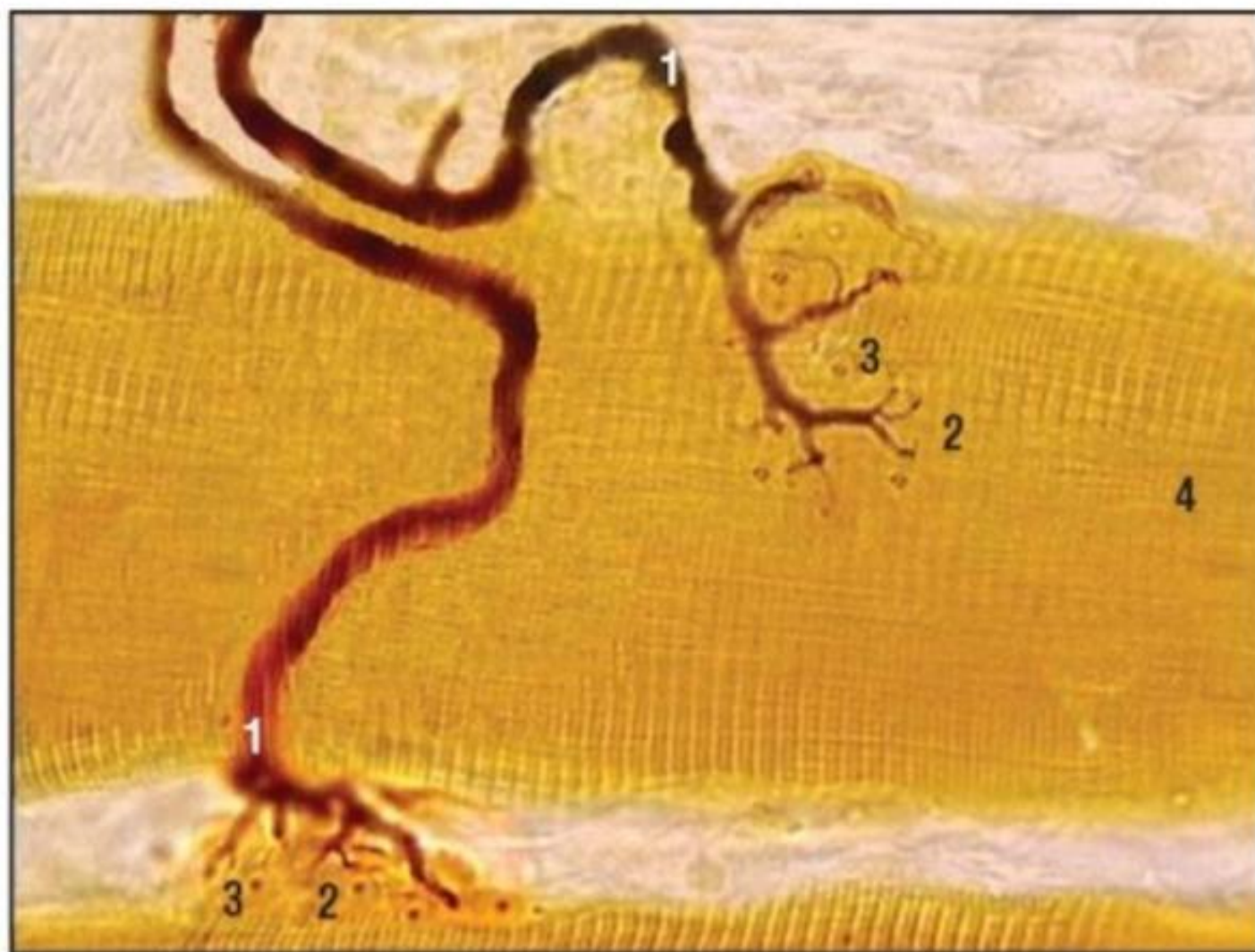


Нерв

Аксоны

Моторная бляшка
(синаптический комплекс
состоящий из нескольких
нервно-мышечных синапсов)

Моторная бляшка. Двигательное окончание на поперечнополосатом скелетном мышечном волокне (импрегнация серебром, иммерсия): 1 - нервное волокно; 2 - терминали нервного волокна (концевые веточки аксона а-мотонейрона передних рогов спинного мозга); 3 - ядра леммоцитов; 4 - мышечное волокно



