

НЕРВ

МЫШЦА

МЫШЦА состоит из клеток (мышечных волокон), наполненных так называемыми миофибриллами, которые состоят из двигательных элементов - саркомеров. Ключевыми компонентами саркомеров являются нити двух белков: актина и миозина. Нити этих белков скользят друг относительно друга, вызывая сокращение или расслабление мышцы.

ПУЧОК
МЫШЕЧНЫХ
КЛЕТОК

МИОФИБРИЛЛЫ

МЫШЕЧНАЯ
КЛЕТКА
(ВОЛОКНО)

СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ
ТКАНЬ

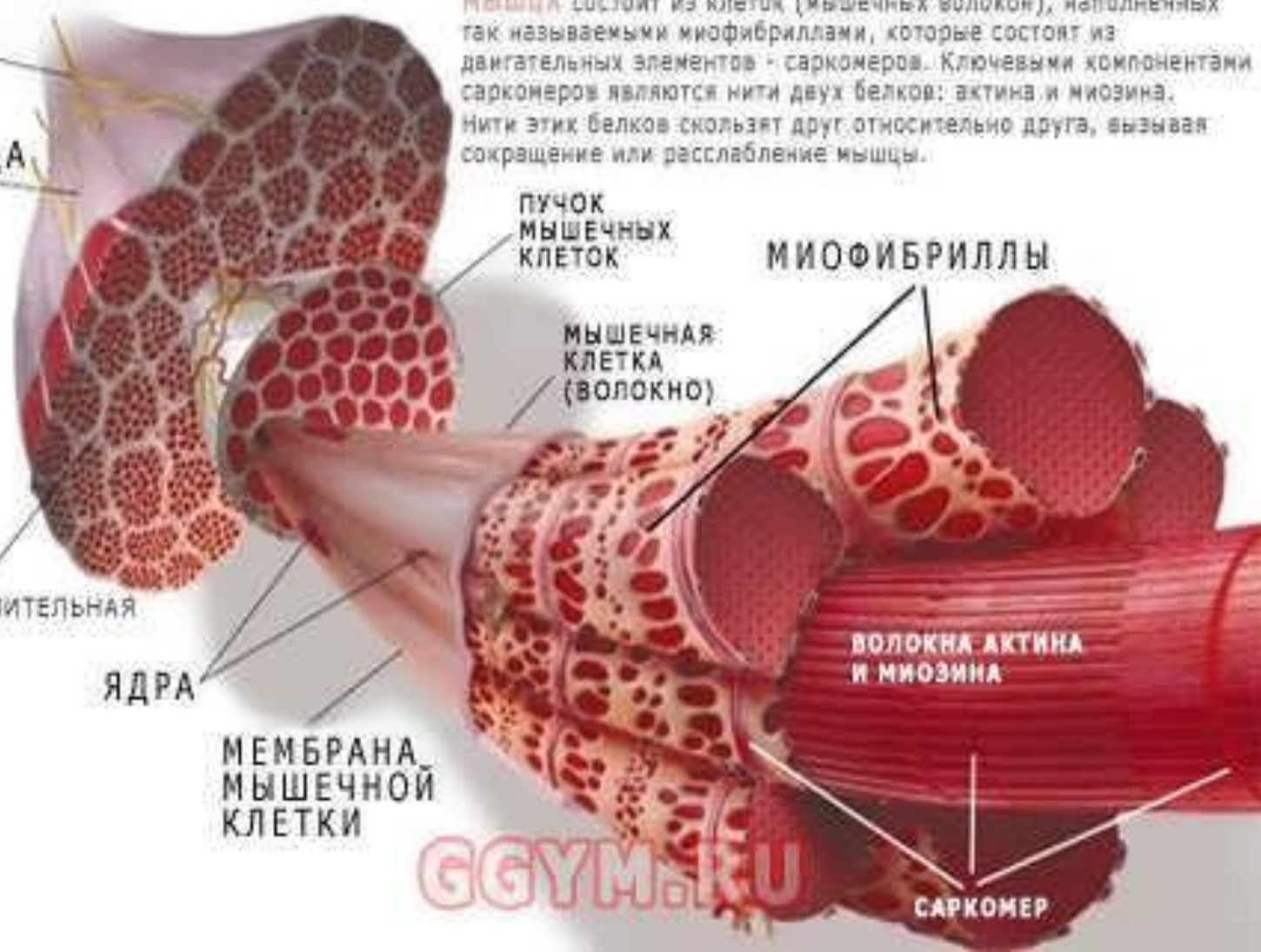
ЯДРА

МЕМБРАНА
МЫШЕЧНОЙ
