

Тема- 9

**МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА. СТРОЕНИЕ МЫШЦЫ КАК ОРГАН.
ТИПЫ МЫШЦ ПО ФОРМЕ И ДЕЙСТВИЙ**



□ По строению мышцы подразделяются: 1) на поперечнополосатые мышцы преимущественно скелетные мышцы; они обеспечивают возможность активного передвижения; Тормозная 24 2) гладкие мышцы находятся во внутренних органах, в стенке сосудов; обеспечивают передвижение пищи по пищеварительному тракту, сужение и расширение кровеносных сосудов, выведение мочи из мочевого пузыря и т. д. Во внутренних органах есть и поперечнополосатая мускулатура (пищевод, сфинктеры мочевого пузыря, прямой кишки и т. п.). Мышцы состоят из мышечных волокон. Отдельное волокно скелетной мышцы представляет собой клетку цилиндрической формы длиной до 12 см и диаметром 10–100 мкм. Гладкие мышцы состоят из клеток веретеновидной формы длиной 100–200 мкм и диаметром 2–10 мкм.



КАЖДОЕ ВОЛОКНО ОКРУЖЕНО КЛЕТОЧНОЙ ОБОЛОЧКОЙ САРКОЛЕММОЙ И СОДЕРЖИТ ТОНКИЕ НИТИ МИОФИБРИЛЛЫ (ОТСУТСТВУЮТ В САРКОПЛАЗМЕ ГЛАДКОМЫШЕЧНЫХ КЛЕТОК; В НЕЙ ИМЕЮТСЯ ЛИШЬ НЕРЕГУЛЯРНО РАСПРОСТРАНЕННЫЕ МИОЗИНОВЫЕ И АКТИНОВЫЕ ПРОТОФИБРИЛЛЫ ДЛИНОЙ 1–2 МКМ, ПОЭТОМУ ПОПЕРЕЧНОЙ ИСЧЕРЧЕННОСТИ ВОЛОКОН НЕ НАБЛЮДАЕТСЯ). ВНУТРИ МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА НАХОДИТСЯ САРКОПЛАЗМА ЖИДКОСТЬ, В КОТОРУЮ ПОГРУЖЕНЫ МИОФИБРИЛЛЫ (РИС. 13).



