

# \* Инженерный отчет

- \* Двигатель с автономным энергопитанием линейного типа.
- Весьма доступен и прост в обращении, надежен в работе.
- Конструкция усовершенствована опытами, проводившимися длительное время.
- Модель представляет собой разновидности топливного элемента с высоким КПД.
- Работает в широком диапазоне общедоступных топлив.
- Усиление энергии в  $10^6$  раз.
- Число выполняемых операций без капитального ремонта  $2,6 * 10^9$  раз.
- Генерирует тепло, которое утилизируется.

**Общепринятое название.....**





# Лекция 3

## \* ФИЗИОЛОГИЯ МЫШЕЧНОГО АППАРАТА

# \* Вопросы лекции

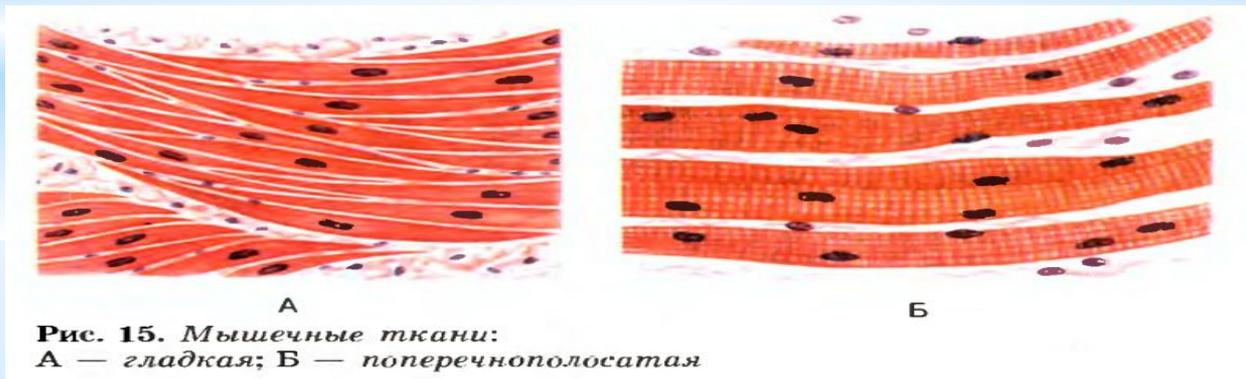
- \* 1. Элементарные структурные единицы мышечной ткани. Строение мышечного волокна. Свойства скелетных мышц.
- \* 2. Механизм мышечного сокращения
- \* 3. Двигательные единицы, их характеристика.
- \* 4. Одиночное мышечное сокращение. Тонус. Тетанус, его физиологические основы.
- \* 5. Изометрический, изотонический и ауксотонический режим работы скелетных мышц.
- \* 6. Анатомический и физиологический поперечник мышц. Сила мышц.
- \* 7. Гладкая мускулатура, ее структурные и функциональные особенности.
- \* 8. Роль АТФ в сократительном акте. Пути ресинтеза АТФ при мышечной работ.

**\* 1. Элементарные структурные единицы мышечной ткани. Строение мышечного волокна. Свойства скелетных мышц.**

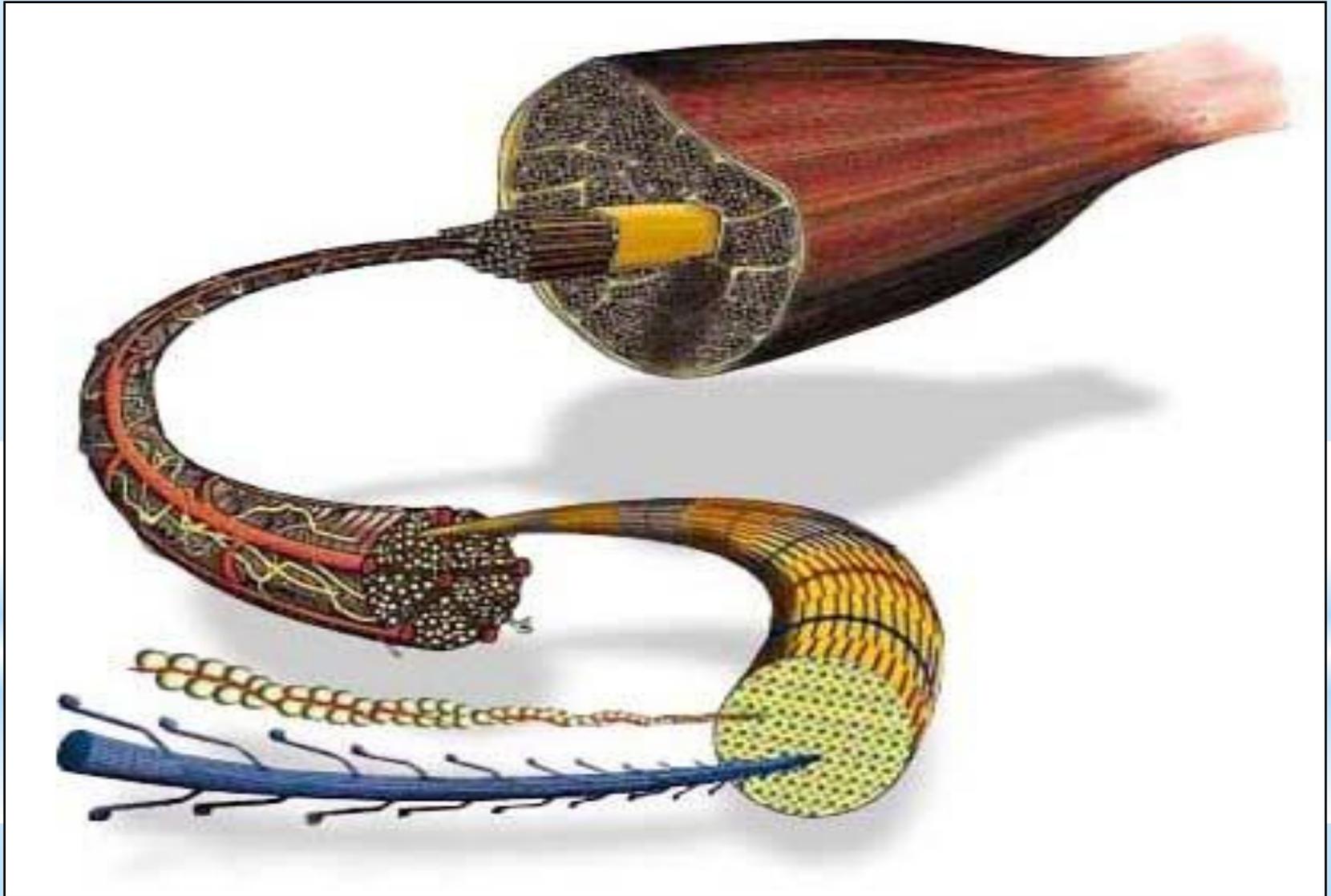
**Мышечная ткань** составляет основную массу мышц и осуществляет сократительную функцию.