Рецепторные (чувствительные) нервные окончания

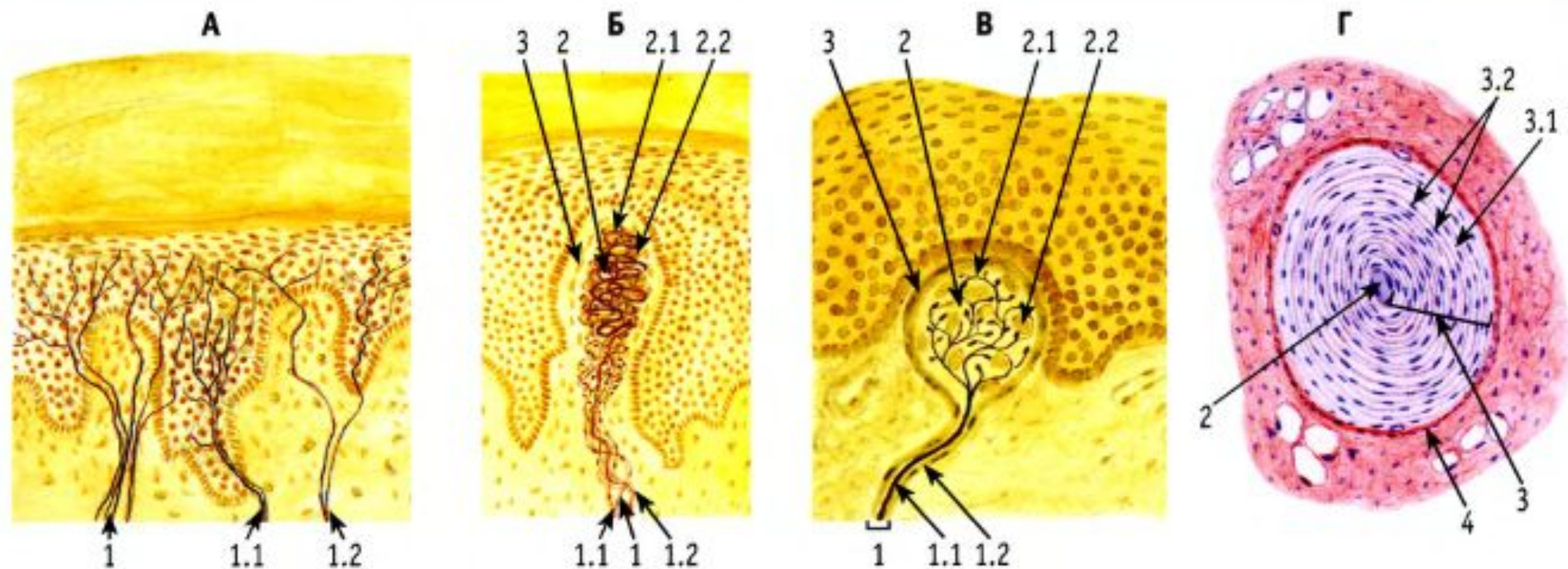
- Подразделяются на:
- свободные нервные окончания (из терминальных ветвей дендрита чувствительной клетки)
- несвободные (содержащие в своем составе клетки глии).

Несвободные окончания, покрытые соединительнотканной капсулой, называются **инкапсулированными**. Пример свободных нервных окончаний - терминальные ветвления дендритов чувствительных клеток в эпидермисе кожи, где чувствительные нервные волокна, проникая в эпителиальную ткань, распадаются на тонкие терминальные веточки, теряя при этом миелиновую оболочку.

Весьма разнообразны чувствительные окончания в соединительной ткани животных, которые представлены двумя группами:

1. неинкапсулированных
2. инкапсулированных нервных аппаратов.

Первые содержат ветвящийся осевой цилиндр волокна, сопровождающийся глией. Вторые характеризуются наличием соединительнотканной капсулы и специфичностью морфологии и функций их глиальных элементов. К группе таких чувствительных окончаний относят пластинчатые тельца (тельца Фатера – Пачини), осязательные тельца (тельца Мейснера).



↑ **Рис. 110. Чувствительные нервные окончания (рецепторы) в эпителии и соединительной ткани**

Окраска: А–В – азотнокислое серебро; Г – гематоксилин – эозин

А – свободные нервные окончания в эпителии, Б, В, Г – инкапсулированные чувствительные нервные окончания: Б – осязательное тельце (Мейснера), В – колба Краузе, Г – пластинчатое тельце (Фатер-Пачини)

1 – нервное волокно: 1.1 – дендрит, 1.2 – миелиновая оболочка; 2 – внутренняя колба (луковица): 2.1 – терминальные ветвления дендрита, 2.2 – леммоциты (шванновские клетки); 3 – наружная колба: 3.1 – concentric plates, 3.2 – фиброциты; 4 – соединительнотканная капсула