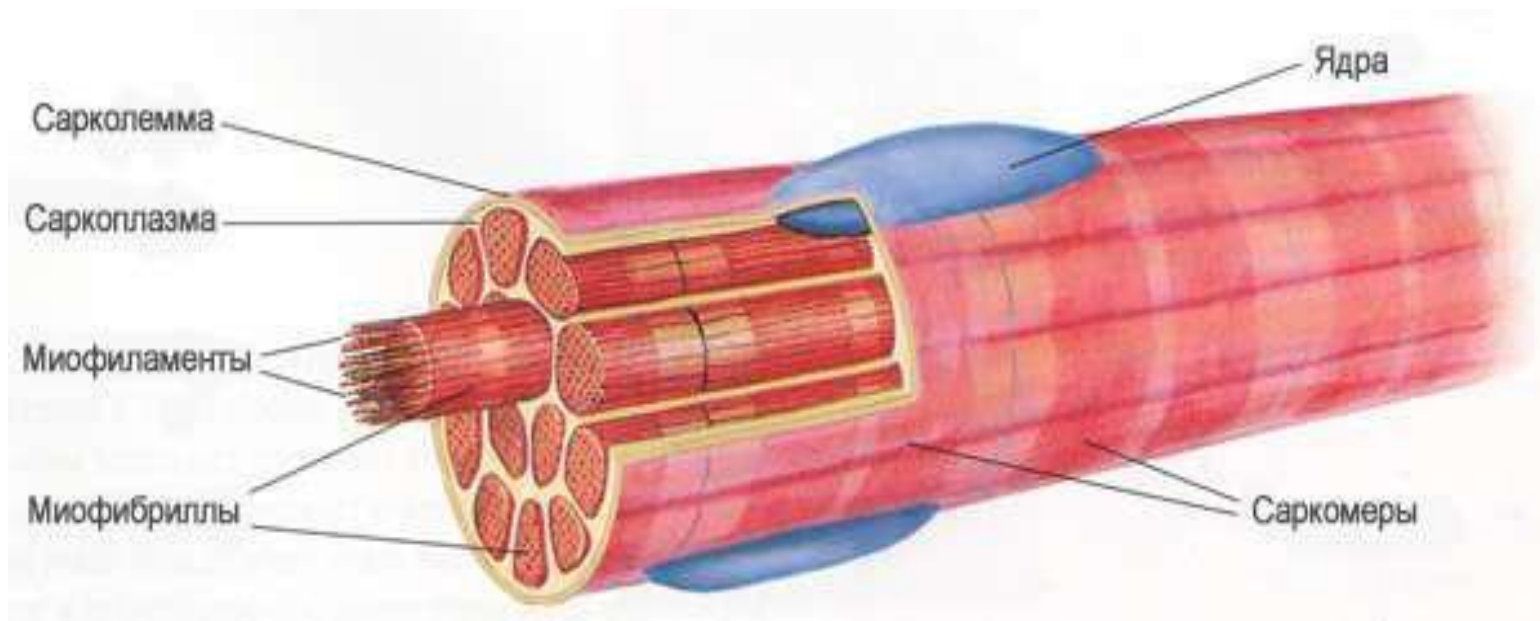
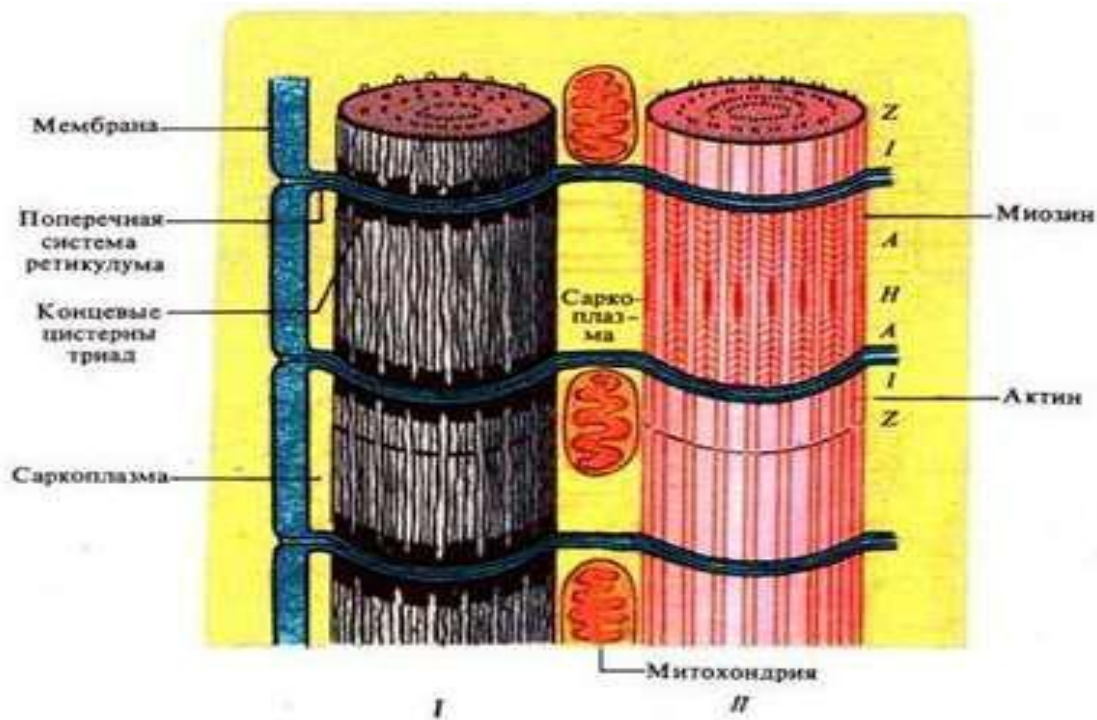


