

МЫШЕЧНЫЕ ТКАНИ

МТ - ткани, различные по строению и происхождению, но сходные по способности к выраженным сокращениям

ОБЩИЕ СВОЙСТВА МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН

- клетки, волокна; плотно прилегают; покрыты базальной мембраной
- специальные органеллы - миофибриллы и миофиламенты;
- саркоплазматическая сеть (глЭПС) – резервуар ионов Ca^{2+} ;
- митохондрии;
- включения гликогена, липидов;
- белок миоглобин.

МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

```
graph TD; A[МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ] --> B[ГЛАДКИЕ (НЕИСЧЕРЧЕННЫЕ) МТ]; A --> C[ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТЫЕ (ИСЧЕРЧЕННЫЕ) МТ]; B --> D["- мезенхимная;  
- нейральная;  
- эпидермальная"]; C --> E["- скелетная МТ - соматическая (миотомная);  
- сердечная МТ - целомическая"]; B --- B1["- СФЕ – лейомиоцит;  
- иннервируется вегетативной НС"]; C --- C1["- СФЕ - мышечное волокно;"]
```

ГЛАДКИЕ (НЕИСЧЕРЧЕННЫЕ) МТ

- СФЕ – лейомиоцит;
- иннервируется вегетативной НС

- мезенхимная;
- нейральная;
- эпидермальная

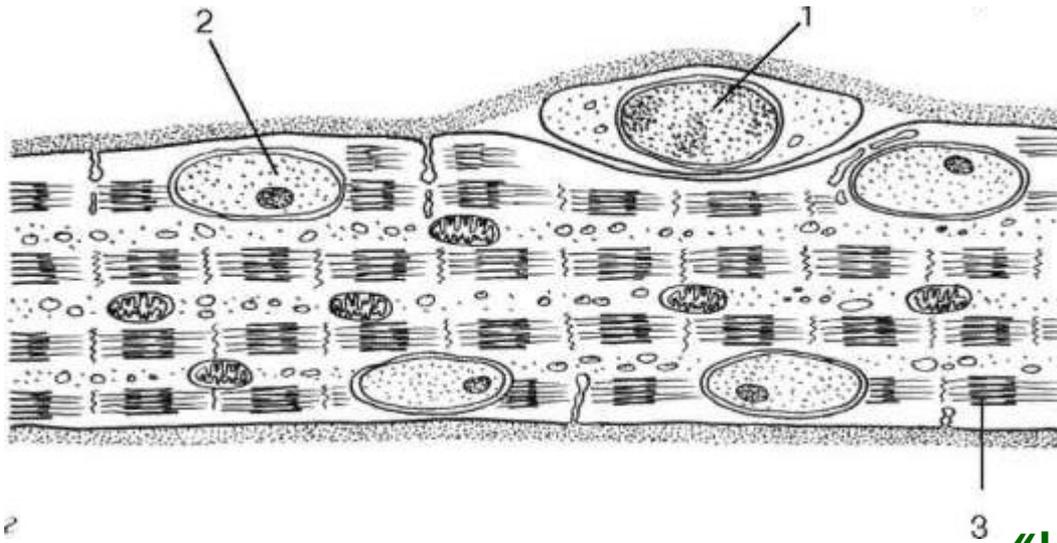
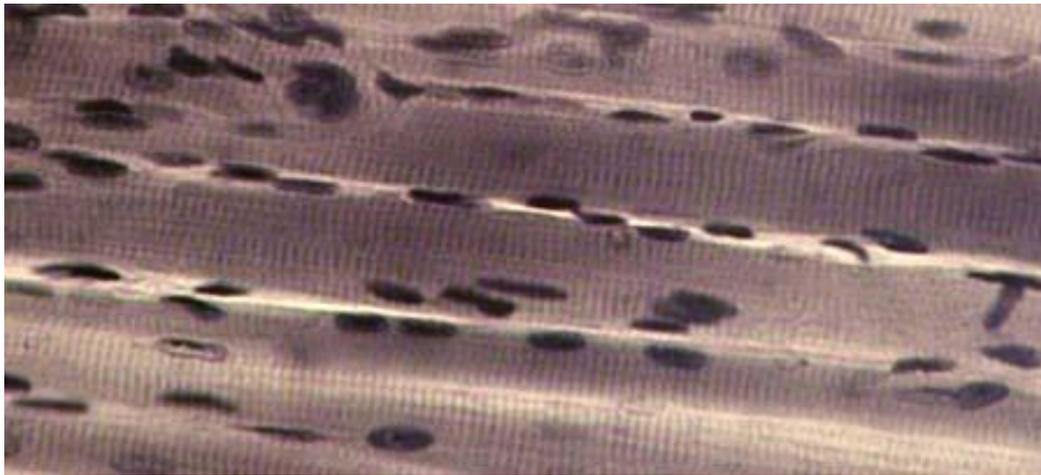
ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТЫЕ (ИСЧЕРЧЕННЫЕ) МТ

- СФЕ - мышечное волокно;

- скелетная МТ - соматическая (миотомная);
- сердечная МТ - целомическая

СКЕЛЕТНАЯ ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ

Основной элемент ткани –
мышечные волокна,
покрытые базальной
мембраной:

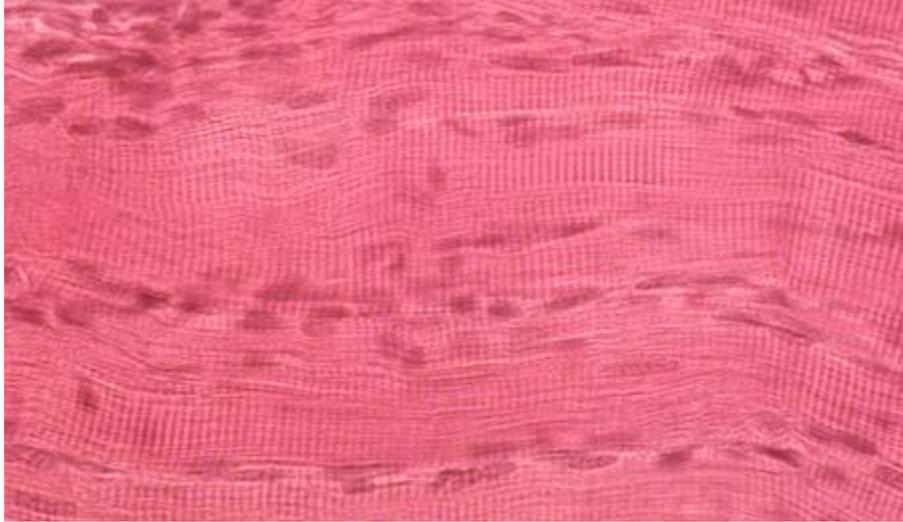


- миосимпласт (функция сокращения);
- миосателлитоциты (миосателлиты) (функция камбия).

Длина – см, толщина 50-100 мкм

«цитоплазма» - «саркоплазма»

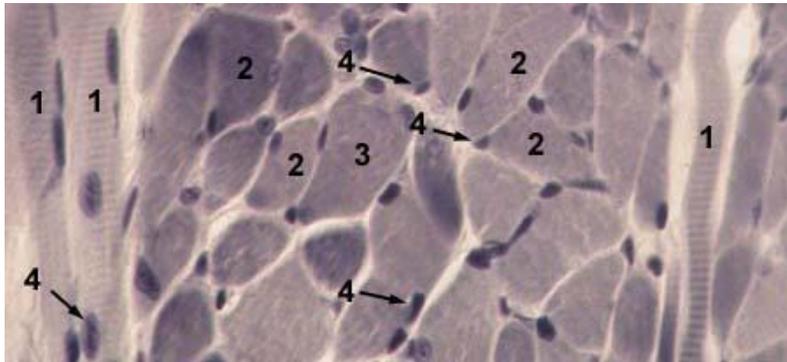
БМ + плазмолемма = сарколемма



Окраска гематоксилин-эозином

СКЕЛЕТНАЯ ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ продольный срез

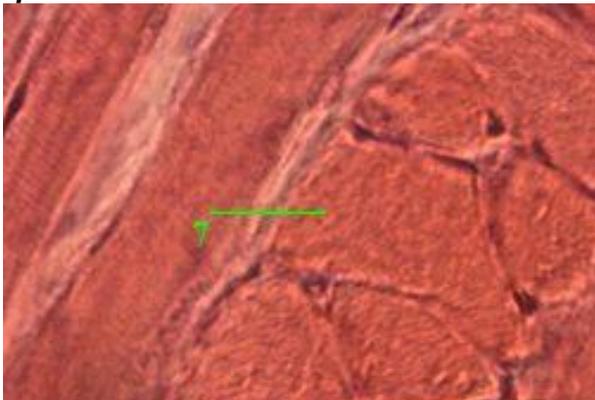
Показаны продольно-срезанные мышечные волокна;
по ходу волокон видна поперечная исчерченность;
ядра расположены в периферических отделах волокна.