КЛЕТКИ

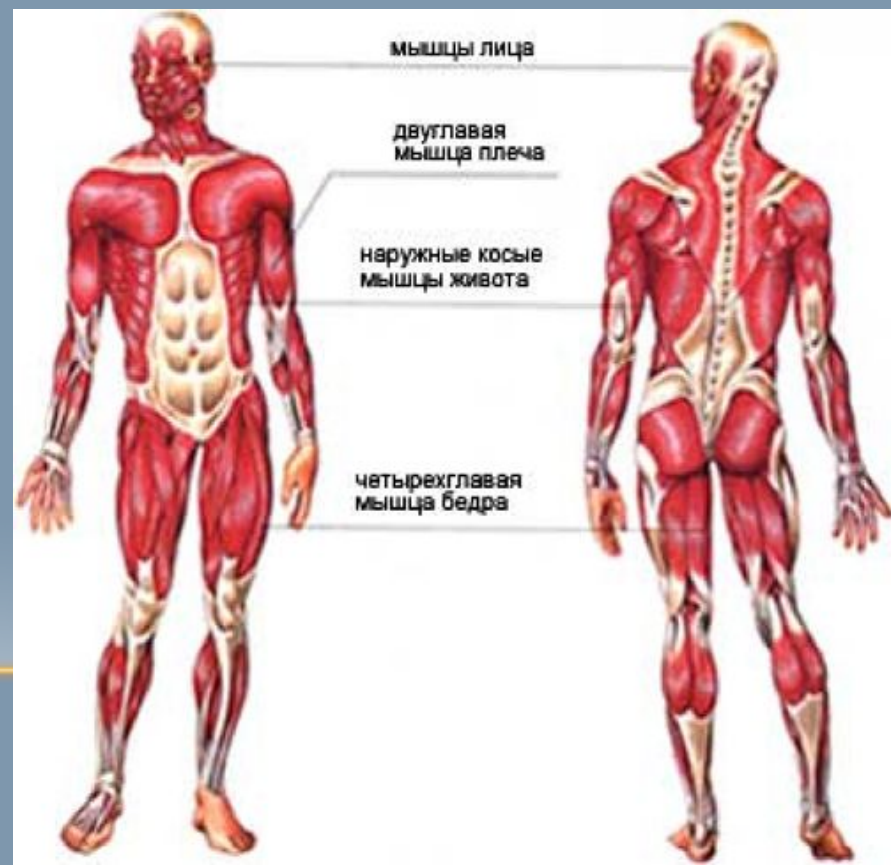
ВОЛОКНА АКТИНА
И МИОЗИНА

GGYMKU

САРКОМЕР



Мышцы или мускулы (от лат. *musculus* — мышца) — органы тела животных и человека, состоящие из упругой, эластичной мышечной ткани, способной сокращаться под влиянием нервных импульсов.



Мышечная ткань - ткань, составляющая основную массу мышц и осуществляющая их сократительную функцию.

Виды мышечной ткани:

- Гладкая мышечная ткань
- Поперечно-полосатая скелетная мышечная ткань
- Поперечно-полосатая сердечная мышечная ткань