Рисунок 13 – Строение мышечного волокна



- Миофибриллы - это способные к сокращению пучки нитей диаметром около 1 мкм (рис. 14, 15). Они являются основной частью мышечного волокна и обеспечивают сократительную функцию. Перегородки, называемые Z-мембранами, разделяют каждую миофибриллу приблизительно на 20 тыс. участков - *саркомеров*. В середине каждого саркомера располагаются толстые нити белка *миозина* (составляет 75 %), а на концах саркомера - тонкие нити белка *актина* (15–20 %). Нити актина своими концами входят между нитями миозина. Поперечная исчерченность миофибрилл обусловлена чередованием светлых участков (I-дисков), образованных актиновыми нитями, и темных (A-дисков), образованных миозиновыми нитями (в гладких мышцах актиновые и миозиновые нити распределены неравномерно, поэтому в них нет поперечной исчерченности). В центральной части диска миозина актиновые и миозиновые нити не перекрывают друг друга (H-зона). Миофибриллы группируются в колонки, по 4–20 в каждой. Колонки окружены *саркоплазматическим ретикулумом* (системой трубочек), который участвует в передаче возбуждения от мембраны волокна вглубь к миофибриллам и в акте сокращения. Волокна скелетных мышц отличаются цветом. Красные волокна богаты саркоплазмой и содержат мало миофибрилл, в белых волокнах много миофибрилл и относительно мало саркоплазмы. К каждой мышце подходят кровеносные сосуды, двигательные и чувствительные нервы (мышцы иннервируются симпатическими и парасимпатическими нервами).





- Рисунок 14 – Миофибриллы с саркоплазматическим ретикулумом:
-
- I – саркомеры; II – саркомеры с удаленным ретикулумом; A – анизотропные диски; I – изотропные диски; H и Z – пластинки



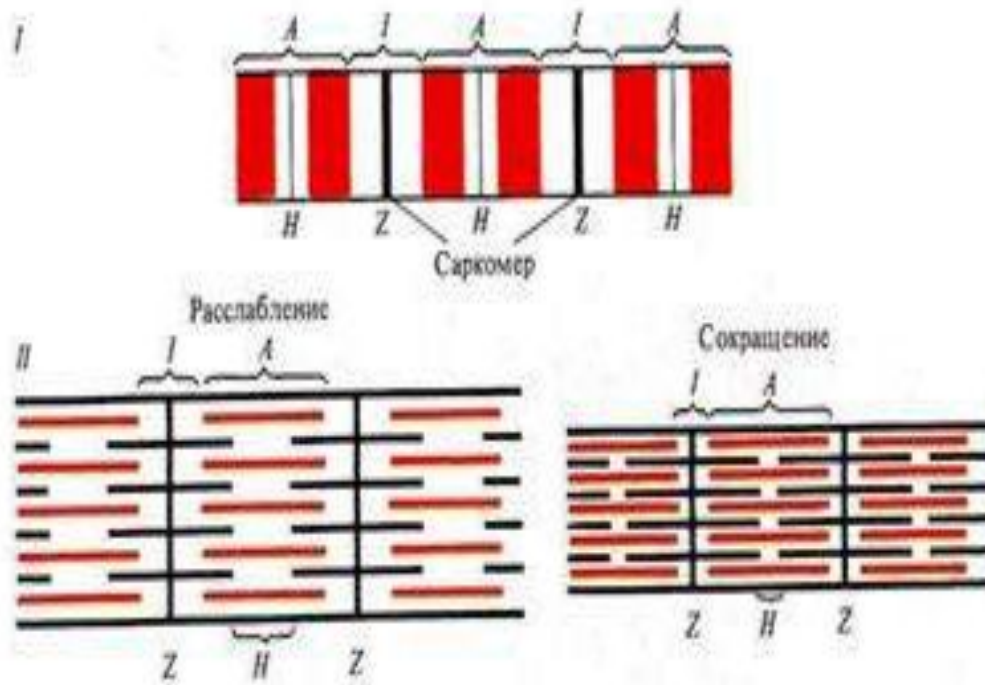


Рисунок 15 – Строение мышечного волокна (I) и миофибриллы (II):
 A – анизотропные диски, I – изотропные диски, H и Z – пластинки



▣ *Свойства мышц*

▣

▣ **возбудимость** - способность мышцы отвечать на раздражение. Возбуждение в скелетных мышцах проводится изолированно, т. е. не переходит с одного мышечного волокна на другое в результате функционирования синапсов; в гладких мышцах возбуждение с одной клетки может распространяться на соседние;

▣

▣ **растяжимость** - свойство мышцы удлиняться под влиянием на-грузки;

▣

▣ **эластичность** - свойство мышцы возвращаться к первоначально-му своему состоянию после удаления силы, вызвавшей деформацию;

▣

▣ **пластичность** - свойство мышцы сохранять форму после прекращения действия внешней силы.