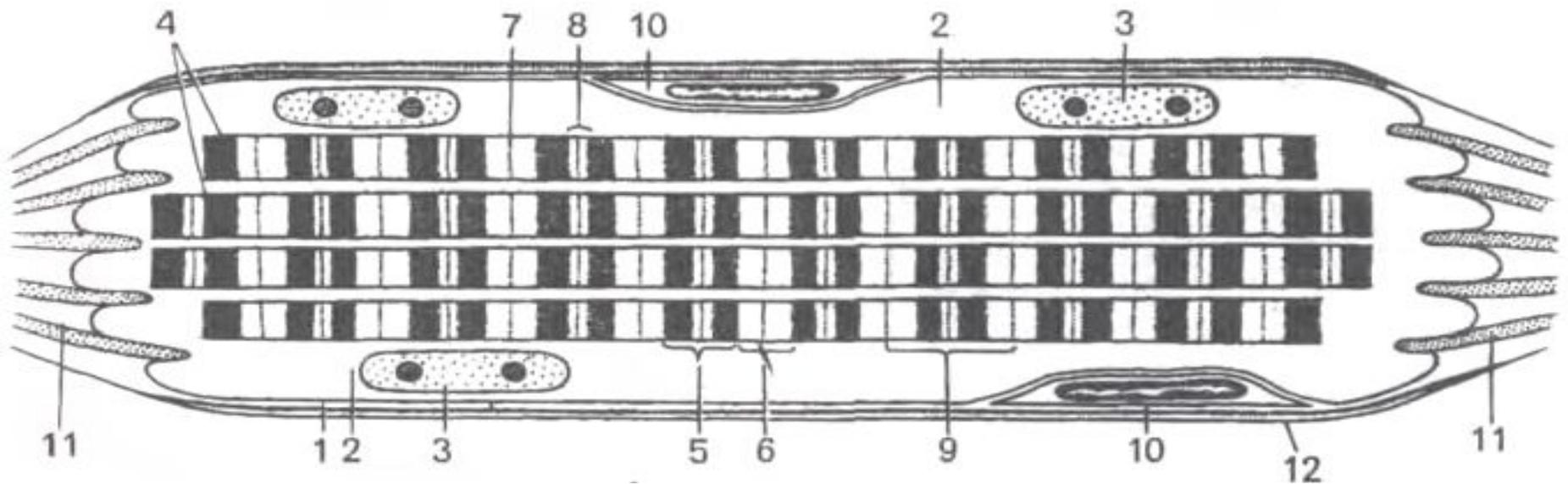


СКЕЛЕТНАЯ ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ поперечный срез

Окраска железным гематоксилином
1 - продольно-срезанные мышечные волокна
2 - прперечно-срезанные мышечные волокна
3 - цитоплазма мышечного волокна
4 - ядра мышечного волокна

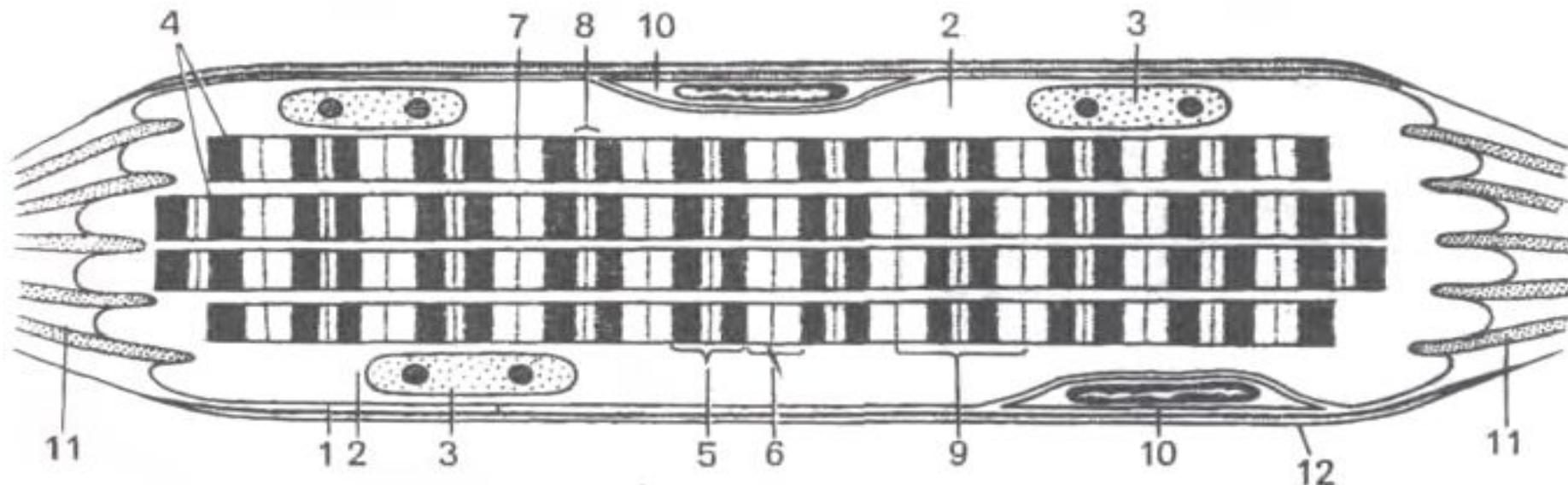
Окраска железным гематоксилином



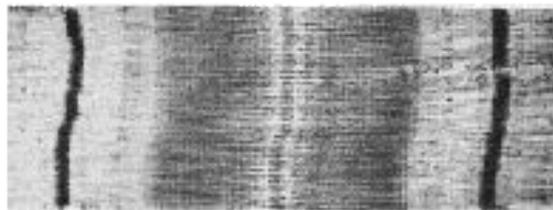


МИОФИБРИЛЛЫ

- длинные тяжеобразные органеллы;
- в кардиомиоцитах – несколько сотен, в миосимпласте – около 1400;
- расположены параллельно друг другу, вдоль длинной оси волокна или клетки;
- занимают 40 % объема кардиомиоцитов и 70 % миосимпласта;
- обладают поперечной исчерченностью благодаря регулярному чередованию светлых полос (**I-дисков**) и темных полос (**A-дисков**).



Sarcomere



Z line

Z line

Thick filaments

Thin filaments

H zone

I band

A band

I band

Z-линия (телофрагма) - темная линия посередине каждого I-диска.

Сетчатая пластинка, состоящая из α -актина, расположенная поперек миофибриллы.

САРКОМЕР - участок миофибриллы между соседними Z-линиями.

Длина саркомера = 2,3 мкм

Н-зона (0,5 мкм) – светлая зона посередине диска А.

М-линия (мезофрагма) - в центре Н-зоны. Образована М-белком.

ЭЛЕМЕНТЫ САРКОМЕРА:

Z-линия (телофрагма)