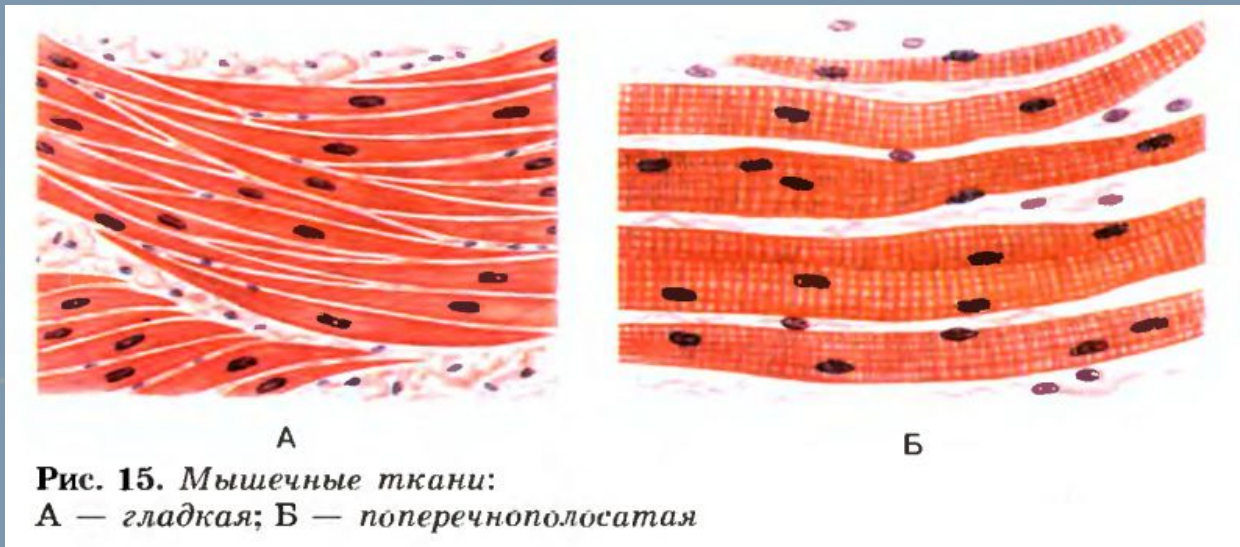
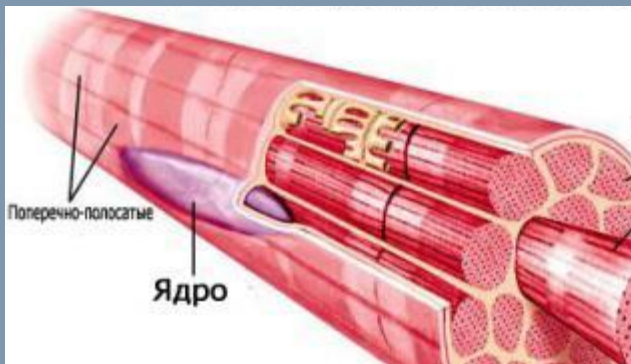
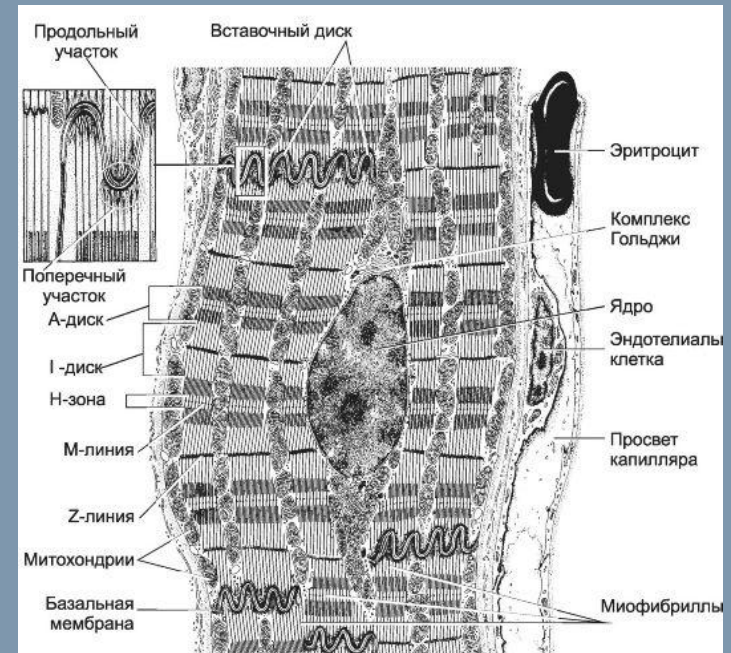


Рис. 15. Мышечные ткани:
А — гладкая; Б — поперечнополосатая

Структурно-функциональной единицей гладкой мышечной ткани внутренних органов и радужной оболочки является мышечная клетка - *миоцит*;