4.1

Рецепторы кожи

Давление



Прикосновение



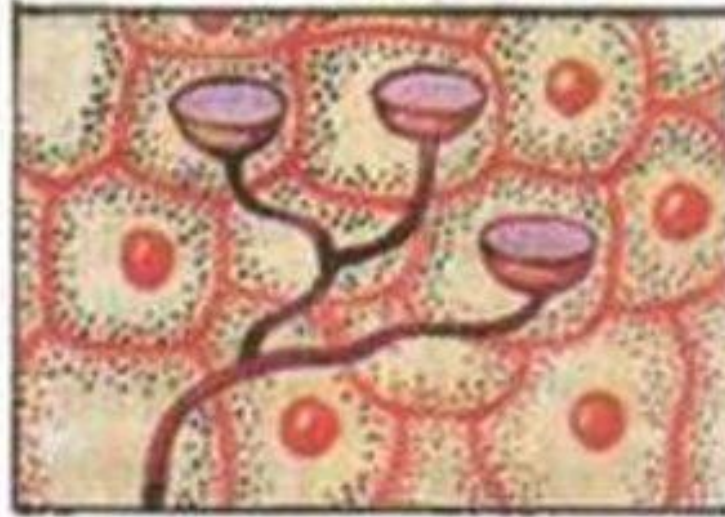
Тепло



Холод

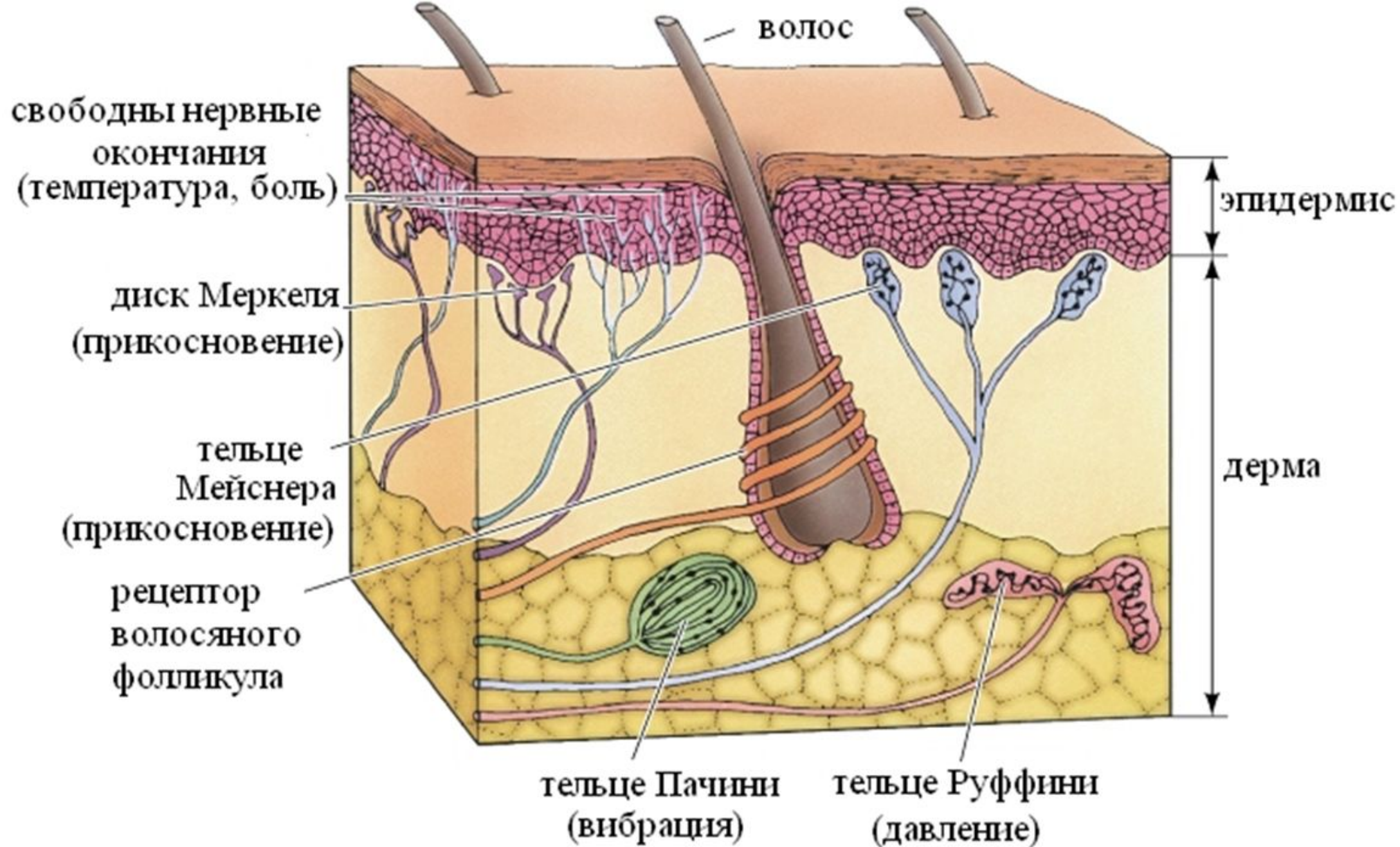


Боль



Боль

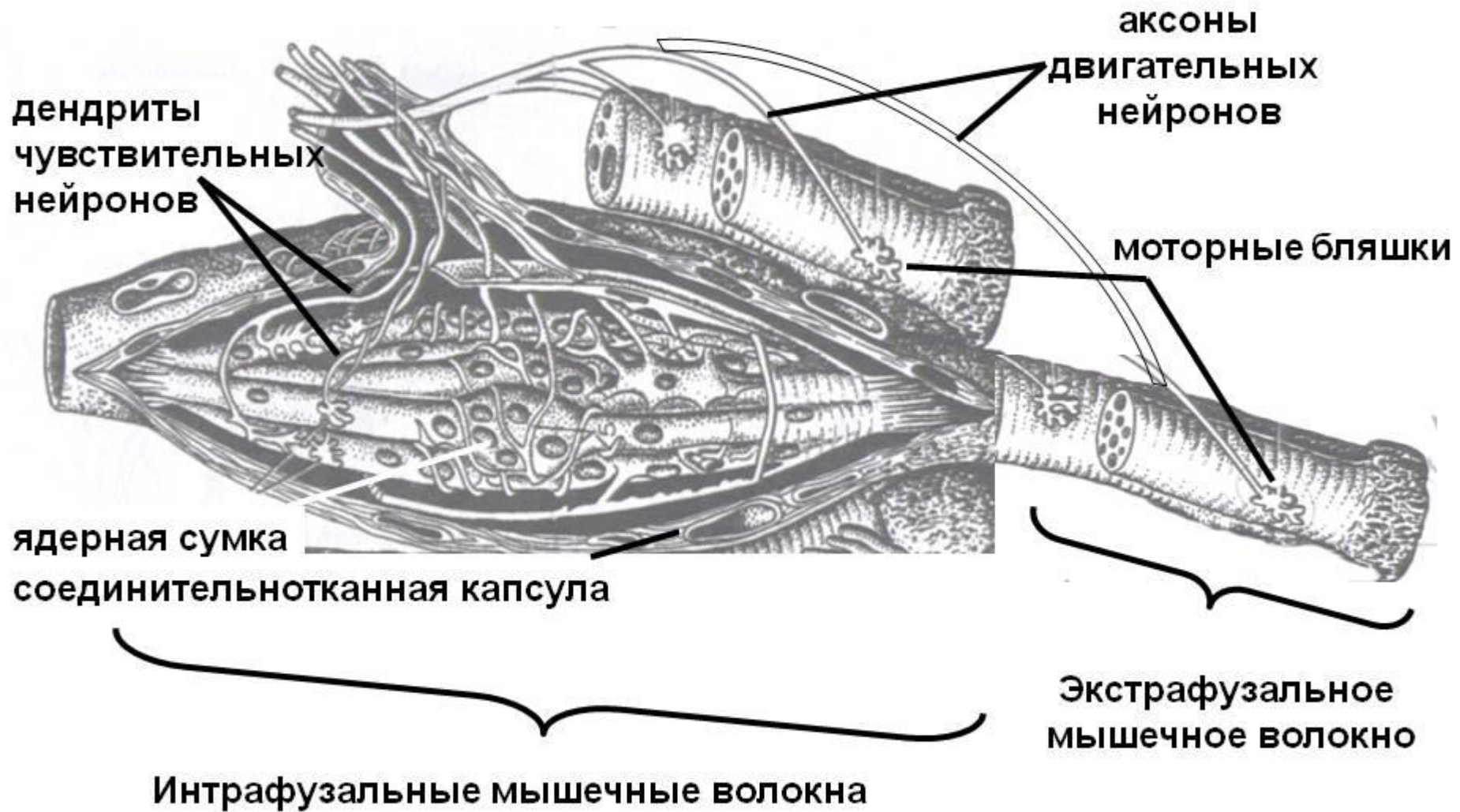




Несвободное инкапсулированное нервное окончание скелетной мускулатуры (нервно-мышечное веретено)

- Регистрирует растяжение волокон поперечно-полосатых мышц.
- Представляют собой сложные инкапсулированные нервные окончания, обладающие как чувствительной, так и двигательной иннервацией.
- Число веретен в мышце зависит от ее функции и тем выше, чем более точными движениями она обладает.
- Располагается вдоль мышечных волокон.
- Представлено экстрафузальными и интрафузальными мышечными волокнами.
- Экстрафузальные волокна составляют основную массу мышцы и являются ее «сократительными рабочими элементами».