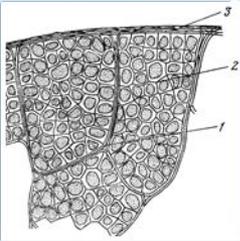
## Виды мышечной ткани:

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

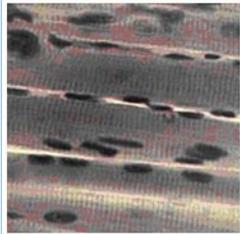


# \* Строение мышцы

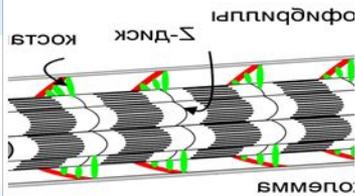




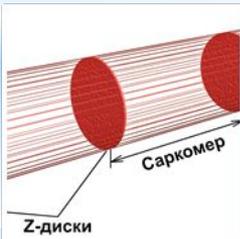
# МЫШЦА



# МЫШЕЧНЫЕ ВОЛОКНА

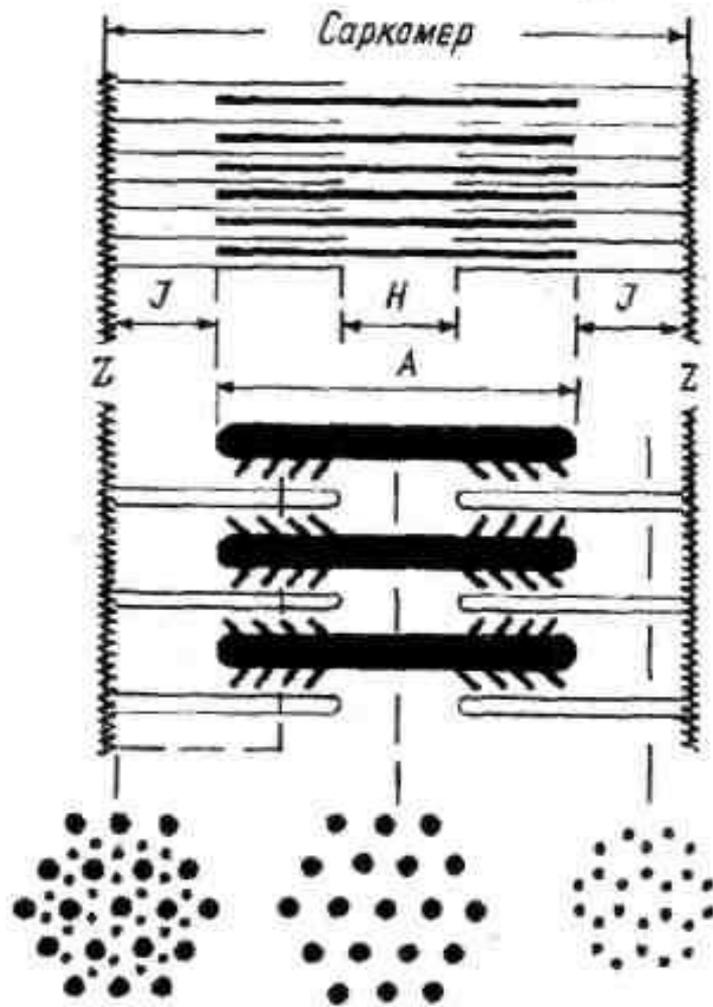


МИОФИБРИЛЛЫ, состоящие из  
МИОФИЛАМЕНТОВ (актин и миозин)



# САРКОМЕРЫ

**Рис.4.1.** Схема саркомера мышечного волокна и взаимного расположения толстых миозиновых и тонких актиновых миофиламентов.



Поперечный срез миофибриллы дает представление о гексагональном распределении актиновых и миозиновых нитей.

Z — линии, разделяющие два соседних саркомера;

J — изотропный диск;

A — анизотропный диск;

H — участок с уменьшенной анизотропностью.