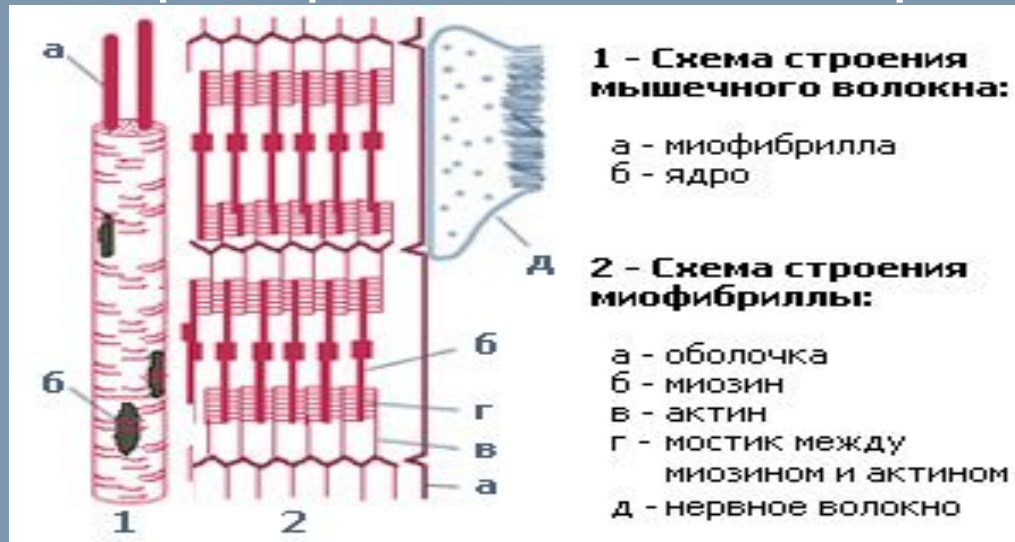


сердечной мышечной ткани - *кардиомиоцит*;



скелетной мышечной ткани - *мышечное волокно*.

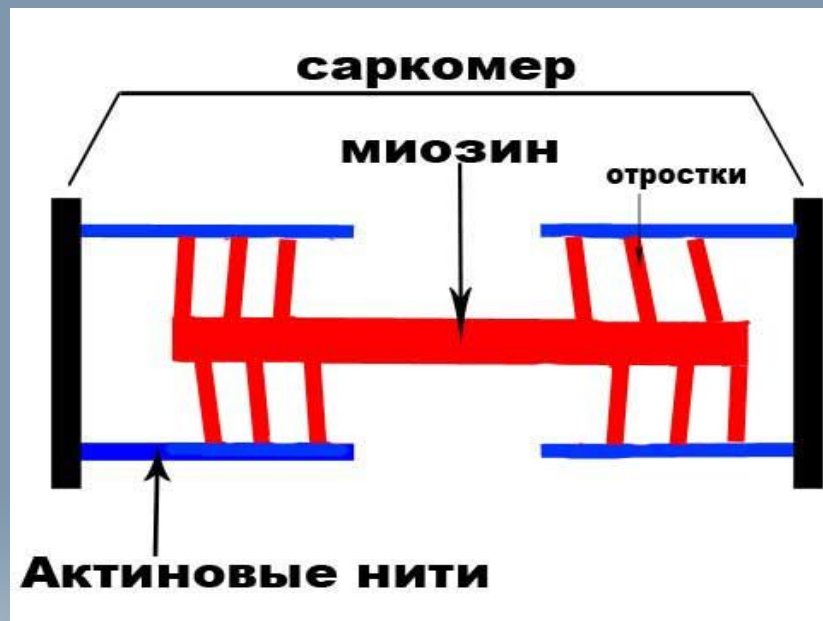
Мышечное волокно состоит, как и любая другая ткань, из клеток, имеющих форму длинных вытянутых цилиндров, которые располагаются параллельно друг другу.



Данная клетка заключена в оболочку, сарколемму, которая заполнена саркоплазмой. В саркоплазме располагаются миофибриллы отвечающие за сокращение мышц.

В зависимости от их количества различают белые и красные мышечные волокна. В саркоплазме также присутствуют митохондрии, рибосомы, комплекс Гольджи, включения липидов и прочие органеллы.

В состав саркомеров входят толстые миозиновые и тонкие актиновые нити, которые при сжатии **мышцы** слипаются, а при ее расслаблении отсоединяются.