I-полудиск

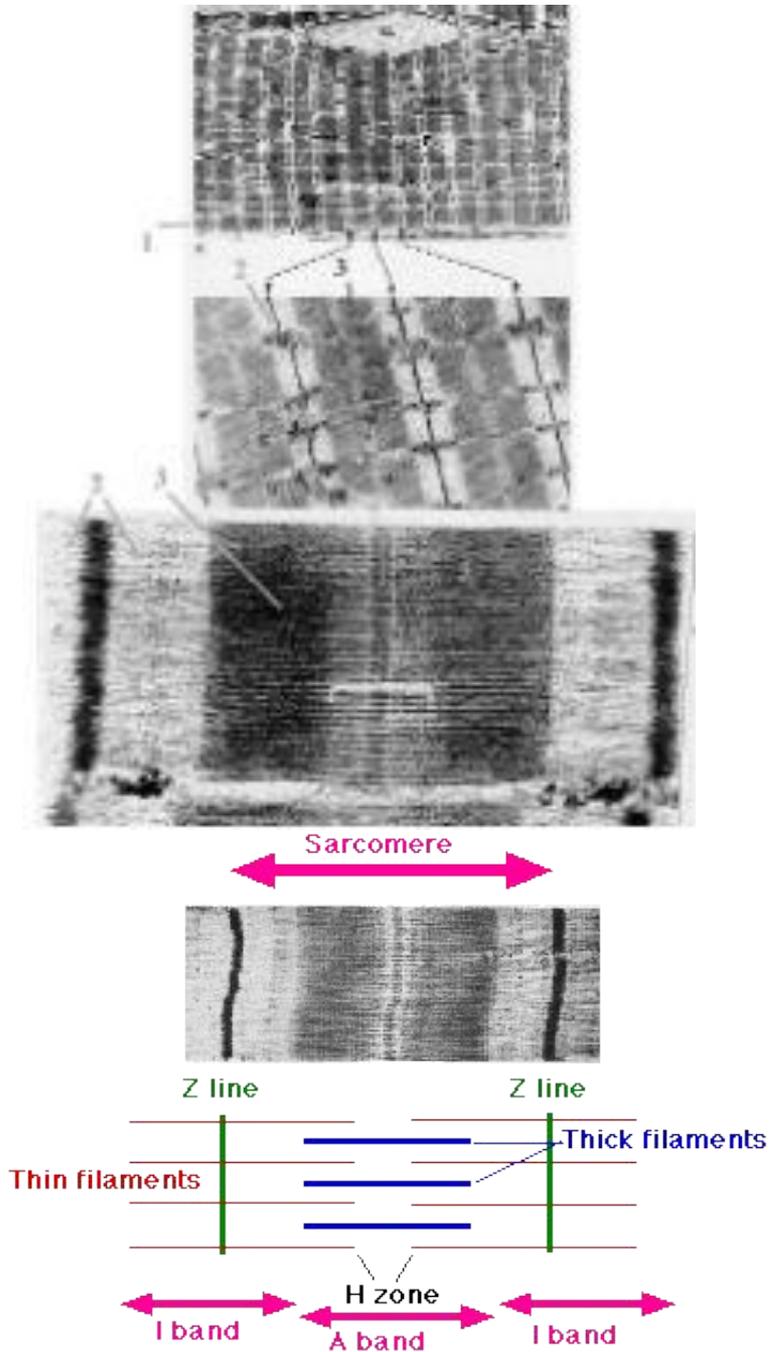
Темная часть диска А

Н зона (М-линия)

Темная зона диска А

I-полудиск

Z-линия



МИОФИЛАМЕНТЫ

В пределах каждого саркомера миофибрилла состоит миофиламентов:

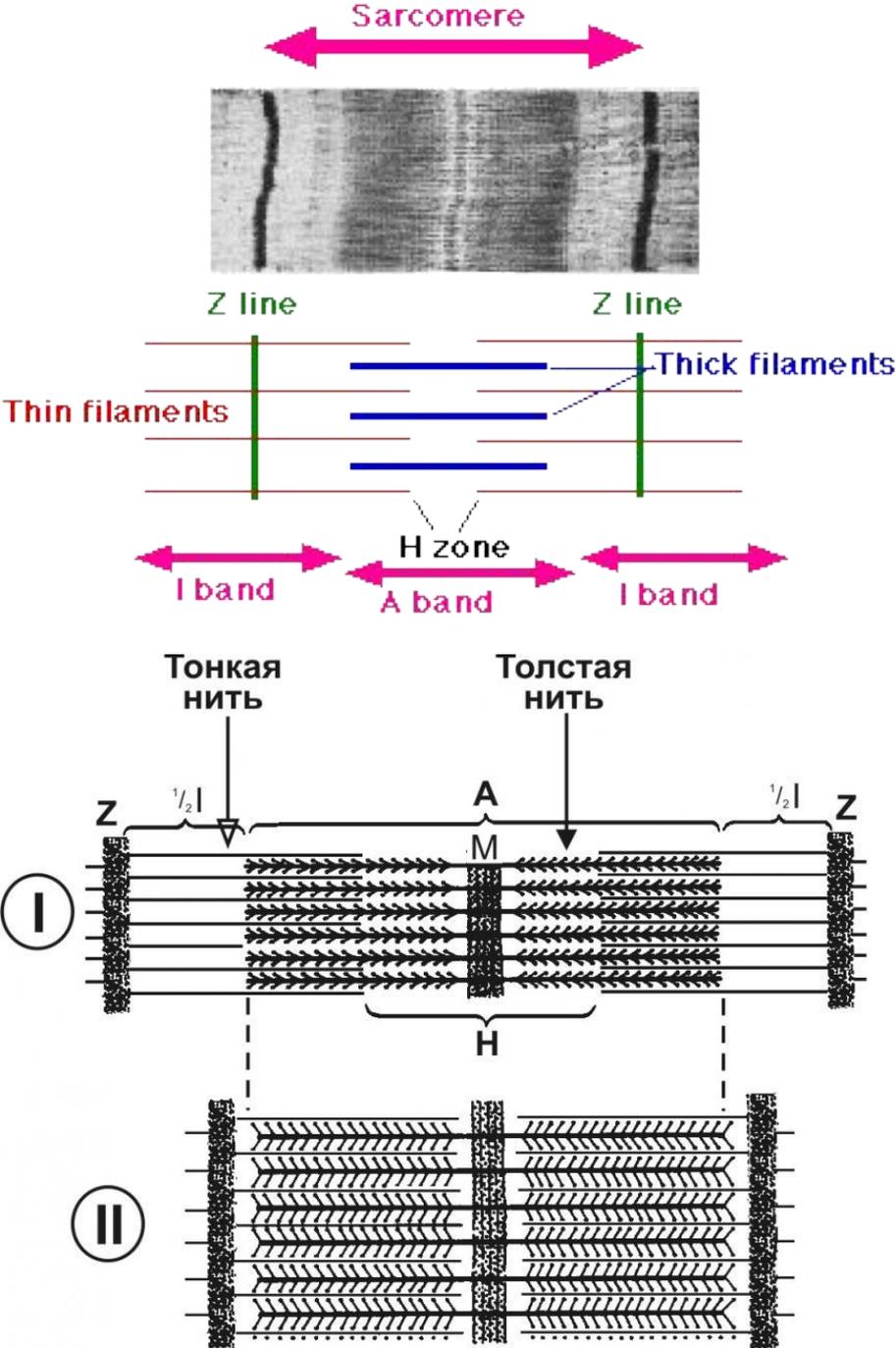
- тонкие (актиновые)
- толстые (миозиновые)

Тонкие миофиламенты: актин, тропонин, тропомиозин.

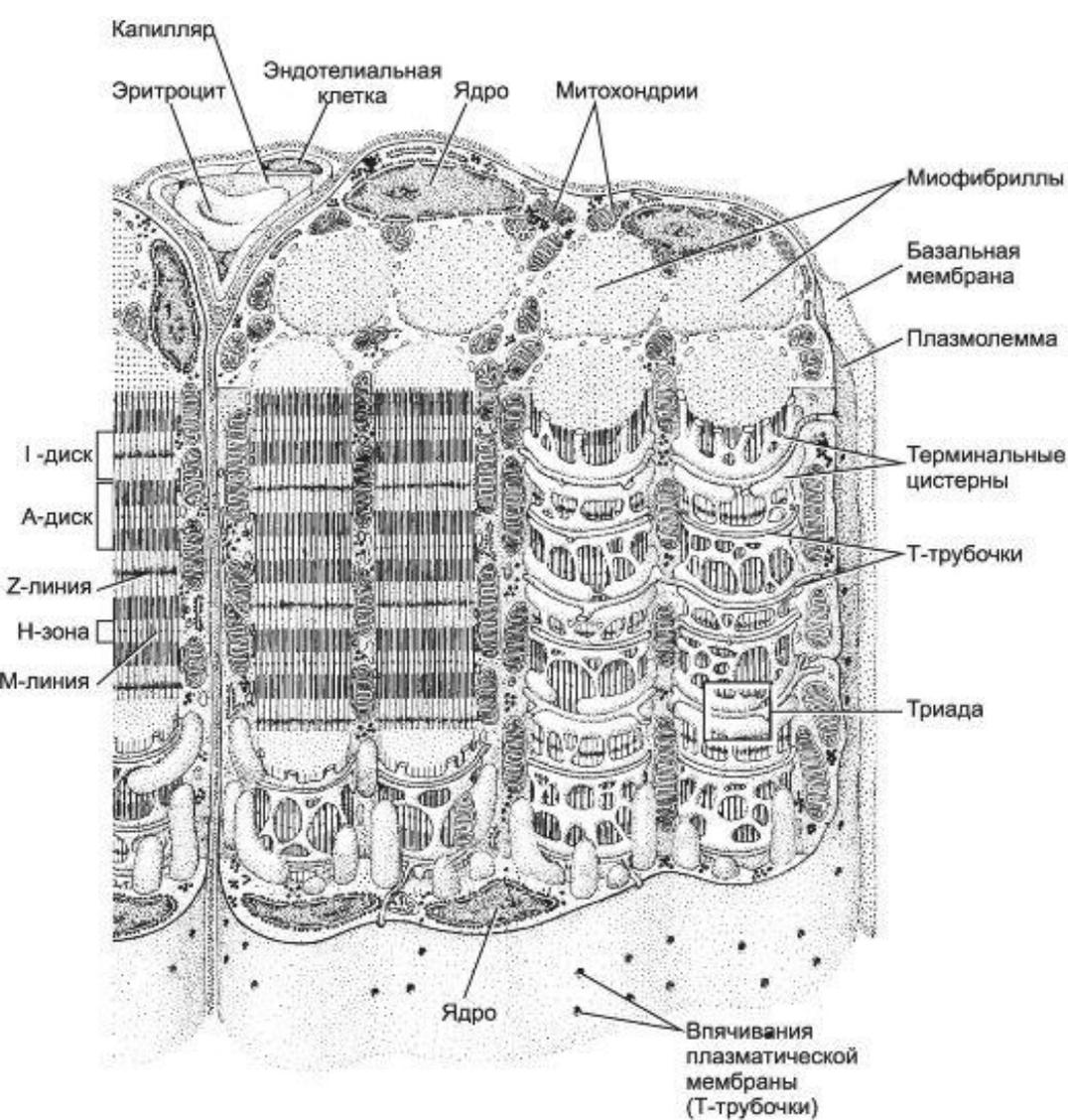
Толстые миофиламенты: белок миозин.