- Интрафузальные волокна являются атипичными мышечными клетками: они меньше и короче обычного мышечного волокна, имеют поперечную исчерченность только по периферии, заключены в растяжимую соединительнотканную капсулу. Вместе с капсулой и нервными окончаниями интрафузальные мышечные волокна представляют собой мышечный рецептор – нервно- мышечное веретено.

Нервно-мышечное веретено



Несвободное инкапсулированное нервное окончание скелетной мускулатуры (нервно-мышечное веретено)

Веретено покрыто тонкой соединительнотканной капсулой (продолжение периневрия) с интрафузальными мышечными волокнами внутри двух видов:

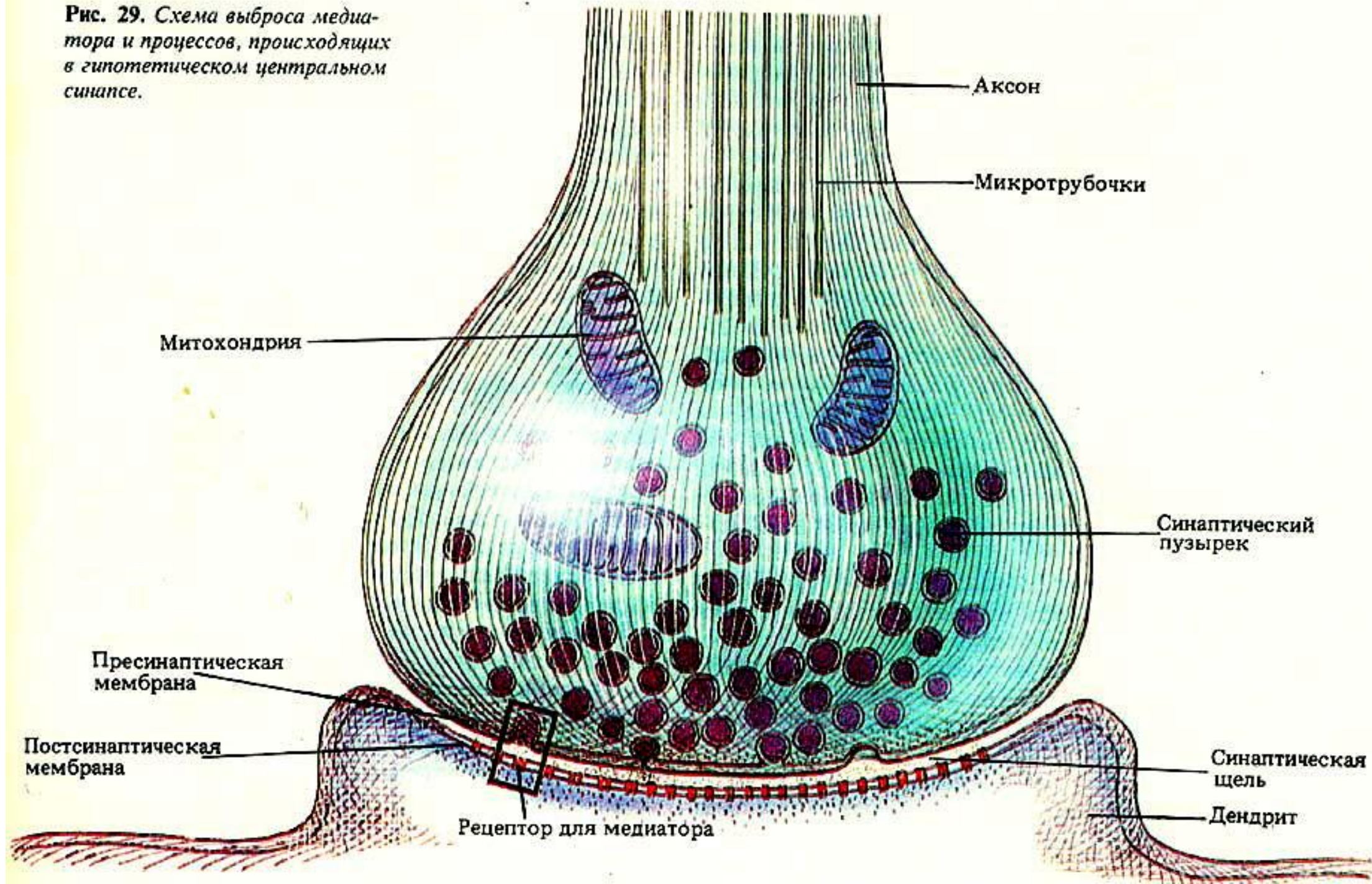
1. волокна с ядерной сумкой — в расширенной центральной части которых содержатся скопления ядер (1-4 волокон/веретено);
2. волокна с ядерной цепочкой — более тонкие с расположением ядер в виде цепочки в центральной части (до 10 волокон/веретено).