## \*Свойства мышц

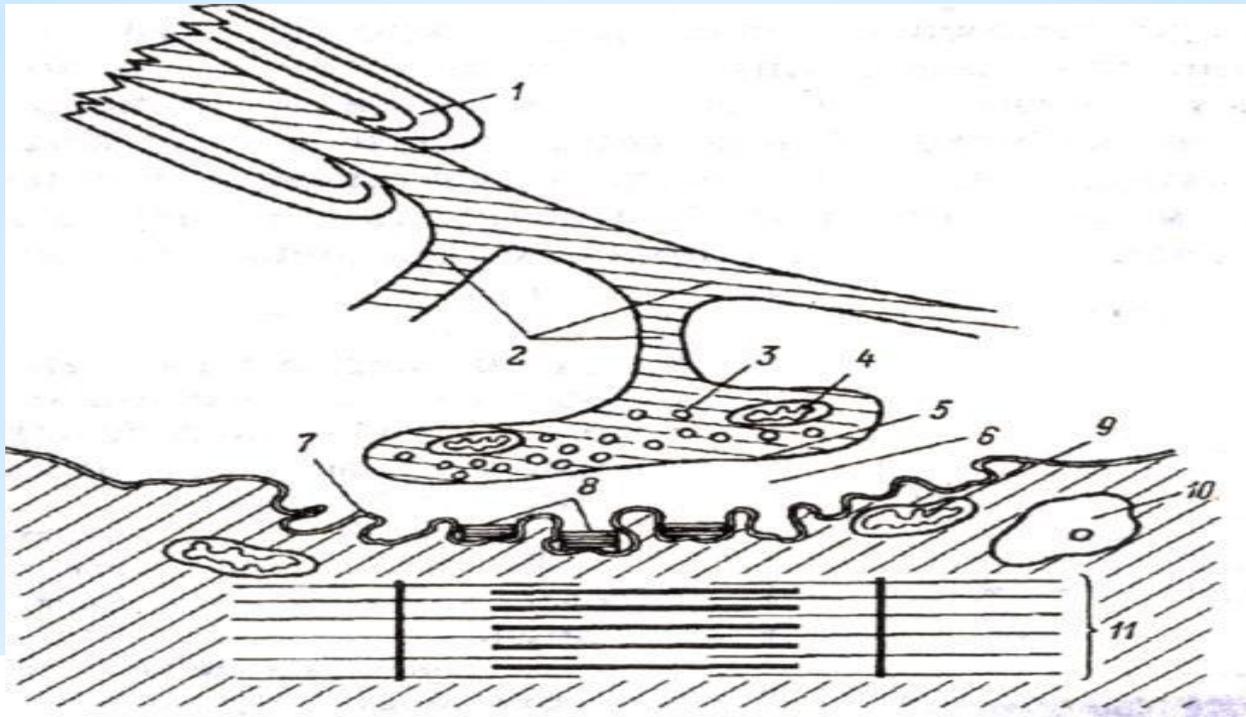
### \*1. физические

- \* растяжимость- способность менять длину
- \* эластичность- способность возвращаться к первоначальной длине после прекращения воздействия.
- \* сила-способность поднять груз
- \* способность совершать работу