Молекула миозина включает длинную палочковидную часть (стержень) и двойную головку.

Нити из белка титина соединяют толстые миофиламенты и телофрагму. Предохраняют мышечное волокно от перенапряжения.



Мембранные системы миосимпластов



Т-трубочки – глубокие выпячивания плазмолеммы.

L-каналцы - компонент глЭПС - имеют вид петель, которые окружают каждую миофибриллу.

В области Т- трубочек L-каналцы расширяются и переходят в **конечные (терминальные) цистерны**.

В мембранах цистерн имеются две транспортные системы:

Ca²⁺-насос
Ca²⁺-каналы

ТИПЫ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН

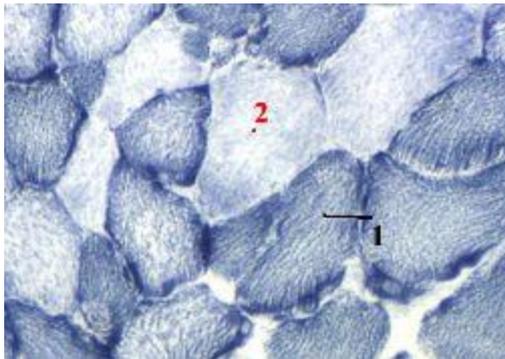
КРАСНЫЕ / МЕДЛЕННЫЕ МВ

БЕЛЫЕ / БЫСТРЫЕ МВ

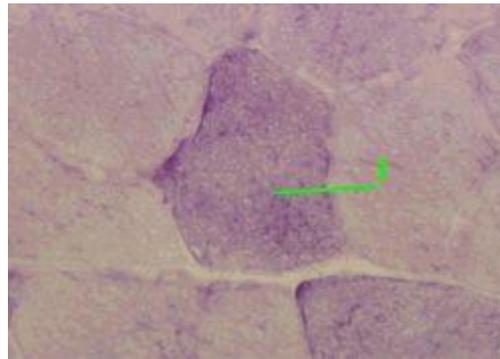
ПРОМЕЖУТОЧНЫЕ М.В.

Аэробное окисление:
белок миоглобин
много митохондрий,
высокая активность СДГ
мало миофибрилл

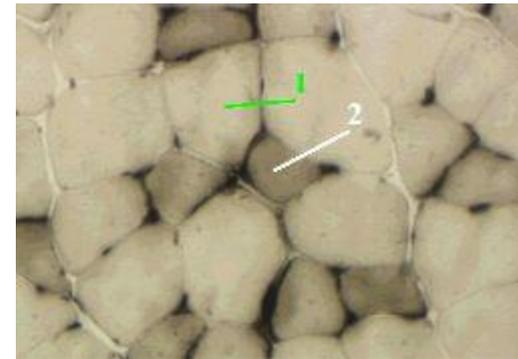
Анаэробное окисление:
много гликогена
меньше митохондрий
низкая активность СДГ
много миофибрилл



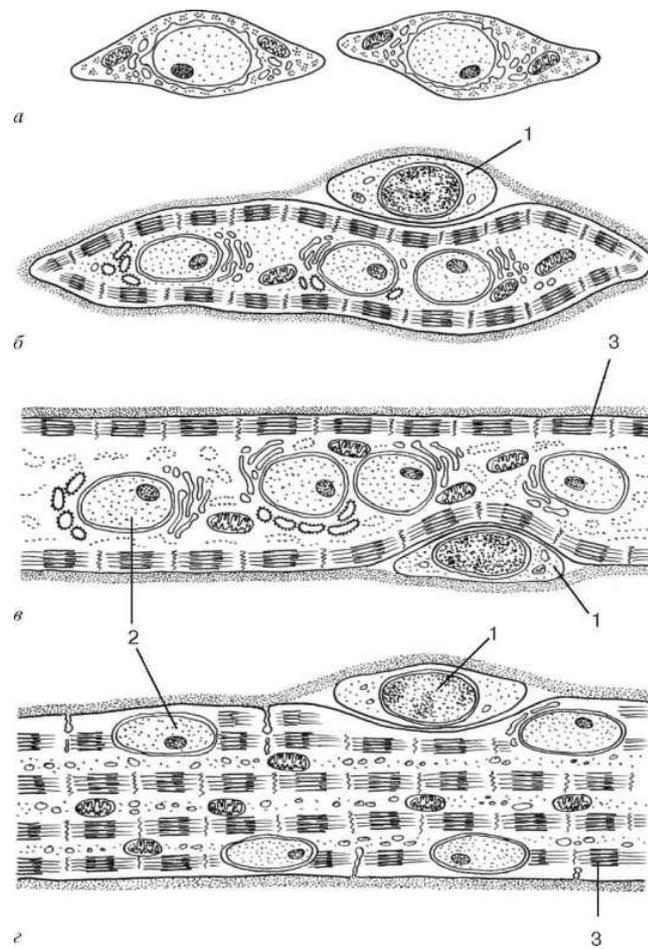
СДГ



Гликоген



АТФ-аза



КЛЕТКИ МИОТОМОВ

ПРОМИОБЛАСТЫ

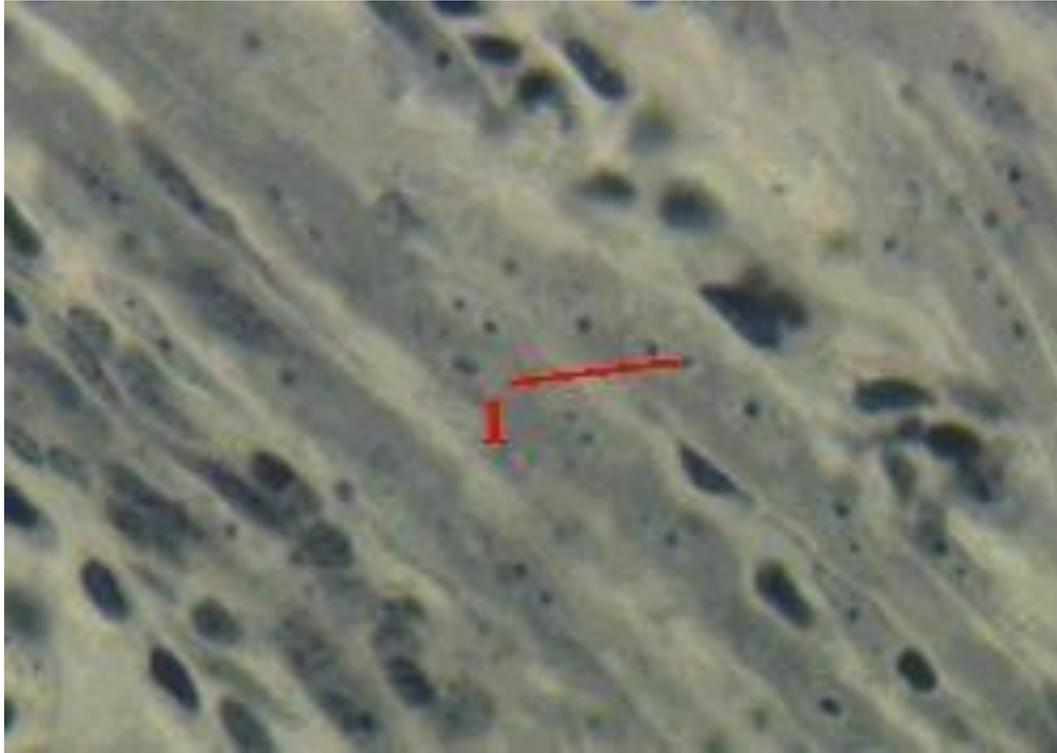
МИОБЛАСТЫ

**МЫШЕЧНЫЕ ТРУБОЧКИ
(МИОТУБЫ)**

МИОСИМПЛАСТ

МИОСАТЕЛЛИТЫ

**Гистогенез скелетной мышечной ткани
(по А. А. Клишову):**
а - промиобласты; б - миосимпласт;
в - мышечная трубочка;
**г - зрелое мышечное
 волокно.**



Регенерация скелетной мышечной ткани

- восстановление целостности поврежденного волокна за счет медленного роста его концов;
- образование новых МВ.