Чувствительные нервные волокна образуют кольцеспиральные окончания на центральной части интрафузальных волокон обоих типов и гроздьевидные окончания у краев волокон с ядерной цепочкой.

Межнейронные контакты (синапсы)

- **Межнейрональный синапс** - специализированный контакт двух нейронов, обеспечивающий одностороннее проведение нервного возбуждения.
- **Пресинаптический полюс** - концевой отдел первого нейрона, и **постсинаптический полюс** - область контакта второго нейрона с пресинаптическим полюсом первого. Встречаются синапсы с **химической** и **электрической** передачей.
- По месту контакта преганглионарного нервного волокна с вторым нейроном бывают:
- **1. аксосоматические синапсы** (аксон первого нейрона контактирует с перикарионом второго),
- **2. аксодендритические** (аксон первого нейрона взаимодействует с дендритом второго)
- **3. аксоаксональные** (аксон одного нейрона оканчивается на аксоне другого) . Предполагается, что последний не возбуждает нервного импульса на втором нейроне, а тормозит возбуждение, полученное нейроном через другие синапсы.
- Морфологически пресинаптический полюс синапса характеризуется наличием синаптических пузырьков, содержащих медиатор (ацетилхолин или норадреналин), митохондрий, одиночных цистерн, иногда нейротубул. Участие в передаче нервного импульса следующему нейрону определяется закономерным выбросом путем экзоцитоза в синаптическую щель медиатора.

Рис. 29. Схема выброса медиатора и процессов, происходящих в гипотетическом центральном синапсе.



Электрические синапсы

Химические синапсы

1. Пресинаптический полюс

- многочисленные митохондрии,
- отдельные нейрофибриллы,
- пресинаптическая мембрана

- многочисленные митохондрии,
- отдельные нейрофибриллы,
- пресинаптическая мембрана
- *синаптические пузырьки с медиатором (ацетилхолин, норадреналин, серотонин и др.) в состоянии экзоцитоза,*

2. Синаптическая щель

- пространство между полюсами (ширина 2 нм),
- коннексоны (коммуникационные каналы ионного транспорта)

- пространство между полюсами **20-30 нм,**
- **интрасинаптические заякоривающие филаменты**