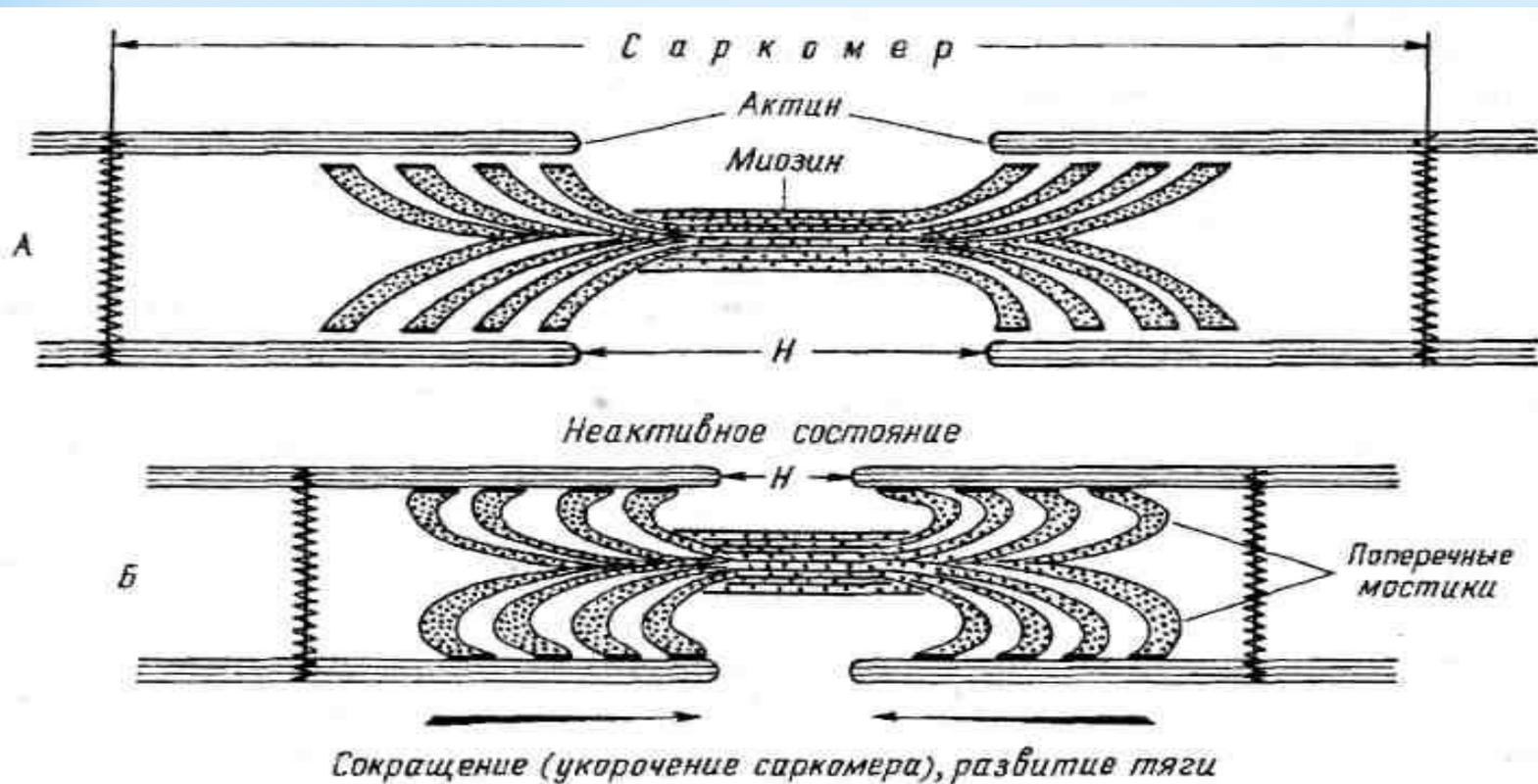
### \*2 физиологические

- \* возбудимость
- \* проводимость
- \* сократимость
- \* лабильность

## **2. Механизм мышечного сокращения**



## Строение синапса-места контакта нерва и мышцы

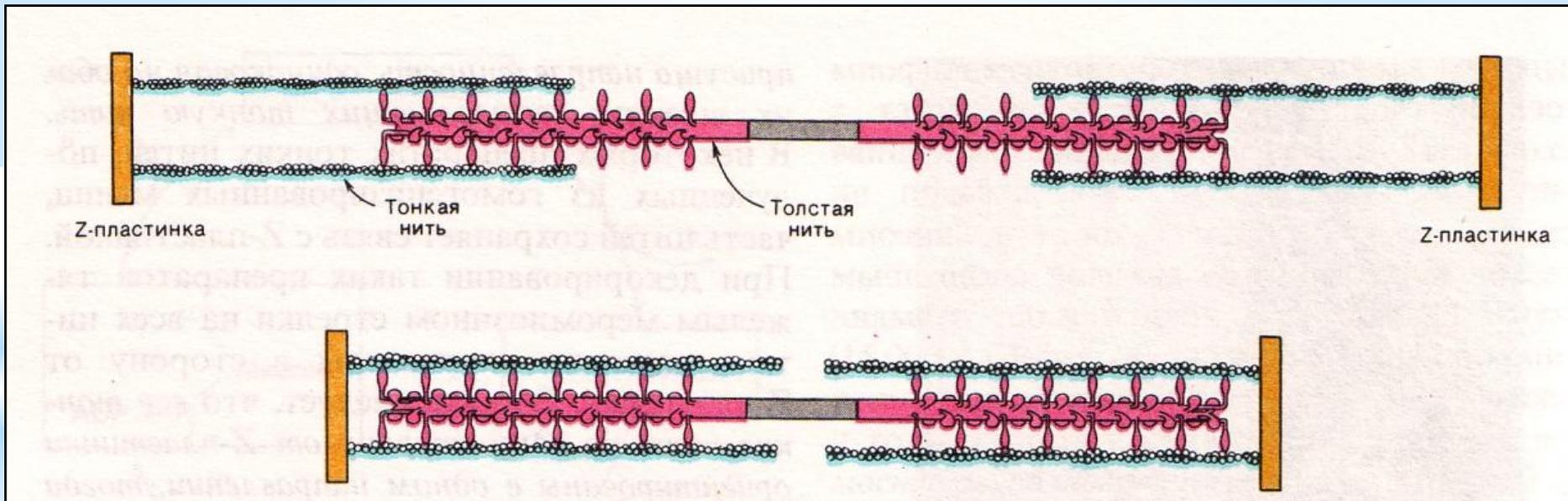


**Рис.4.3.** Сокращение мышцы.

А. Поперечные мостики между актином и миозином разомкнуты. Мышца находится в расслабленном состоянии.

Б. Замыкание поперечных мостиков между актином и миозином. Совершение головками мостиков гребковых движений по направлению к центру саркомера. Скольжение актиновых нитей вдоль миозиновых, укорочение саркомера, развитие тяги.

\* **МЕХАНИКА СОКРАЩЕНИЯ САРКОМЕРА**  
**Схема взаимодействия толстых и тонких нитей (Л. Страйер, 1985)**



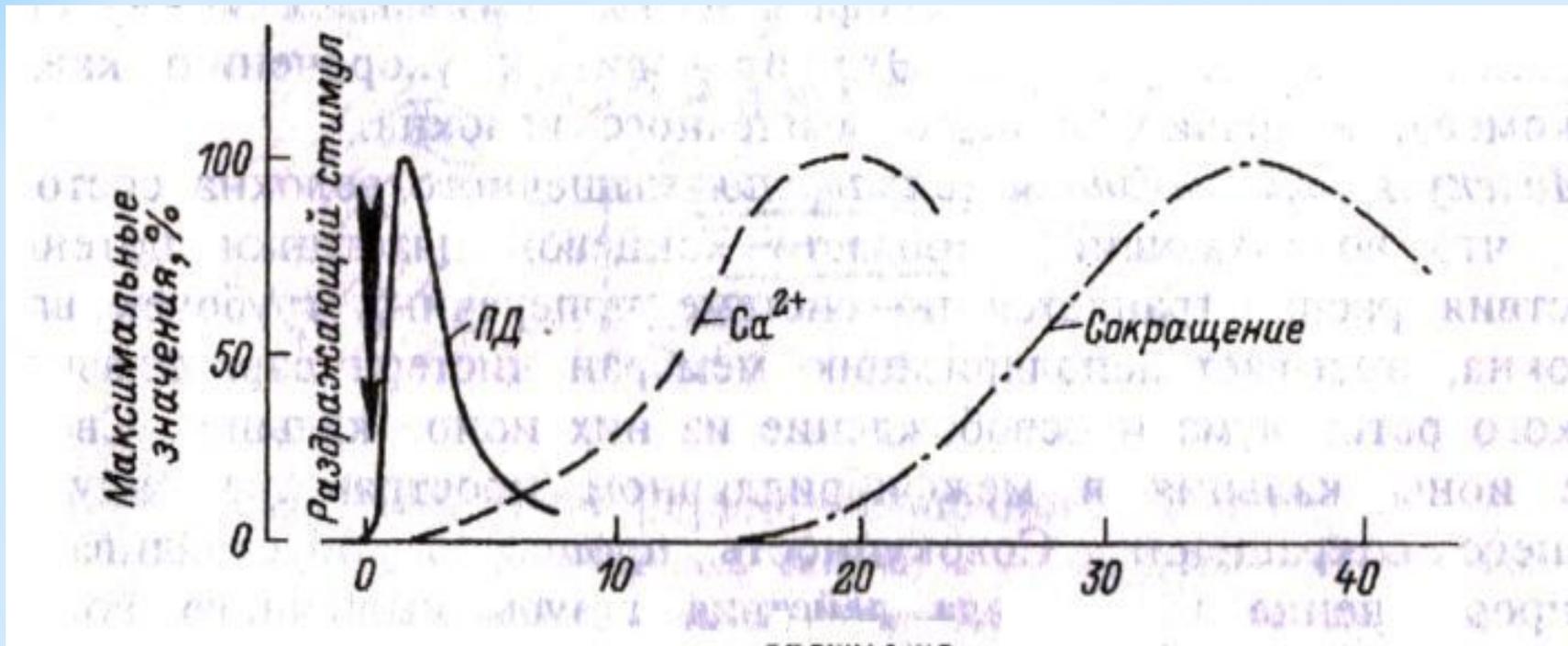
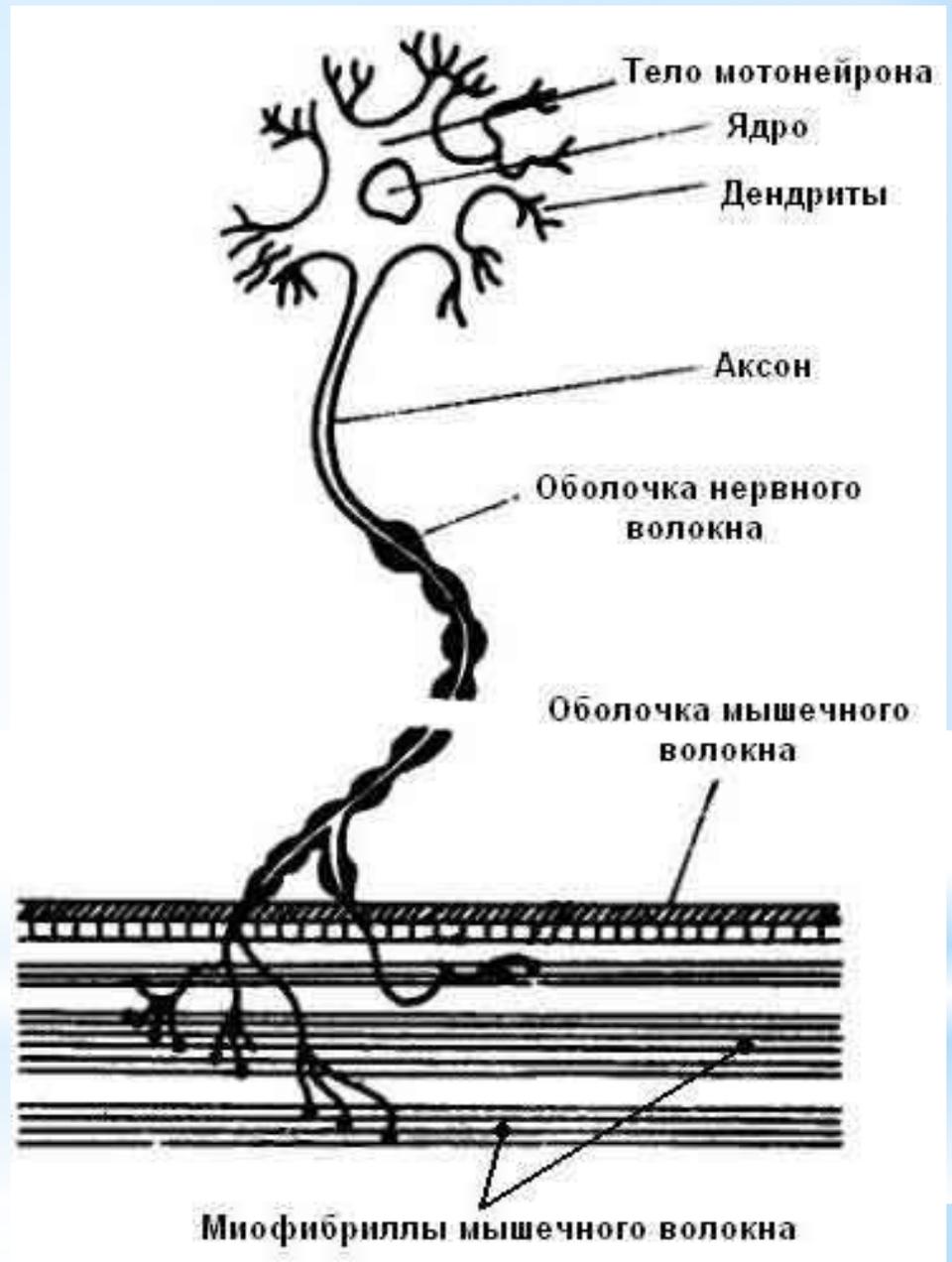