▣ *Признаки отличия гладких мышц от скелетных мышц*

- ▣
- ▣ отсутствие поперечной исчерченности;
- ▣ более низкая возбудимость и проводимость гладкой мускулатуры;
- ▣ большая длительность сокращения;
- ▣
- ▣ способность длительное время находиться в сокращенном состоянии без утомления;
- ▣
- ▣ способность гладких мышц сильно растягиваться, не меняя напряжения, благодаря чему давление в полых органах не увеличивается при их наполнении;
- ▣
- ▣ автоматия гладких мышц, т. е. способность сокращаться без внешних раздражений под влиянием импульсов, зарождающихся в них самих;
- ▣
- ▣ малые энергетические расходы и меньшее потребление кислорода гладкими мышцами в результате менее интенсивного обмена веществ.



□ 1.10. Механизм сокращения мышц

□

□ Механизм сокращения мышц объясняется *теорией скольжения*. Сокращению мышцы предшествует ее возбуждение, которое вызывается нервными импульсами в области синапса. В синапсе освобождается медиатор ацетилхолин, который взаимодействует с постсинаптической мембраной, и в мышечном волокне возникает потенциал действия.

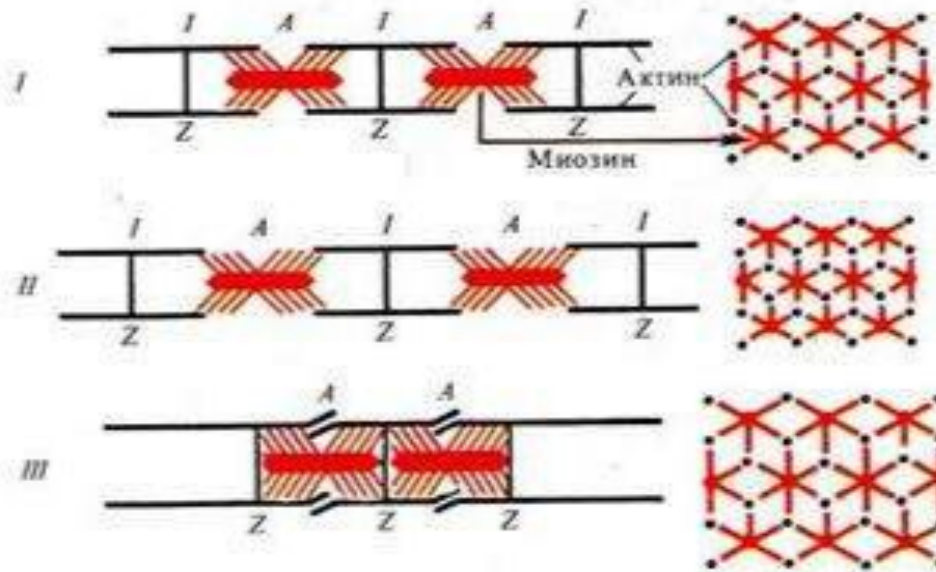
□

- механизме сокращения мышечных волокон участвуют ионы Ca^{2+} .

Транспорт Ca^{2+} из внеклеточной среды в клетку осуществляется по *кальцевым каналам*, расположенным в мембране клеток.

□ состоянии покоя мышцы основная часть ионов Ca^{2+} хранится в саркоплазматическом ретикулуме. Под влиянием потенциала действия кальций освобождается из него и запускает механизм сокращения мышцы в результате изменения заряда мостиков миозиновых нитей. Нити актина притягиваются к нитям миозина и заходят между ними, что приводит к укорачиванию мышечного волокна и к сокращению мышцы (





□
 □ Рисунок 16 – Схема скольжения нитей актина и миозина в процессе сокращения: I – расслабленная миофибрилла, II – растянутая миофибрилла,

□
 ● – сокращенная миофибрилла; слева – продольное расположение нитей, справа – поперечное сечение