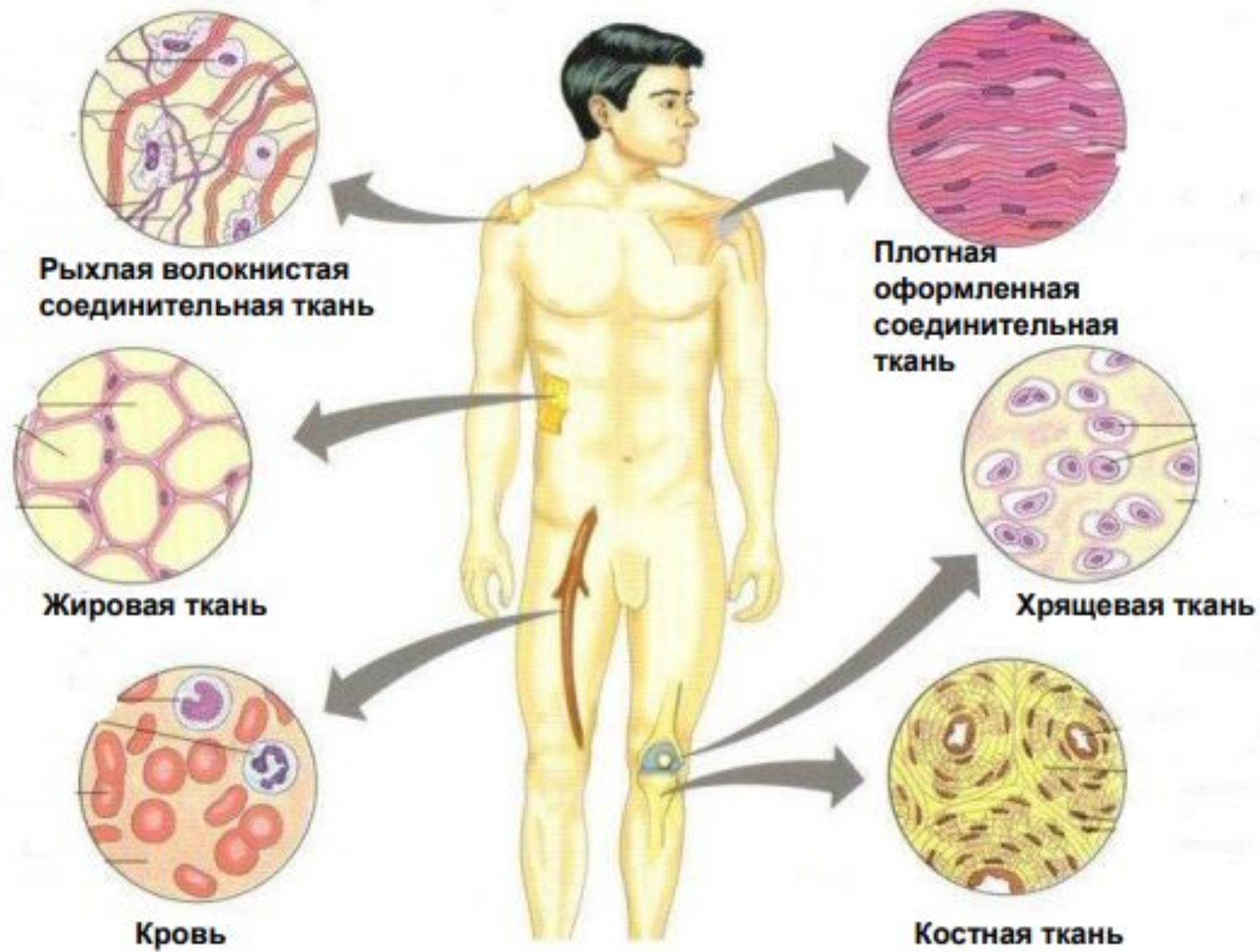
3. Постсинаптический полюс

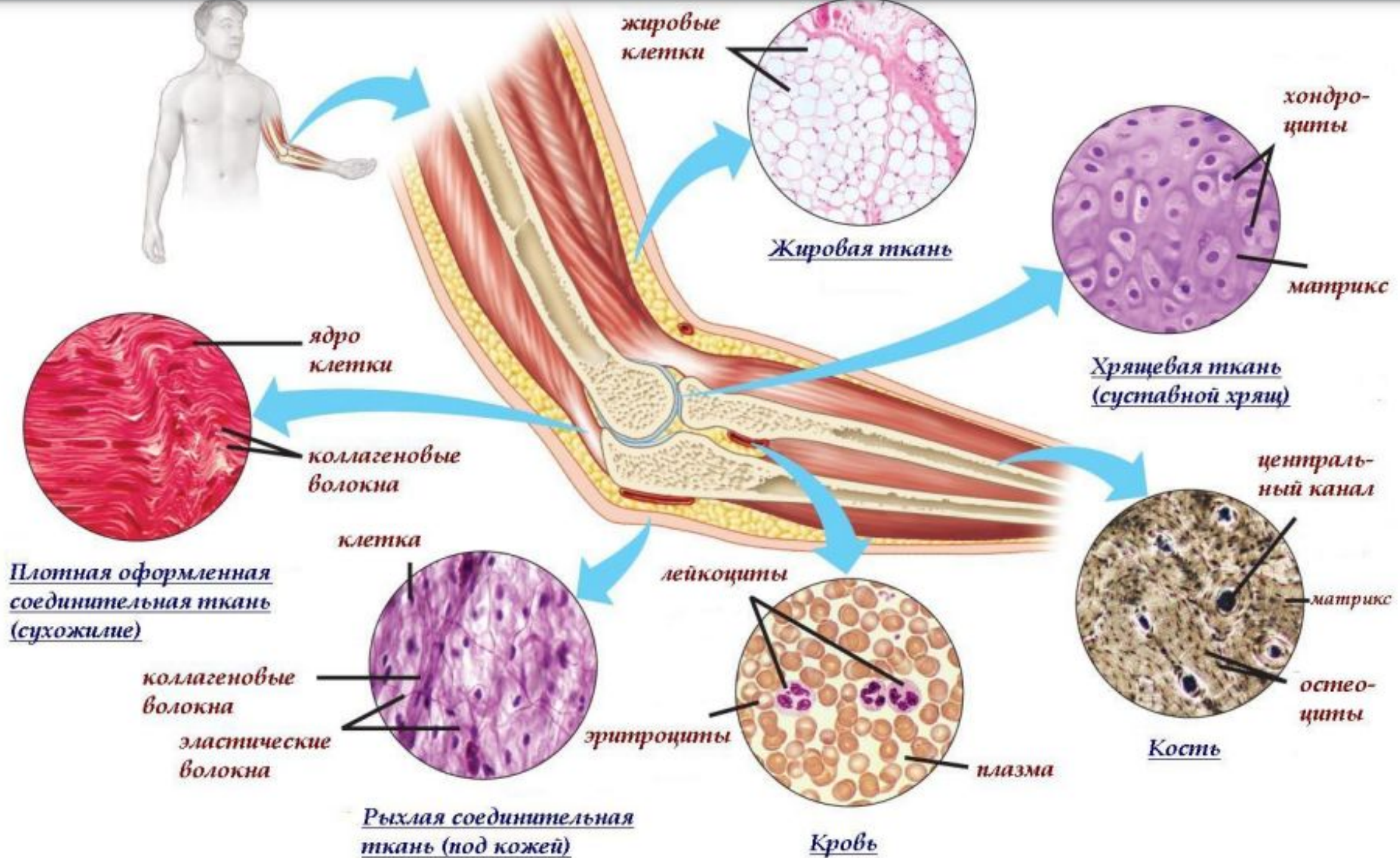
- постсинаптическая мембрана,
- митохондрии,
- отдельные нейрофибриллы

- постсинаптическая мембрана *с рецепторами к медиаторам,*
- митохондрии,
- отдельные нейрофибриллы