Схема временной последовательности развития потенциала действия (ПД), освобождения ионов кальция ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и развития изометрического сокращения мышцы

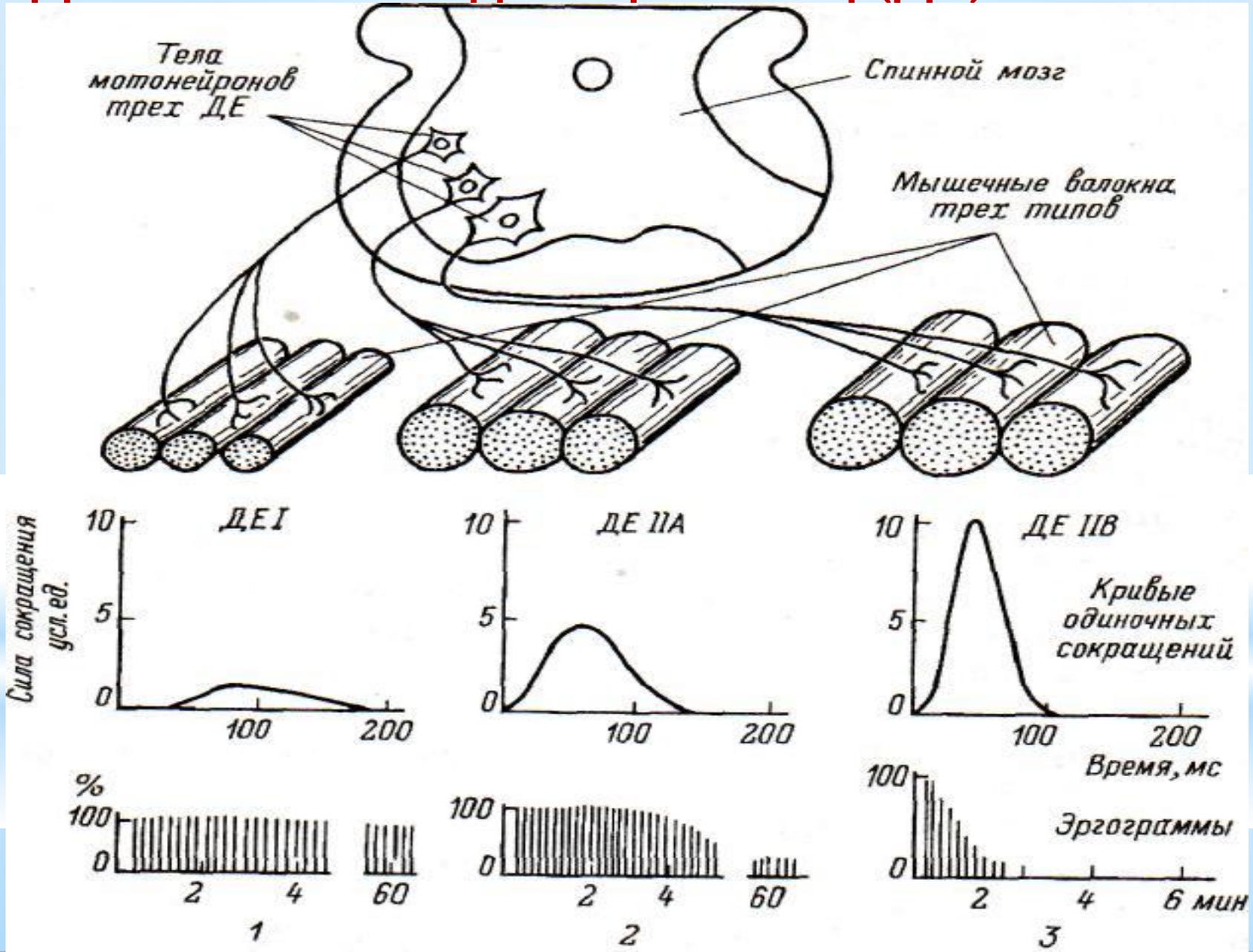
- \* При однократном движении поперечных мостиков вдоль актиновых нитей (гребковые движения) саркомер укорачивается примерно на 1 % его длины. Для полного изотонического сокращения мышцы необходимо совершить 60 таких «гребковых» движений.
- \* С увеличением скорости укорочения мышцы число одновременно прикрепленных мостиков в каждый момент времени уменьшается (уменьшение силы сокращения мышцы при увеличении скорости ее укорочения).