Возрастные изменения

- уменьшение количества и толщины миофибрилл;
- накоплением липофусцина и жировых включений в саркоплазме;
- значительное утолщение базальной мембраны

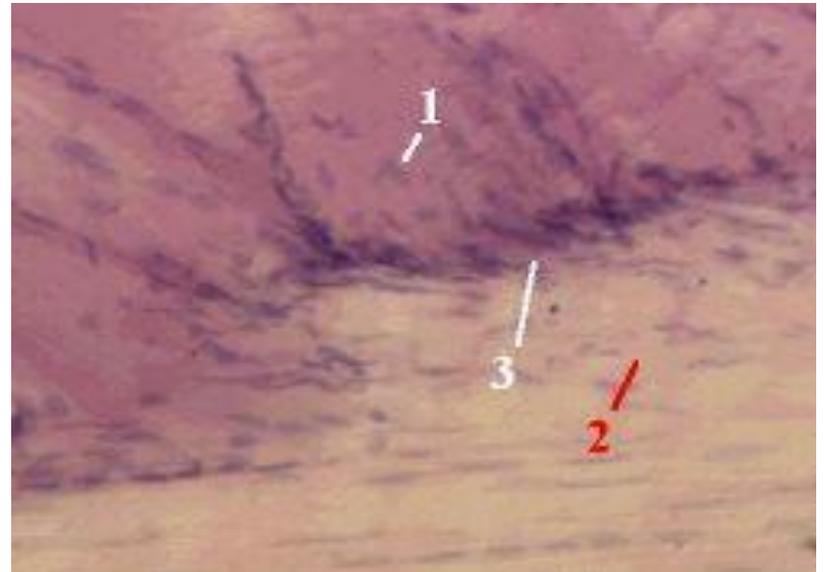
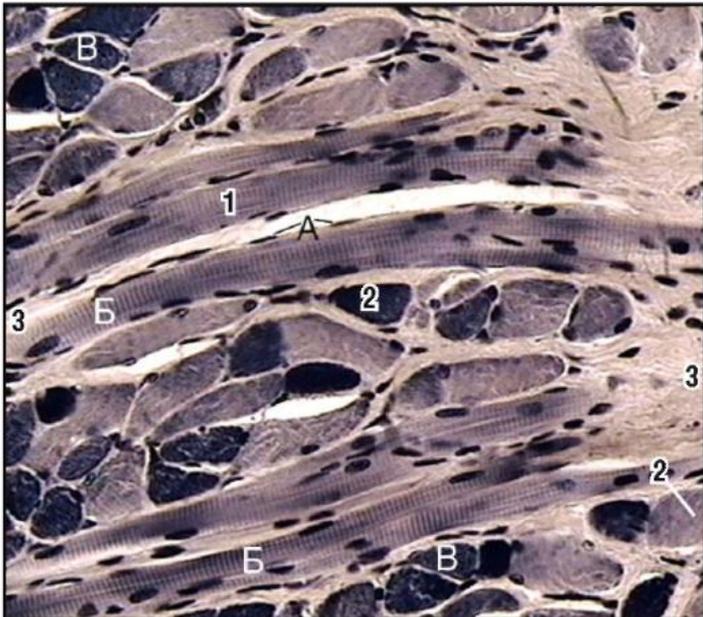
МЫШЦА КАК ОРГАН



Эндомизий - это узкие прослойки РВСТ между мышечными волокнами.

Перимизий - более толстые прослойки РВСТ вокруг группы мышечных волокон.

Эпимизий – соединительная ткань (обычно плотная оформленная СТ), окружающая всю мышцу.



СЕРДЕЧНАЯ ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТАЯ МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ (МИОКАРД)

Основной элемент сердечной МТ -
типичный кардиомиоцит:

- цилиндрическая форма
- диаметр – 20 мкм
- длина – 100 мкм

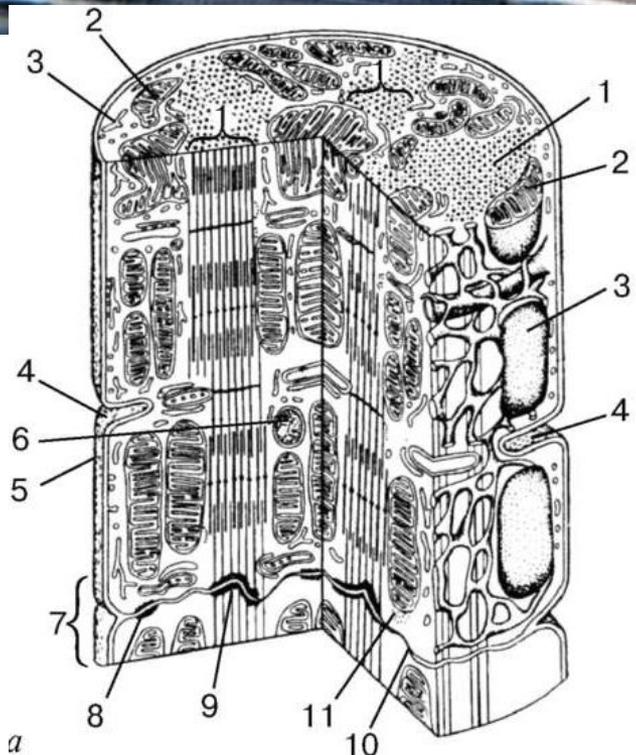
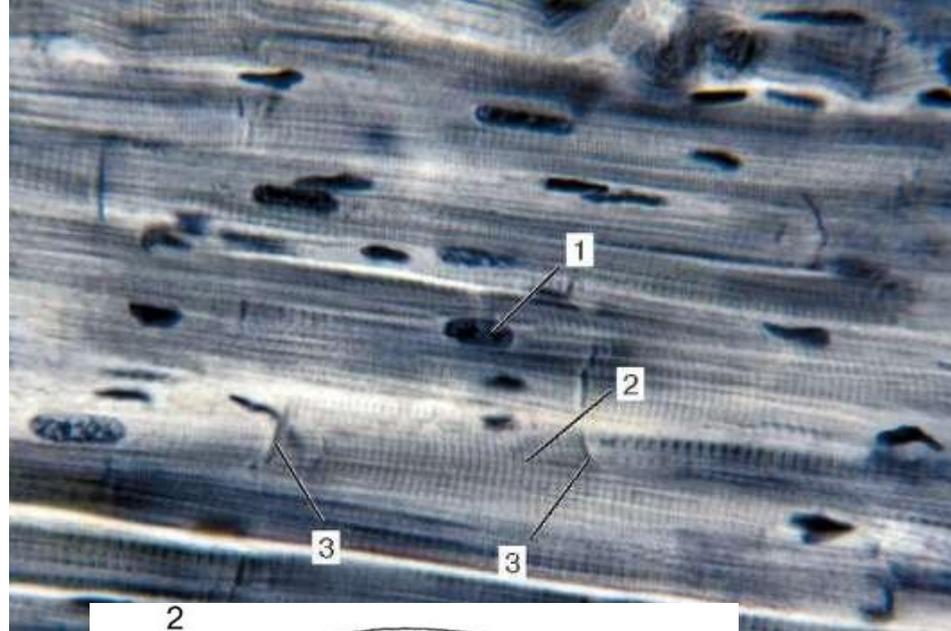
КМЦ стыкуются между собой и
образуют функциональные волокна