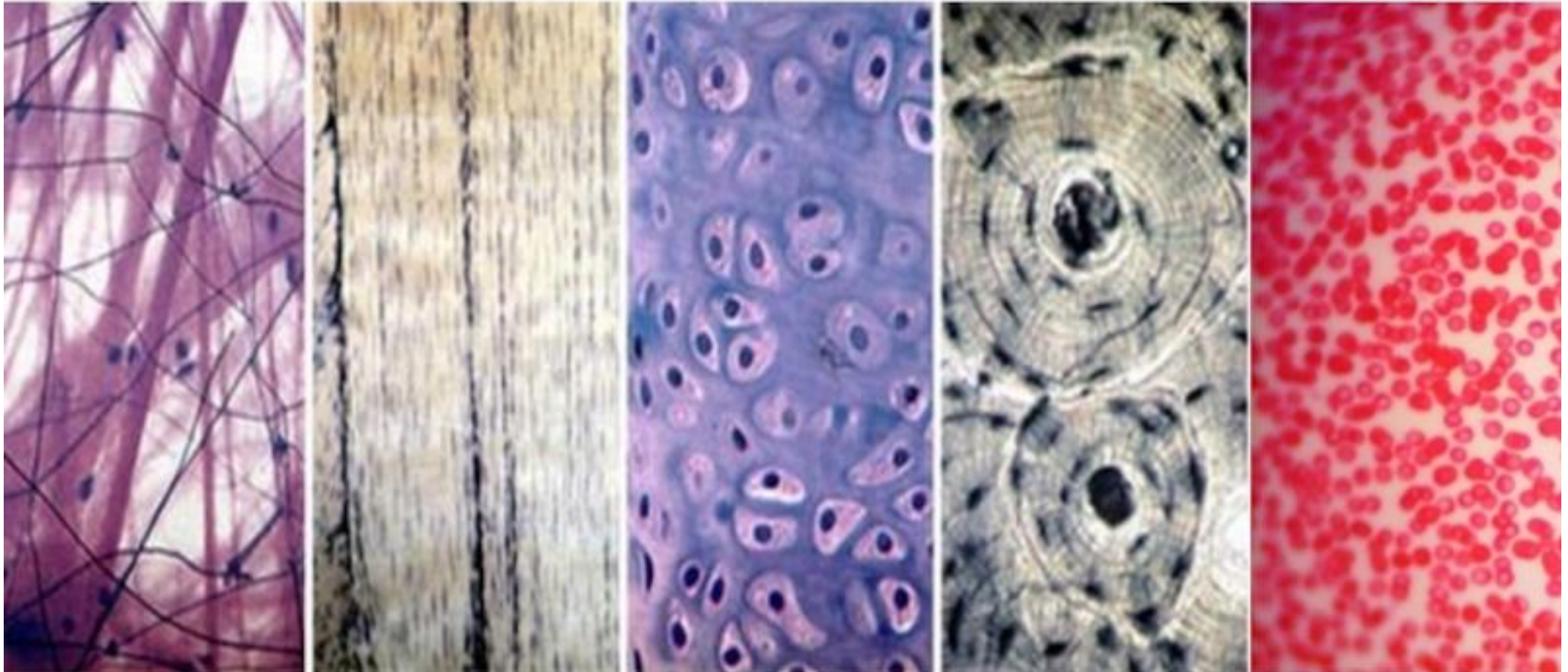
The background of the slide is a microscopic image of connective tissue, showing a dense network of fibers and scattered cells. A white rectangular box with a black border is centered on the slide, containing the title text.

Соединительная ткань





- Много межклеточного вещества, мало клеток
- Многообразие клеточных форм
- Имеются кровеносные сосуды (исключение хрящевая ткань)
- Общий источник происхождения - мезенхима



Функции соединительной ткани

- Опорная (соединяет клетки и ткани, создает каркас организма)
- Защитная (механическая, участие в иммунных и воспалительных реакциях)
- Трофическая (питание тканей и элиминация метаболитов)
- Депонирующая (депонирует липиды, соли, воду, биологически активные вещества и др.)
- Репаративная (восстановление повреждений соединительным тканым рубцом).

Виды соединительной ткани	Клеточный состав (собственные и пришлые)	Характеристика межклеточного вещества	Локализация соединительной ткани
Эмбриональный зачаток соединительной ткани (мезенхима)	Мезенхимные клетки образуют трехмерную сеть. Имеется небольшое количество мезенхимных фибробластов	Основное вещество аморфное, желатинообразной консистенции, большое количество тонких коллагеновых и немного эластических волокон. Волокна очень тонкие, образуют широкопетлистую сеть, связанную с клетками	У эмбриона в межорганных промежутках
Эмбриональная соединительная ткань (слизистая)	Мукоциты образуют трехмерную сеть	Основное вещество аморфное, имеются тонкие коллагеновые волокна	Пупочный канатик

Собственно соединительные ткани			
Рыхлая волокнистая	Фибробласт, фиброцит, ретикулоцит, макрофагоцит, тканевый базофил, плазм-цит, адипоцит, пигментная клетка, гранулоцит, лимфоцит, моноцит	Аморфное вещество содержит гликозаминогликаны, протео-гликаны; волокна (коллагеновые, эластические, ретикулярные)	Во всех органах
Плотная волокнистая (оформленный тип)	Фibroциты	Коллагеновые волокна расположены в одной плоскости в виде параллельных пучков. Небольшое количество эластических и ретикулярных волокон	Сухожилия, связки, фасции
Плотная волокнистая (неоформленный тип)	Фibroциты, фибробласты	Коллагеновые волокна расположены в различных направлениях. Небольшое количество эластических и ретикулярных волокон	Футляры нервов, твердая оболочка мозга, капсулы органов, трабекулы, склера, надкостница, суставные капсулы, клапаны сердца, перикард
Эластическая	Фибробласты, фиброциты	Эластические волокна. Эластические волокна образуют окончатые эластические мембраны. Между волокнами - тонкая сеть коллагеновых и ретикулярных волокон	Аорта и другие артерии эластического типа, желтые связки, эластический конус гортани