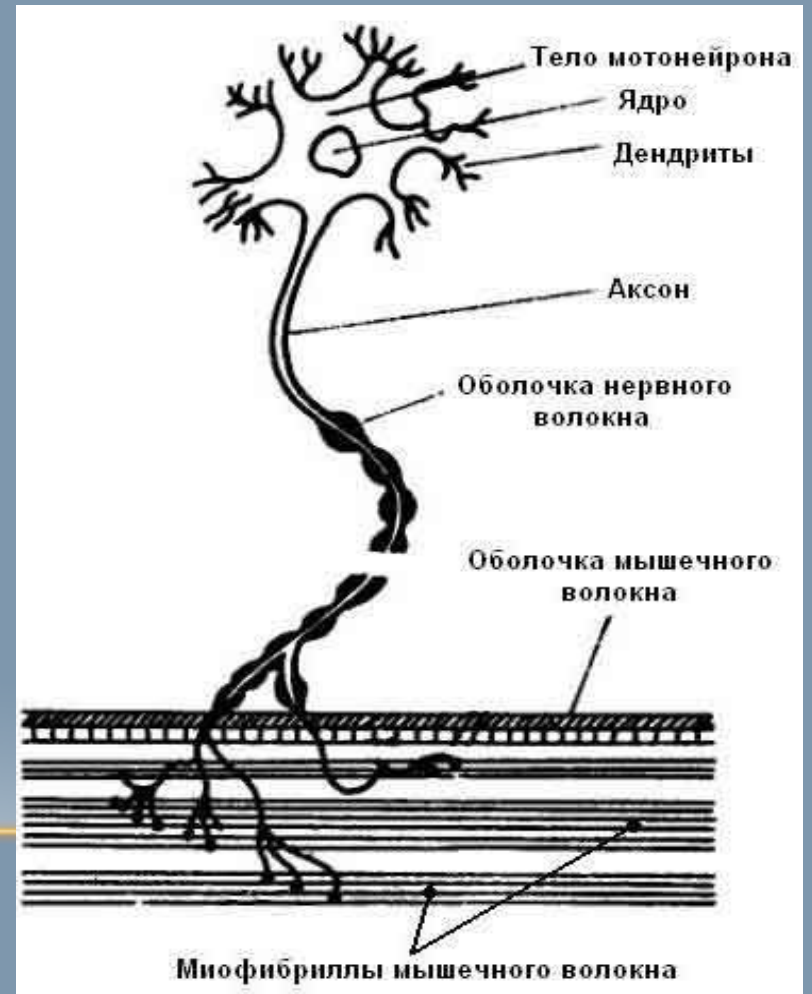


Свойства скелетных мышц

Скелетная мышца обладает следующими важнейшими свойствами:

- 1) возбудимостью — способностью отвечать на действие раздражителя изменением ионной проводимости и мембранного потенциала.
- 2) проводимостью — способностью проводить потенциал действия вдоль и в глубь мышечного волокна по Т-системе;
- 3) сократимостью — способностью укорачиваться или развивать напряжение при возбуждении;
- 4) эластичностью — способностью развивать напряжение при растягивании.

Двигательные единицы -
периферические мотонейроны и
иннервируемые ими мышечные
волокна .



Каждая **двигательная единица** - это группа мышечных волокон (миосимпластов), иннервируемых одним двигательным нейроном передних рогов спинного мозга, которые сокращаются одновременно. У человека двигательная единица, как правило, состоит из 150 (и более) мышечных волокон, причем в различных мышцах число волокон, входящих в состав двигательной единицы (иннервационное число), различно.

Различают две разновидности двигательных единиц: *медленные и быстрые*.

- **Одиночное мышечное сокращение – это ответная реакция мышечного волокна на раздражение (такое сокращение мышечного волокна возможно произвести только в искусственно созданных условиях ,в природе мышцы не отвечают одиночным мышечным сокращением)**