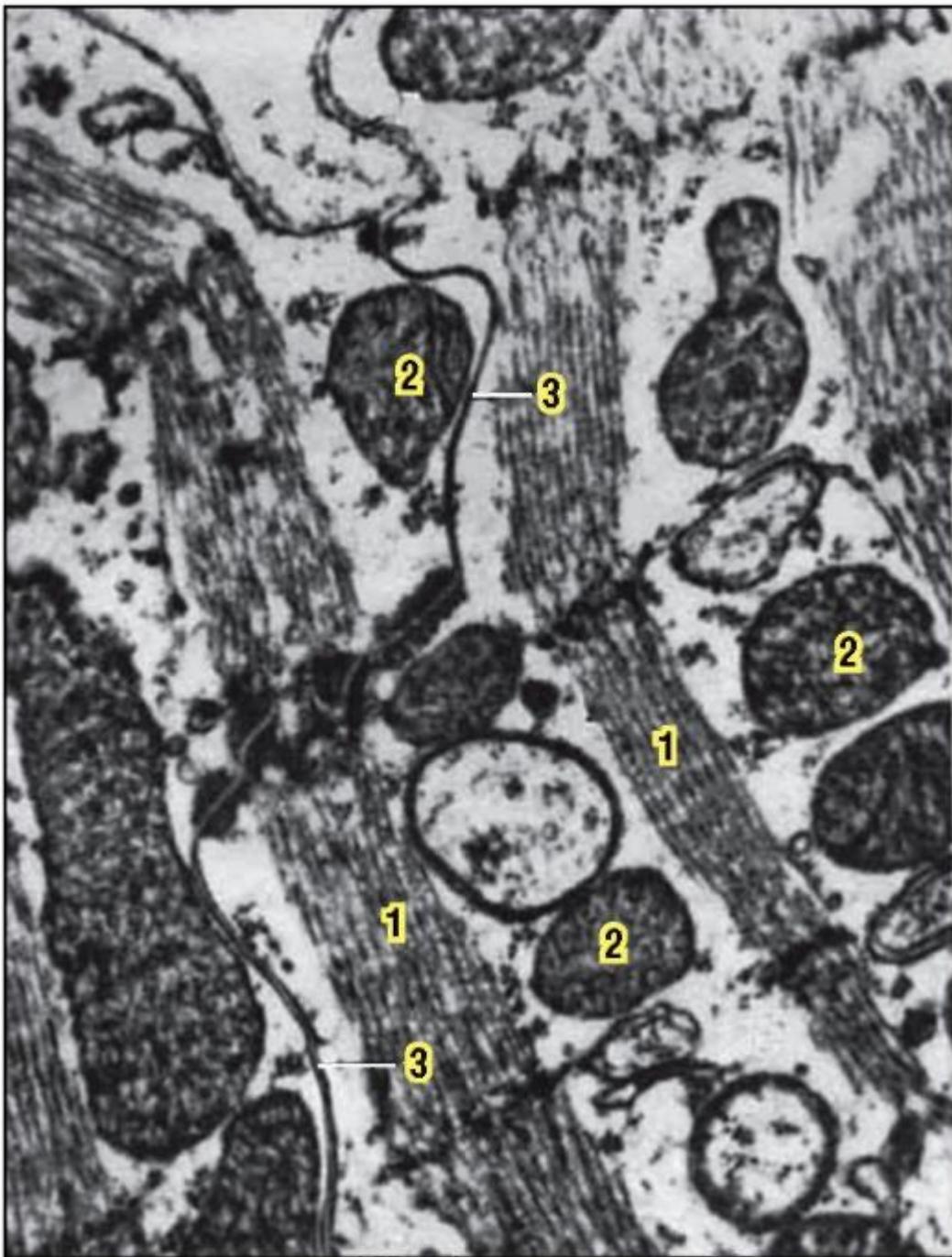
КМЦ отграничены друг от друга в
вставочными дисками.

Виды контактов:

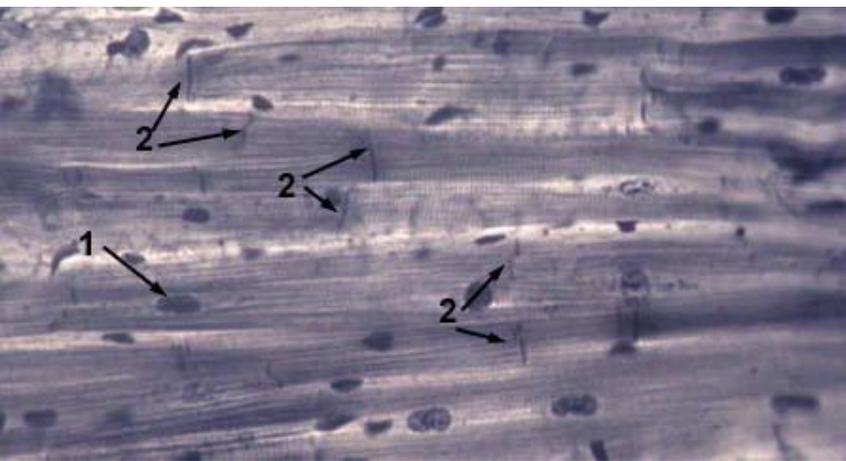
- интердигитации;
- десмосомы;
- нексусы.

-Функциональные волокна окружены
базальной мембраной





- **Электронная микрофотография. Вставочные диски между кардиомиоцитами (по К.Г. Davey):**
- 1 - миофибриллы кардиомиоцита;
- 2 - митохондрии (саркосомы) кардиомиоцита;
- 3 - вставочные диски (граница между кардиомиоцитами)



Ультраструктура кардиомиоцита:

- 1-2 ядра (полиплоидные) в центре клетки;
- миофибриллы (40% объема КМЦ)

Мембранные системы

T-трубочки (4) – глубокие выпячивания плазмолеммы;

Саркоплазматический ретикулум: L-каналы и терминальные цистерны

Много митохондрий митохондрий.

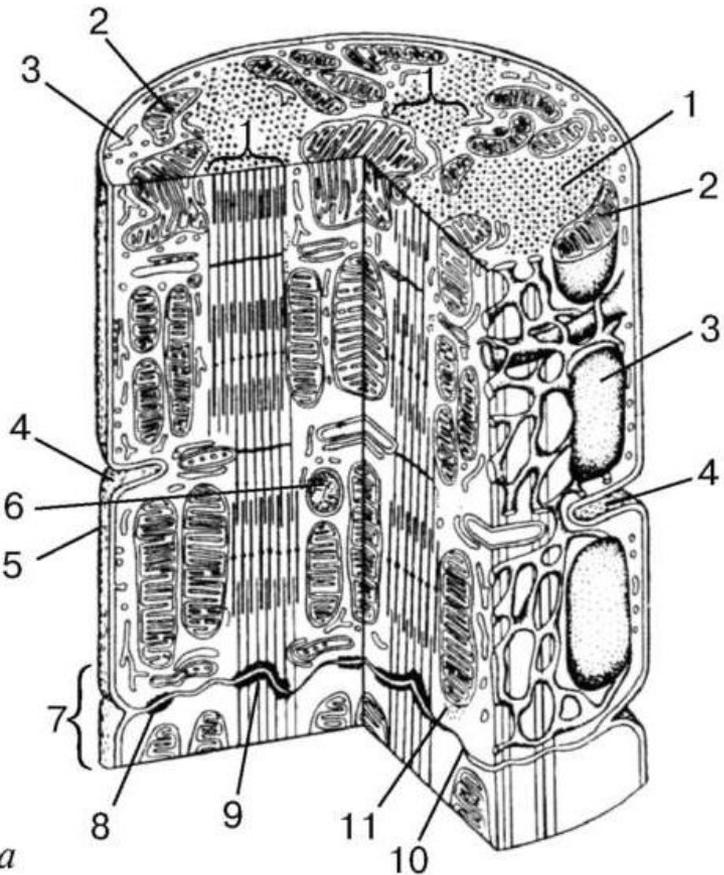
Гистохимические особенности

Много миоглобина, липидных капель.

Мало гликогена.

Аэробный способ разрушения питательных веществ.

С возрастом накапливается липофусцин.