□



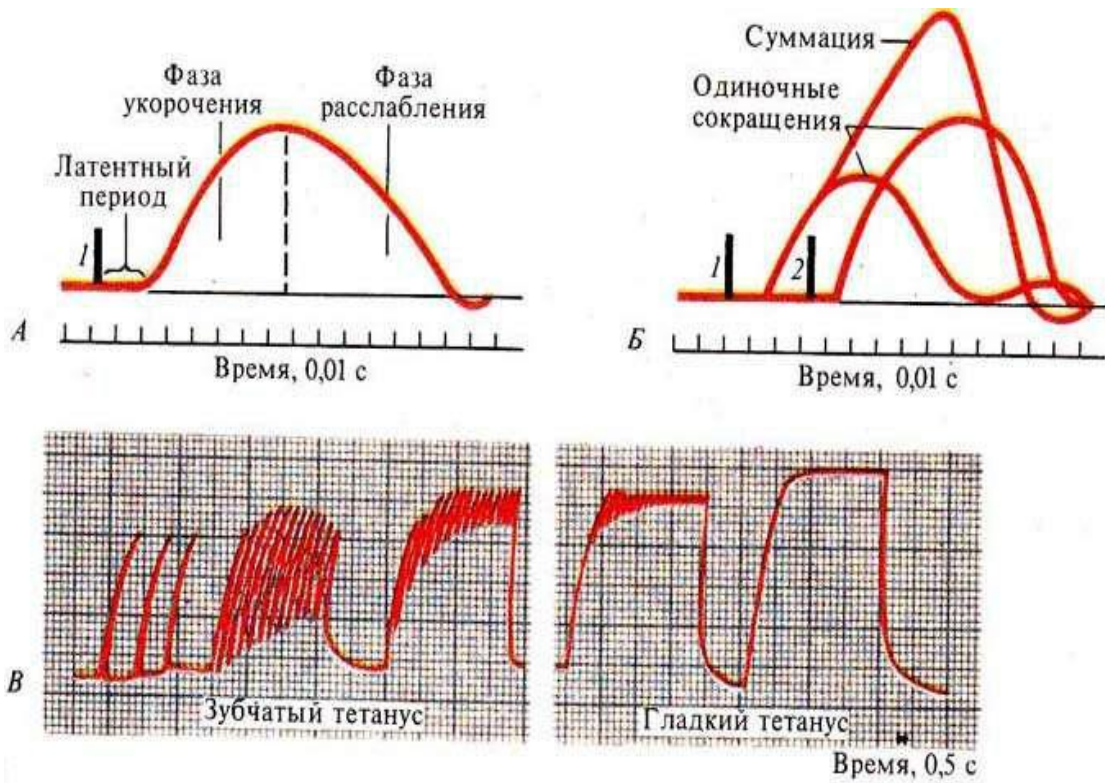
▣ Различают 2 типа сокращения мышц (*рис. 17*):

- ▣ ***одинокое сокращение*** - сокращение мышцы в ответ на однократное раздражение (например, на однократное кратковременное раздражение электрическим током мышца отвечает однократным сокращением и тотчас расслабляется). Продолжительность однократного сокращения составляет около 0,1 с (зависит от температуры окружающей среды: чем выше температура, тем короче сокращение; от функционального состояния мышцы: утомленная мышца сокращается медленнее, чем неутомленная; от состояния обмена веществ в мышце);



▣ ***тетаническое сокращение*** - длительное сокращение мышцы при ее ритмическом раздражении. Наблюдается в результате того, что к мышцам поступают несколько возбуждающих импульсов. При этом ее одиночные сокращения суммируются, и происходит сильное и длительное сокращение мышцы. Оптимум сокращения мышцы будет в том случае, если ритмическое раздражение будет попадать в фазу экзальтации. При очень частых и сильных раздражениях наблюдается пессимум сокращения.