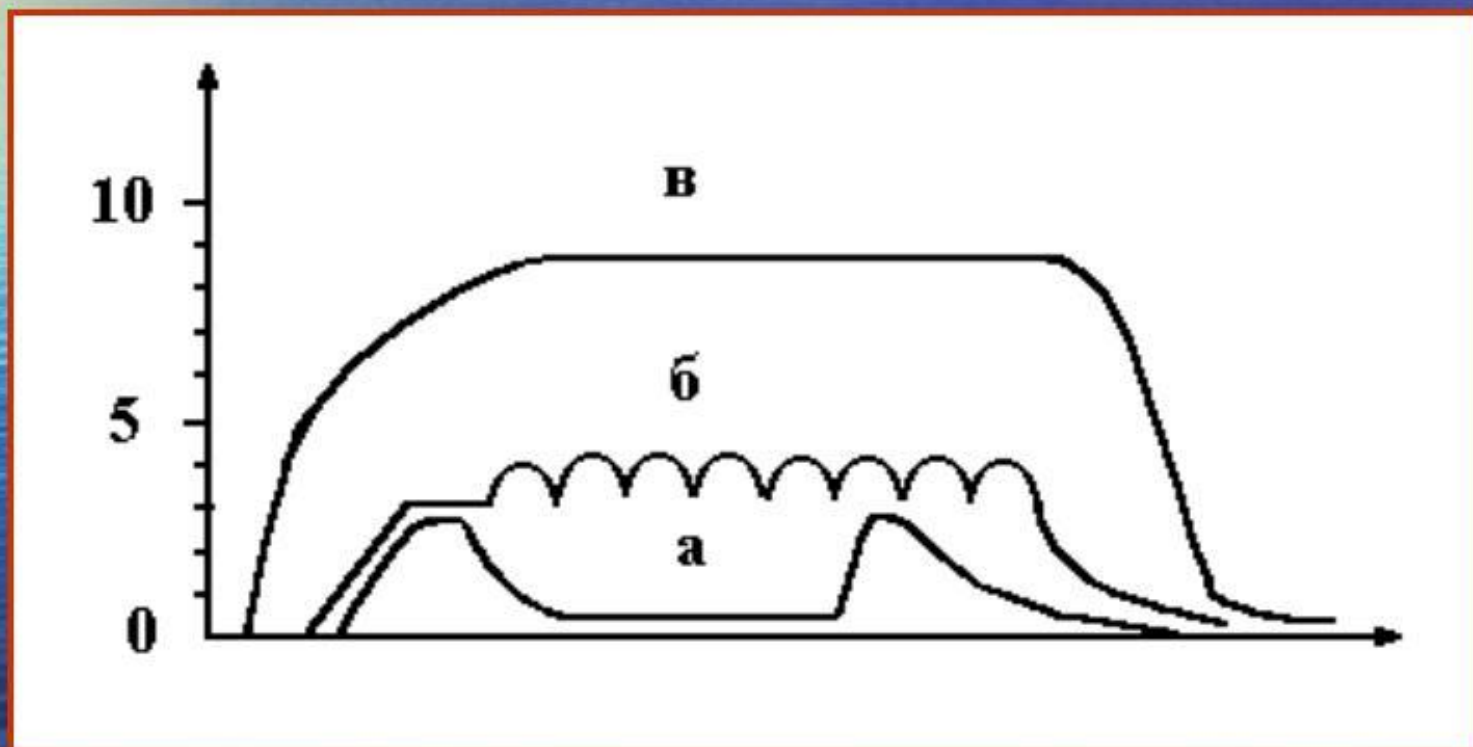
- Одиночное мышечное сокращение имеет несколько фаз:
 1. латентная фаза- это промежуток времени от начала раздражения до появления видимого сокращения (чем сильнее раздражение тем короче латентный период)
 2. укороченная фаза(фаза сокращения)- это изменение напряжения или укорочения.
 3. фаза расслабления- это фаза сокращения напряжения мышц.
 4. фаза остаточных колебаний.
-

- • изотонически – мышца укорачивается при постоянном напряжении (внешней нагрузке); изотоническое сокращение воспроизводится только в эксперименте;
- изометрически – напряжение мышцы возрастает, а ее длина не изменяется; мышца сокращается изометрически при совершении статической работы;
- ауксотонически – напряжение мышцы изменяется по мере ее укорочения; ауксотоническое сокращение выполняется при динамической преодолевающей работе.

- Тóнус (греч. τόνος — напряжение) — состояние длительного стойкого возбуждения нервных центров и мышечной ткани, не сопровождающегося утомлением. Мышечный тонус - это постоянное непроизвольное напряжение мышц, осуществляемое без участия сознания, воли человека. Это обычное нормальное состояние здоровой мышцы.
-

- Тетанус, тетаническое мышечное сокращение (др.-греч. τέτανος — оцепенение, судорога) — состояние длительного сокращения, непрерывного напряжения мышцы, возникающее при поступлении к ней через мотонейрон нервных импульсов с высокой частотой. При этом расслабления между последовательными одиночными сокращениями не происходит и возникает их суммация, приводящая к стойкому максимальному сокращению мышцы.

**Одиночные сокращения (а),
зубчатый (б),
гладкий (в) тетанус мышц**



- Различают зубчатый и гладкий тетанус. При зубчатом тетанусе каждый последующий нервный импульс воздействует на начавшую расслабляться мышцу, при этом происходит неполная суммация сокращений. При гладком тетанусе, имеющем бóльшую амплитуду, воздействие импульса происходит в конце периода укорочения, что приводит к полной суммации сокращений.

- Анатомический и физиологический поперечники характеризуют величину или функцию той или иной мышцы.
Анатомический поперечник - это площадь перпендикулярного длинной оси поперечного сечения Рис. 165 мышцы в определенном ее участке.
Физиологический поперечник - это сумма площадей поперечных сечений всех мышечных волокон, образующих мышцу (рис. 165).