# **\* 3. Двигательные единицы, их характеристика**

**Двигательные единицы (ДЕ) - периферические мотонейроны и иннервируемые ими мышечные волокна.**



# Двигательные единицы мышц (ДЕ) и их типы



**\*4.Одиночное мышечное  
сокращение. Тонус.  
Тетанус, его  
физиологические  
ОСНОВЫ.**

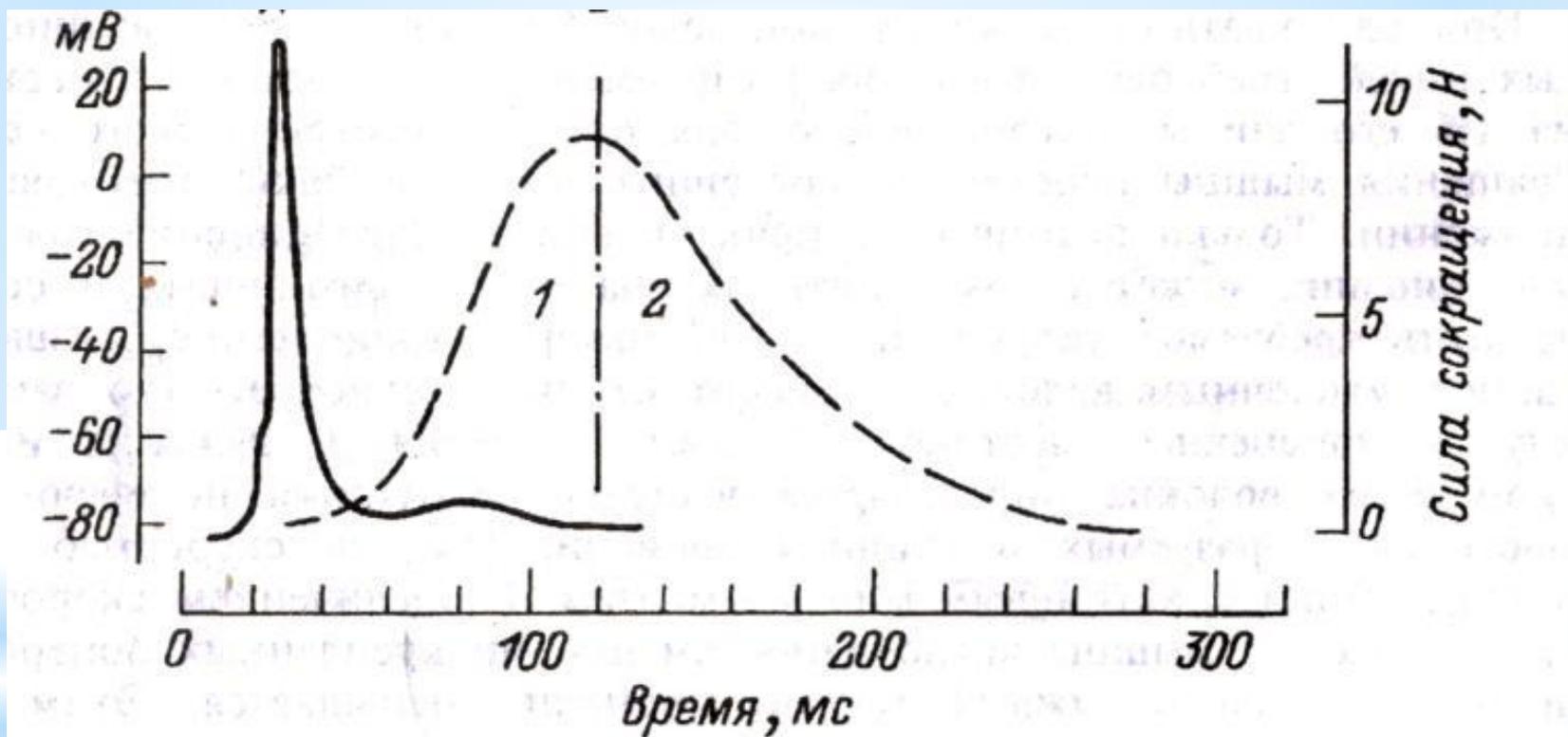
\* Одиночное мышечное сокращение имеет несколько фаз:

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.



**Рис.4.5.** Развитие во времени потенциала действия (А) и изометрического сокращения мышцы, приводящей большой палец кисти (Б).

1 — фаза развития напряжения; 2 — фаза расслабления.

\*Тóнус (греч. τόνος – напряжение) – состояние длительного стойкого возбуждения нервных центров и мышечной ткани, не сопровождающееся утомлением.

Мышечный тонус - это постоянное непроизвольное напряжение мышц, осуществляемое без участия сознания, воли человека, обычное нормальное состояние здоровой мышцы.

# Формирование тетануса в зависимости от частоты раздражения



# Тетанус

-длительное сокращение мышцы, сила которого превышает силу одиночного сокращения.

\* **Зубчатый тетанус** - наличие неполного расслабления перед очередным раздражением.

\* **Гладкий тетанус**- отсутствие расслабления при сокращении.