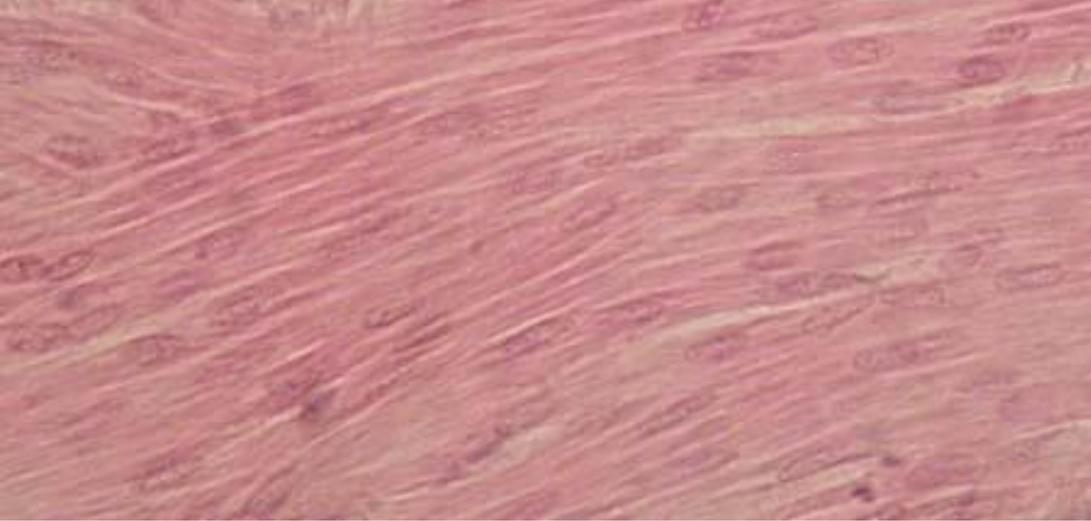
Различают 3 разновидности КМЦ

1. Сократительные КМЦ (типичные).
2. Атипичные (проводящие) КМЦ - образуют проводящую систему сердца.
3. Секреторные КМЦ – синтезируют натрийуретический фактор или атриопептин – гормон, регулирующий артериальное давление.

Регенерация ПП МТ сердечного типа.

Репаративная регенерация - СМТ замещается соединительнотканым рубцом.

Физиологическая регенерация - осуществляется путем внутриклеточной регенерации - гипертрофии (увеличение объема) сохранившихся клеток.



ГЛАДКИЕ (НЕИСЧЕРЧЕННЫЕ) МЫШЕЧНЫЕ ТКАНИ

Структурно-функциональная единица – лейомиоцит.

Имеются тонкие и толстые миофиломенты, но объединяются они в миофибриллы только при сокращении.

Временные миофибриллы лишены регулярной организации.

Иннервируется вегетативной нервной системой, т.е. несознательно.

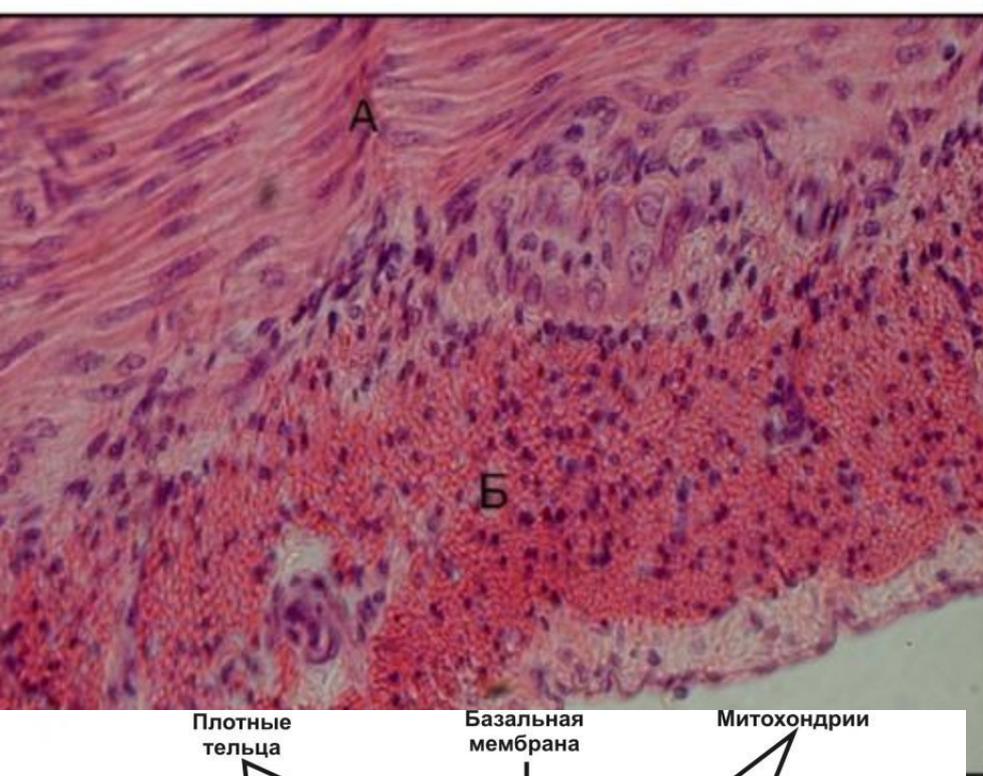
Сокращения значительно более медленное, но и более продолжительное.

I. Мезенхимные - ГМТ сосудов и внутренних органов.

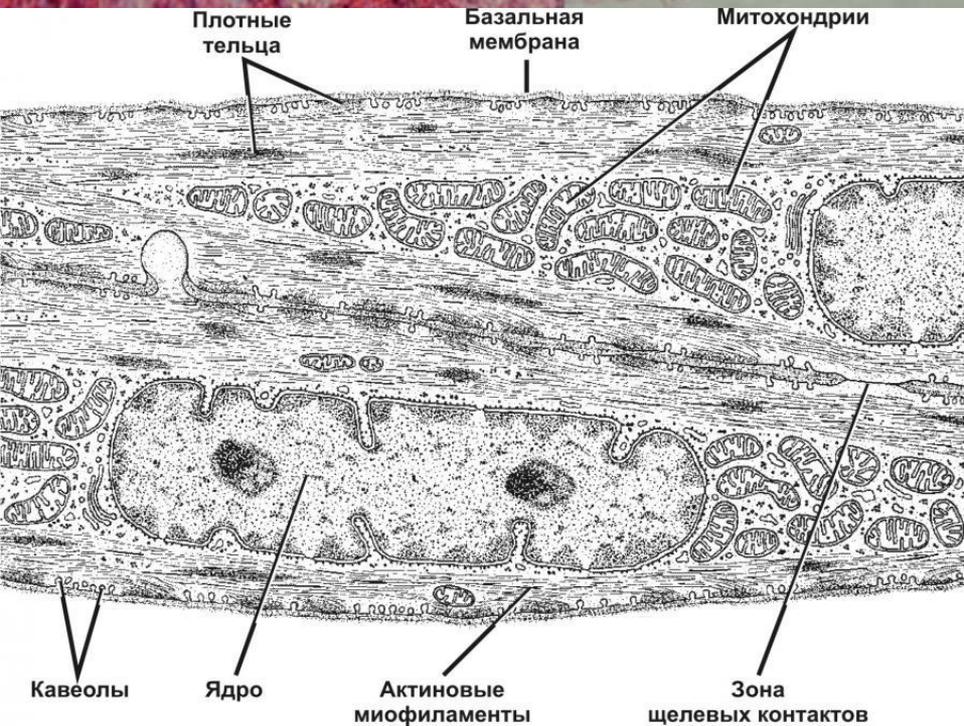
II. Нейральные - ГМТ радужки.