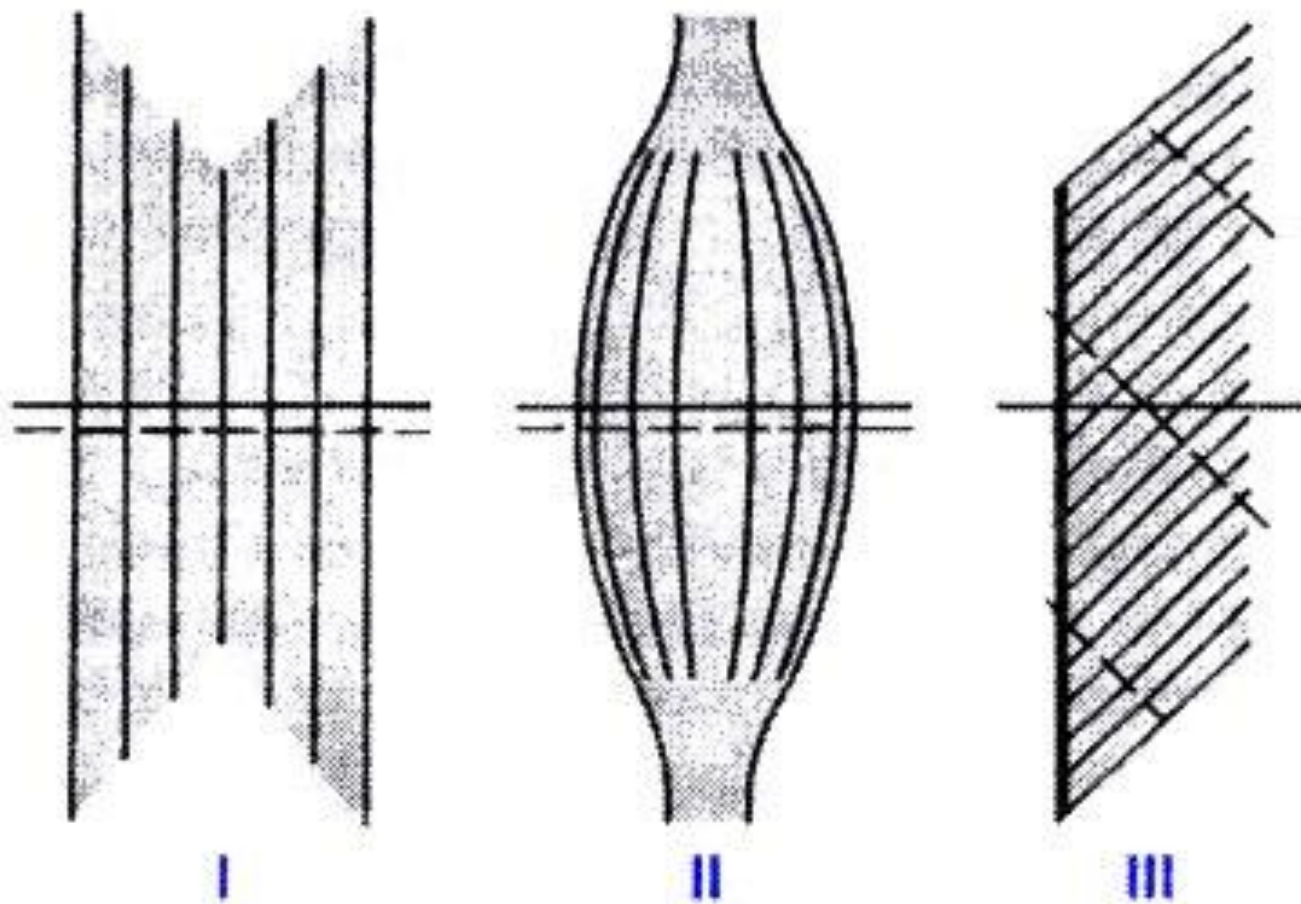


Рис. 165. Схема анатомического (сплошная линия) и физиологического (прерывистая линия) поперечников мышц различной формы:
 I – лентовидная мышца; II – веретенообразная мышца;
 III – одноперистая мышца

- Первый показатель характеризует величину мышцы, второй - ее силу. Абсолютная сила мышц вычисляется путем деления массы максимального груза (кг), который может поднять мышца, на площадь ее физиологического поперечника (см²). Этот показатель у человека для разных мышц составляет от 6,24 до 16,8 кг/см².
- При частом повторении одной и той же работы развивается рабочий динамический стереотип - система рефлекторных действий, которые формируются при постоянном повторении одних и тех же раздражителей. Рефлекторные реакции становятся автоматическими, поэтому работа становится более энергетически экономичной и менее утомительной, не требует постоянного внимания и сосредоточения. Физическая нагрузка вызывает реакцию всех органов и систем.