**\* 5. Изометрический,  
изотонический и  
ауксотонический режим  
работы скелетных мышц**

# Режимы сокращения мышц



Изотонический режим



Изометрический режим



Смешанный режим

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

\* Работа мышцы равна весу груза, поднятого на определенную высоту.

$$* A = P \text{ (кг)} \times H \text{ (м)}$$

\* Правило оптимальных нагрузок

**6. Анатомический и  
физиологический  
поперечник мышц.  
Сила мышц.**

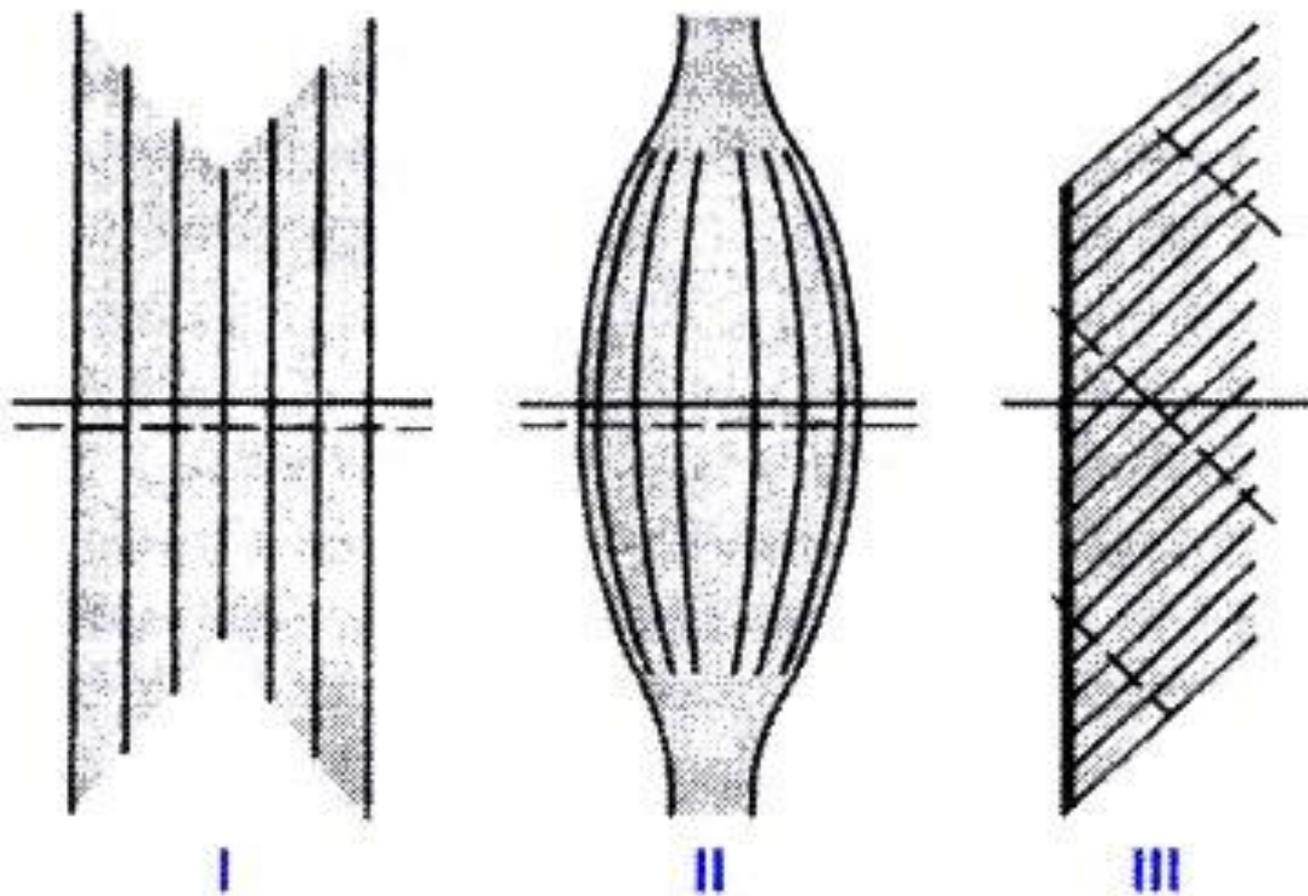


Рис. 165. Схема анатомического (сплошная линия) и физиологического (прерывистая линия) поперечников мышц различной формы:  
 I – лентовидная мышца; II – веретенообразная мышца;  
 III – одноперистая мышца

**\* Анатомический поперечник** -  
это площадь перпендикулярного  
сечения длинной оси мышцы.

**\* Физиологический поперечник**  
- это сумма площадей  
поперечных сечений всех  
мышечных волокон, образующих  
мышцу.