- Рисунок 17 – (А) Одиночное сокращение, (Б) суммация одиночных сокращений, (В) тетанические сокращения:
- 1 – момент первого раздражения; 2 – момент второго раздражения



□ Существует 2 вида сокращения мышц (*рис. 18*):

□

□ **изотоническое сокращение** - сокращение мышцы под воздействием раздражителя, при котором ее длина уменьшается без изменения напряжения (тонуса) мышцы (например, когда мышца сокращается, не поднимая никакого груза);

□

□ **изометрическое сокращение** - сокращение мышцы, при котором

□

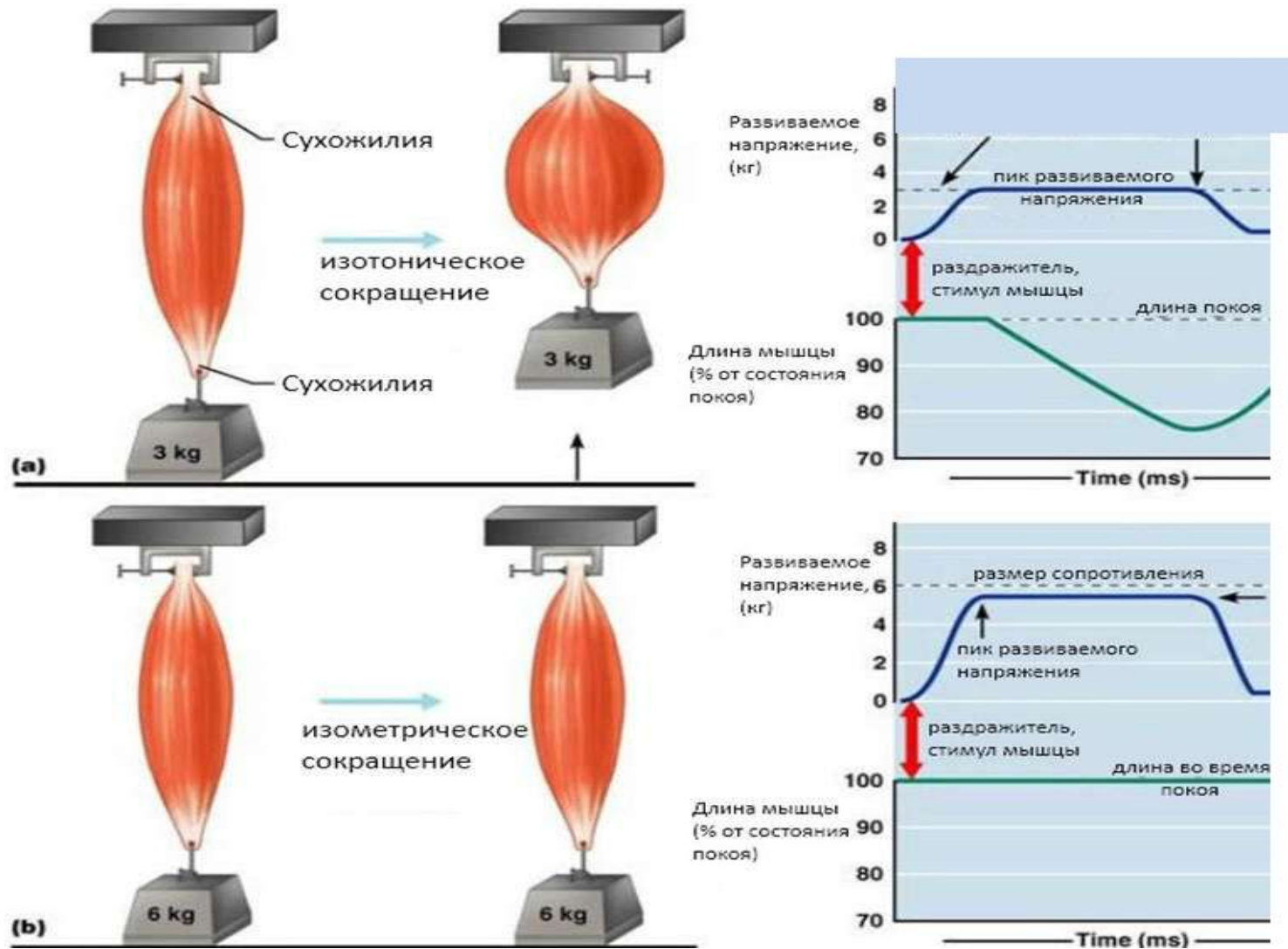
- длина остается постоянной, но происходит напряжение мышечных волокон.

□ Как чисто изотоническое, так и чисто изометрическое сокраще-

□

□ ние - явления искусственные. В организме всегда наблюдается совокупность двух видов сокращений мышц.





□ Рисунок 18 – Сокращение: (а) изотоническое и (b) изометрическое