- Сила мышц. Сила - мера механического воздействия на мышцу со стороны других тел, которая выражается в ньютонах или кг-силах. При изотоническом сокращении в эксперименте сила определяется массой максимального груза, который мышца может поднять (динамическая сила), при изометрическом - максимальным напряжением, которое она может развить (статическая сила).
- Физиологический поперечник мышцы - длина поперечного разреза мышцы, перпендикулярного ходу ее волокон.

- **Гладкие мышцы**
- Гладкие мышцы находятся в стенках внутренних органов и кровеносных сосудов. Регуляция их тонуса и сократительной активности осуществляется эфферентными волокнами симпатической и парасимпатической нервной системы, а также местными гуморальными и физическими воздействиями.
- Особенности структуры. Гладкая мускулатура представлена практически во всех тканях и органах: сосуды, воздухоносные пути, желудочно-кишечный тракт, мочеполовая система и т.д.

- Основной структурной единицей гладких мышц является гладкомышечная клетка (ГМК), имеющая обычно удлинненную веретенообразную форму. ГМК располагаются параллельно и последовательно, образуя мышечные пучки или тяжи, и мышечные слои.



- *Механизмы мышечного сокращения*
- Функции мышц регулируются различными отделами центральной нервной системы (ЦНС), которые во многом определяют характер их разносторонней активности (фазы движения, тонического напряжения и др.). *Рецепторы* двигательного аппарата дают начало афферентным волокнам двигательного анализатора, которые составляют 30-50% волокон смешанных (афферентно-эфферентных) нервов, направляющихся в спинной мозг. Сокращение мышц вызывает импульсы, которые являются источником мышечного чувства - *кинестезии*.

- **Расщепление и ресинтез аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ).** Первичным источником энергии для сокращения мышцы служит расщепление АТФ (она находится в клеточной мембране, ретикулуме и миозиновых нитях) на аденозиндифосфорную кислоту (АДФ) и фосфорные кислоты. При этом из каждой грамм-молекулы АТФ освобождается 10 000 кал:
 - $\text{АТФ} \rightarrow \text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + 10\,000 \text{ кал.}$

- **МЫШЕЧНОЕ УТОМЛЕНИЕ С ПОЗИЦИИ ТЕОРИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ**

- Мышечное утомление — это такое состояние организма, при котором работоспособность человека временно снижена. Понижение работоспособности является главным внешним проявлением этого состояния, его основным объективным признаком. Однако работоспособность может снижаться не только при утомлении, но и при тренировке в неблагоприятных условиях среды (высокой температуре и влажности воздуха, пониженном парциальном давлении кислорода в воздухе, например в среднегорье).

-

- В. Н. Волков (1973) составил классификации клинических проявлений утомления.
- 1. Легкое утомление — состояние, которое развивается даже после незначительной по объему и интенсивности мышечной работы. Оно проявляется в виде усталости. Работоспособность при этой форме утомления, как правило, не снижается.
- 2. Острое утомление — состояние, которое развивается при предельной однократной физической нагрузке. При этом состоянии отмечается слабость, резко снижается работоспособность и мышечная сила, появляются атипичные реакции сердечно-сосудистой системы на функциональные пробы. Острое утомление чаще развивается у слабо тренированных спортсменов.

- 3. Перенапряжение — остро развивающееся состояние после выполнения однократной предельной тренировочной или соревновательной нагрузки на фоне сниженного функционального состояния организма (перенесенное заболевание, хронические интоксикации — тонзиллит, кариес зубов, гайморит и др.). Чаще это состояние развивается у квалифицированных спортсменов, которые способны благодаря хорошим волевым качествам выполнять большие нагрузки на фоне утомления. Клинически перенапряжение проявляется общей слабостью, вялостью, головокружениями, иногда обморочными состояниями, нарушением координации движений, сердцебиением.

- 4. Перетренированность — это состояние, которое развивается у спортсменов при неправильно построенном режиме тренировок и отдыха (хроническая физическая перегрузка, однообразие средств и методов тренировки, нарушение принципа постепенности увеличения нагрузок, недостаточный отдых, частые выступления в соревнованиях).
- 5. Переутомление — это уже патологическое состояние организма. Оно чаще всего проявляется в виде невроза, наблюдается, как правило, у спортсменов с неустойчивой нервной системой, эмоционально впечатлительных, при чрезмерных физических нагрузках. Клинические проявления похожи на свойственные перетренировке, но более четко выражены.

- Рис. 1. Изменение концентрации глюкозы, жирных кислот и лактата в крови при выполнении длительных упражнений