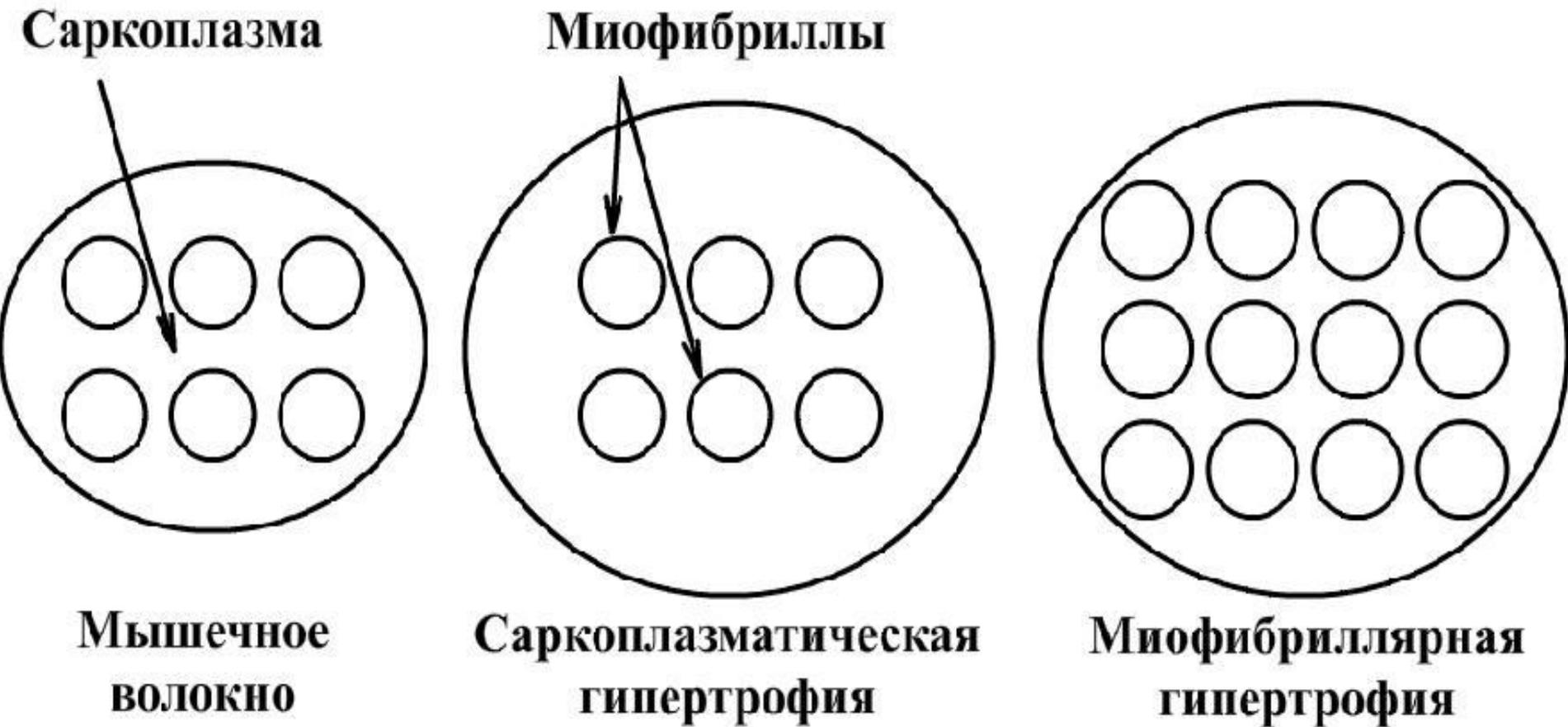
# Сила икроножной мышцы

1 мышечное волокно развивает  
напряжение 100-200 мг

1 ДЕ содержит 2000 мышечных волокон -  
развивает напряжение 200-400 мг

Икроножная мышца содержит 1000 ДЕ -  
развивает напряжение 200-400 кг

# Типы гипертрофии скелетных мышц



# **7. Гладкая мышечная, ее структурные и функциональные особенности**

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



# Свойства гладкой мускулатуры

1. эластичность- способность сохранять длину, приданную при растяжении

2. автоматия-способность к произвольному сокращению

3. высокая чувствительность к химическим веществам

**8. Роль АТФ в  
сократительном акте.  
Пути ресинтеза АТФ при  
мышечной работ.**

# Пути ресинтеза АТФ

## АНАЭРОБНЫЕ ПУТИ

1. Фосфагенная система (Креатинфосфатный путь)



2. Гликолитическая система (Лактатный путь)

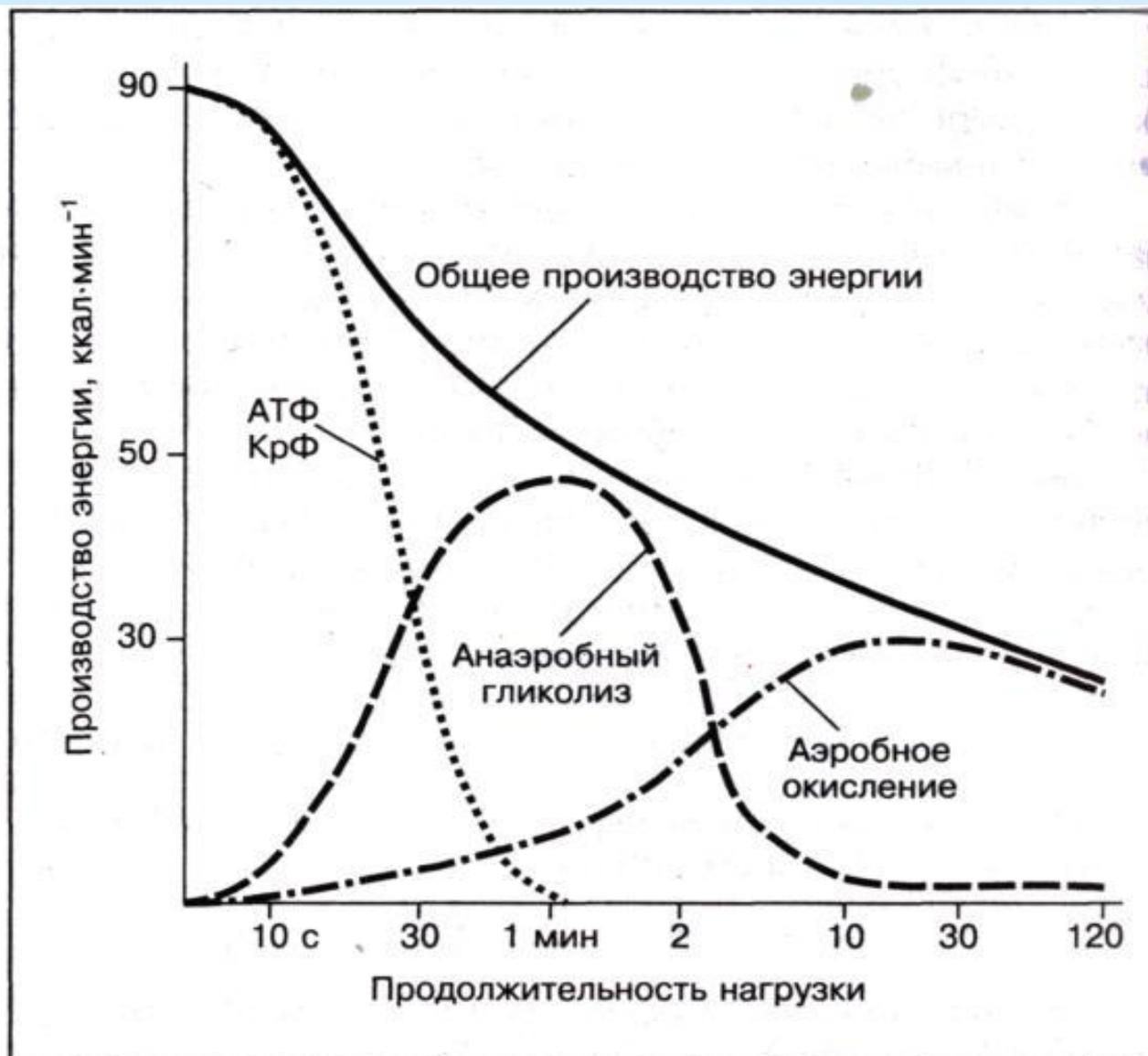
$\text{АДФ} + \text{Ф} = \text{АТФ}$  (2 молекулы АТФ из молекулы глюкозы)

## АЭРОБНЫЙ ПУТЬ

3. Окислительная система (Окислительное фосфорилирование)

$\text{АДФ} + \text{Ф} = \text{АТФ}$  (36 молекул АТФ из молекулы глюкозы):

**Итог: 38 молекул АТФ из 1 молекулы глюкозы.**



**Рис. 130**

Последовательность и вклад механизмов анаэробного и аэробного энергообразования в энергетику различных упражнений

# **9. Утомление при мышечной нагрузке, его профилактика**

## \* 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.

**\*Спасибо за внимание!!!**