III. Эпидермальные – миоэпителиальные клетки потовых, слюнных и слезных желез.

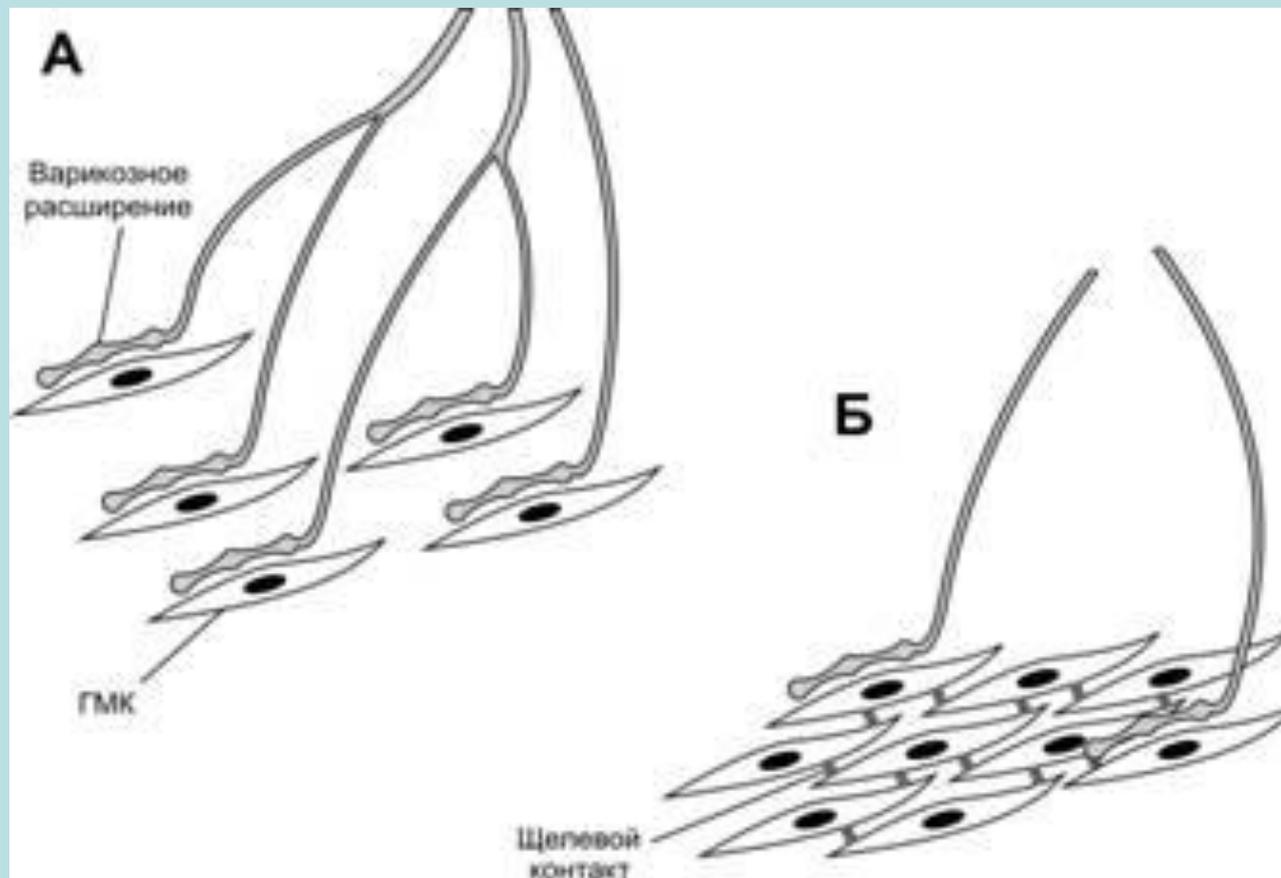
МЫШЕЧНАЯ ТКАНЬ МЕЗЕНХИМНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ



Гладкий миоцит —
веретеновидная (реже
звездчатая) клетка.
Длина - 20-500 мкм,
Ширина - 5-8 мкм.



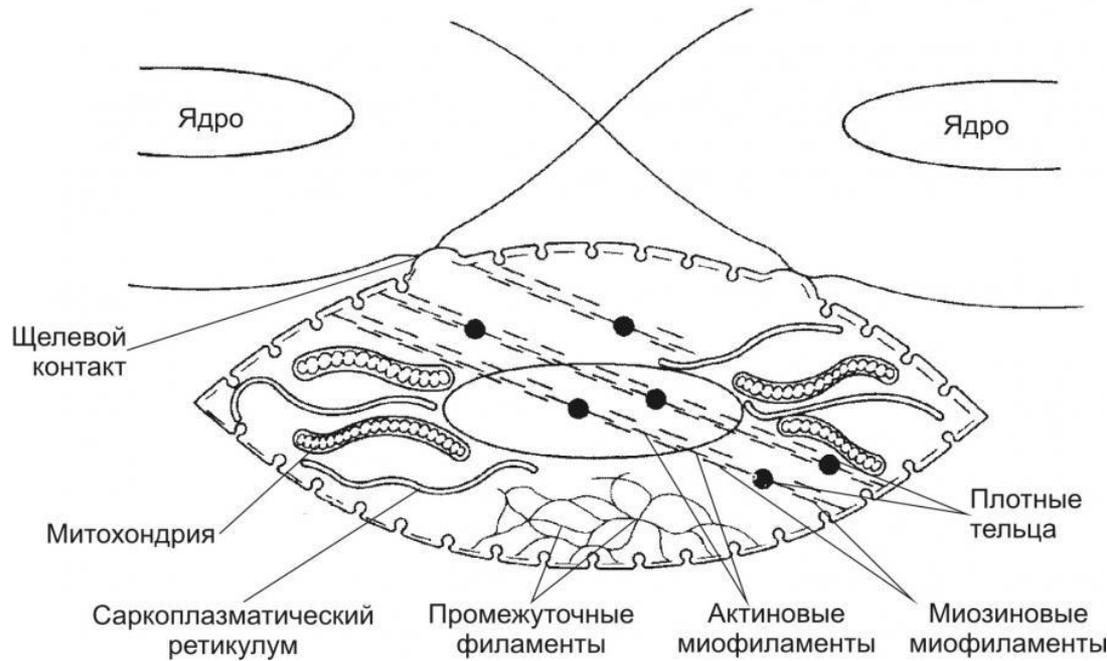
Ядро палочковидное, в центре
клетки.
Каждая клетка окружена
вначале базальной мембраной,
а затем — узкой прослойкой
РВСТ — эндомизием.



ИННЕРВАЦИЯ ГЛАДКОМЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

- А) Множественно иннервированная гладкая мышца .
- Б) Единично иннервированная гладкая мышца.

ОРГАНЕЛЛЫ ОБЩЕГО ЗНАЧЕНИЯ



грЭПС (синтез протеогликанов, коллагена, эластин).

Система транспорта ионов Ca^{2+} :

- выпячивания плазмолеммы – кавеолы,
- Ca^{2+} каналы в плазмолемме.

Сократительный аппарат

- тонкие миофиламенты (состоят только из белка актина) и прикрепляются к плотным тельцам.
- толстые (миозиновые) миофиламенты в состоянии покоя диссоциированы на фрагменты и на отдельные молекулы миозина.

Плотные тельца (α -актинин) – пучки тонких микрофиламентов; имеют овальную форму

РЕГЕНЕРАЦИЯ ГМТ

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ - на субклеточном и молекулярном уровнях.

ПРИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ НАГРУЗКЕ (матка при беременности), или **ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ** (аденома простаты):

- гипертрофия миоцитов;

- гиперплазия:

а) миоциты превращаются в миобласты.

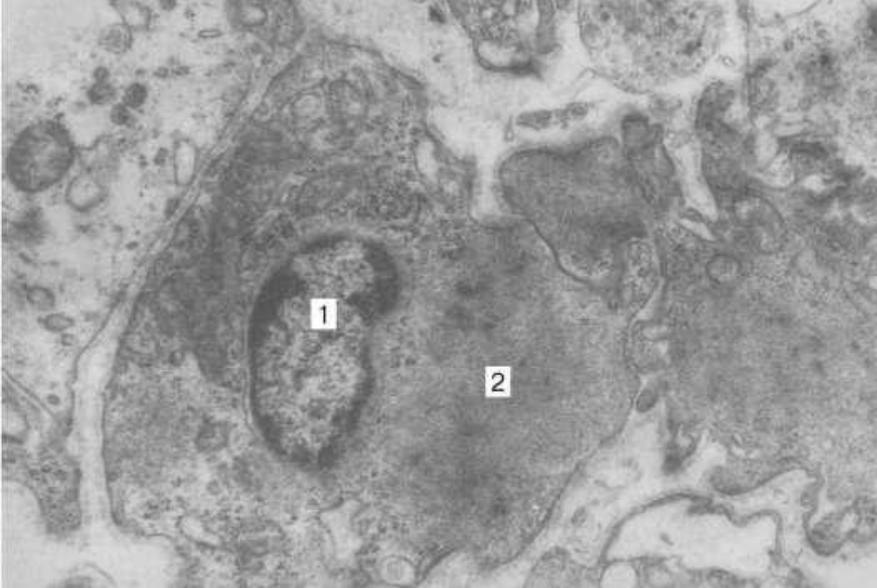
б) из малодифференцированных стволовых клеток фибробластического дифферона РВСТ.

Мышечная ткань нейрального происхождения

МТ радужки и цилиарного тела.
Одноядерный миоцит -
(миопигментоцит).

Митохондрии, пигментные гранулы.

Тонкие и толстые миофилаламенты.



Мышечная ткань эпидермального происхождения

В потовых, молочных, слюнных и
слезных железах.

Звездчатая форма.

Имеют актиновые миофиламенты,
прикреплённые к плотным тельцам, и
нестабильные миозиновые,
формирующиеся в процессе
сокращения.

Миоэпителиальные
клетки