Соединительные ткани со специальными свойствами

Ретикулярная	Ретикулярные клетки	Ретикулярные волокна	Органы кроветворения и иммунной системы
Жировая белая	Однокапельные адипоциты (жировые клетки)	Ретикулярные и коллагеновые волокна, аморфное вещество	Подкожная основа
Жировая бурая	Мелкие многокапельные адипоциты	Тоже что и жировая белая ткань	У новорожденных и детей грудного возраста в забрю-шинном пространстве
Пигментная	Отростчатые пигментные клетки (меланоциты)	Рыхлая волокнистая соединительная ткань	Радужка и сосудистая оболочка глаза, кожа сосков, мошонки, вокруг заднего прохода

Твердые скелетные соединительные ткани

Хрящевая гиалиновая	Хондроциты образуют изогенные группы	Гомогенное прозрачное аморфное вещество (гель, гликозами-но- и протеогликаны, гликопротеины); коллагеновые волокна	Реберные и суставные хрящи, хрящи воздухоносных путей, носовые хрящи
Хрящевая эластическая	То же, изогенные группы встречаются реже	Эластические волокна, расположенные в разных направлениях	Ушная раковина, надгортанник, рожковидный и клиновидный хрящи, голосовые отростки черпаловидных хрящей гортани, наружный слуховой проход, слуховая труба
Хрящевая волокнистая (коллагеновая)	Хондроциты расположены в лакунах	Коллагеновые волокна, расположены в направлении сил давления и натяжения. Мало аморфного вещества	Межпозвоночные диски, лобковый симфиз, в участках прикрепления сухожилий к хрящам
Костная пластинчатая	Остеобласт Остеоцит Остеокласт (относится к системе мононуклеарных фагоцитов)	Костный матрикс состоит из небольшого количества аморфного вещества (гликозаминопро-теогликаны, гликопротеины) и коллагеновых волокон Костные пластинки образованы костными клетками и аморфным веществом, пропитанным солями кальция	Все кости скелета
Костная грубоволокнистая	Остеоциты	Грубые пучки коллагеновых (оссеиновых) волокон	В заросших швах черепа и в зоне прикрепления сухожилий к костям

Жидкие соединительные ткани

Кровь

Эритроциты, тромбоциты, лейкоциты

Плазма крови (содержит белки, соли, ферменты, а также клетки крови)

В кровеносных сосудах

Моноциты являются самыми большими белыми кровяными клетками. Кровь доставляет их тканям, и клетки прикрепляются к ним.

Бесформенные - элементы, главная функция которых - свертывание крови

Тромбоцит

Нейтрофилы - это белые кровяные тельца, которые способствуют защите иммунной системы: они поглощают бактерии.

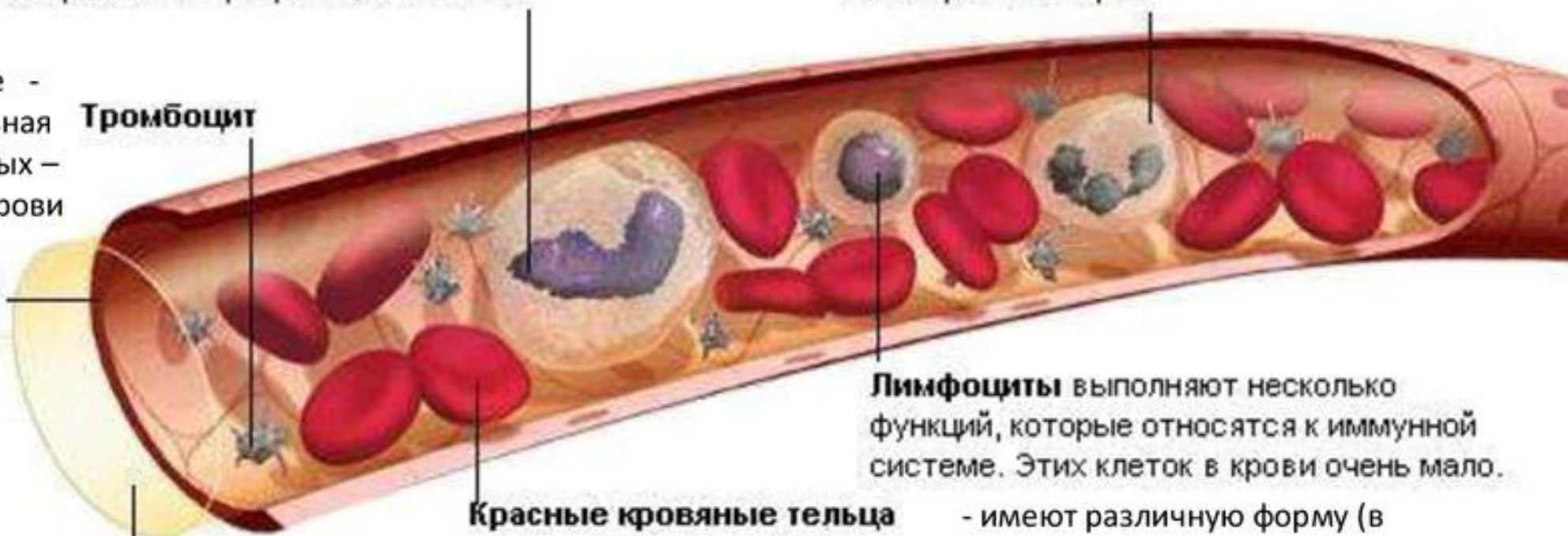
Кровеносный сосуд

Лимфоциты выполняют несколько функций, которые относятся к иммунной системе. Этих клеток в крови очень мало.

Красные кровяные тельца

- имеют различную форму (в зависимости от вида животного). Основная функция - перенос кислорода и питательных веществ к клеткам.

Плазма крови - это желтоватая жидкость, которая на 90% состоит из воды. В ней также содержатся белки, витамины и другие растворенные вещества.



Самостоятельная работа темы 1 – конспект «Краткий очерк развития анатомии»

