

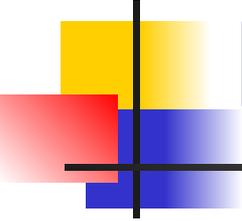
Двигательная активность и здоровье





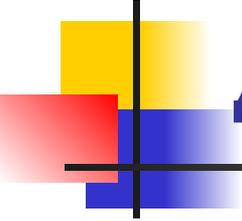
План

- Гипокинезия и двигательная активность.
- Физические свойства скелетных мышц. Сила и работа мышц.
- Физиологические свойства скелетных мышц. Режим мышечных сокращений.
- Механизм одиночного мышечного сокращения.
- Утомление мышц. Понятие об активном отдыхе.
- Тренировка. Нагрузка. Вработывание.



Гипокинезия

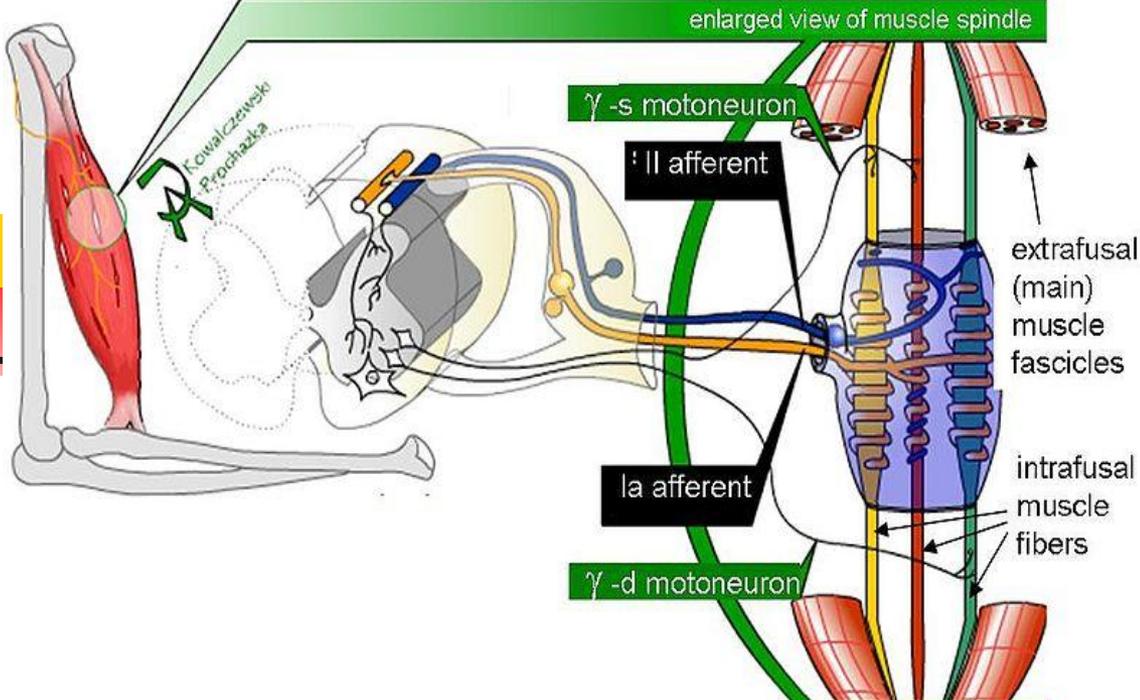
- состояние организма, обусловленное недостаточностью двигательной активности.
- Причины гипокинезии могут быть как объективными (физиологическая, профессиональная, клиническая), так и субъективными (привычно-бытовая, школьная, отчасти — климатогеографическая).
- При гиподинамии снижается сила сердечных сокращений в связи с уменьшением венозного возврата в предсердия, сокращаются минутный объем, масса сердца и его энергетический потенциал, ослабляется сердечная мышца, снижается количество циркулирующей крови в связи с застаиванием ее в депо и капиллярах. Тонус артериальных и венозных сосудов ослабляется, падает кровяное давление, ухудшаются снабжение тканей кислородом (гипоксия) и интенсивность обменных процессов (нарушения в балансе белков, жиров, углеводов, воды и солей).
- Уменьшается жизненная емкость легких и легочная вентиляция, интенсивность газообмена.



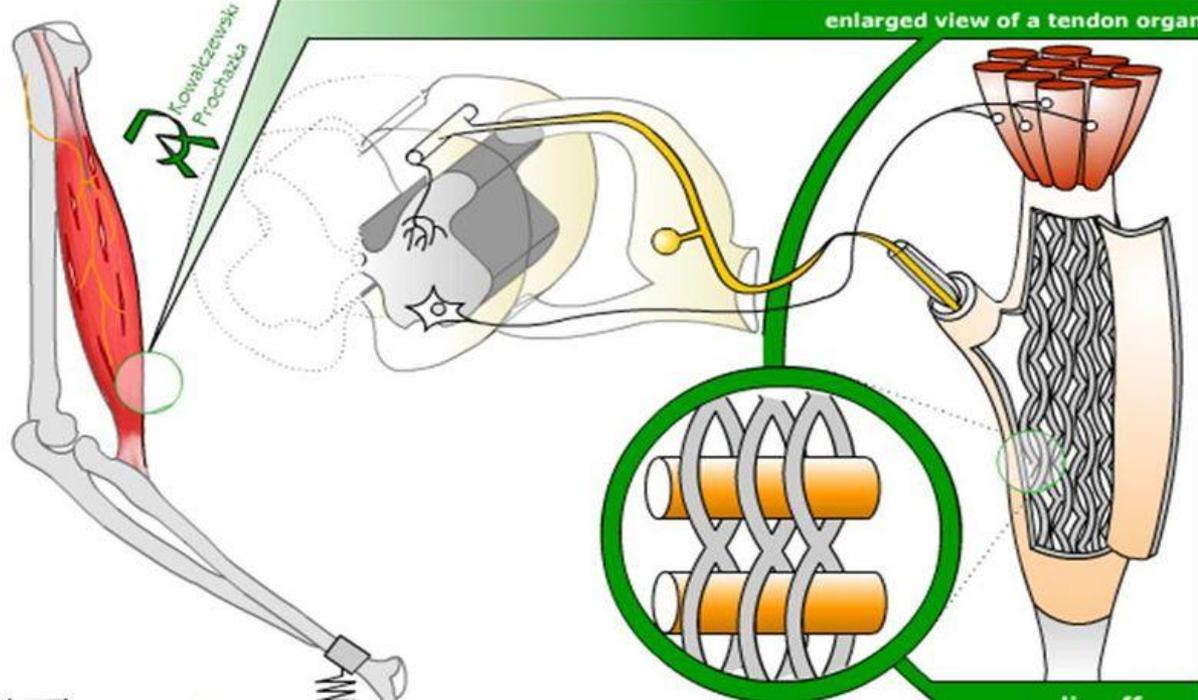
минимум физической нагрузки для сохранения здоровья

- В течении недели на двигательную активность у школьников должно приходиться 14 ч, у студентов – 8, у взрослых – 14ч.
- Минимум физической активности можно обеспечить, если после каждого часа работы делать 3-5 минутные перерывы, во время которых вставать с рабочего места и пройтись по комнате; по возможности, не пользоваться лифтом или эскалатором; во время выходных отдавать предпочтение активному отдыху и т.д.

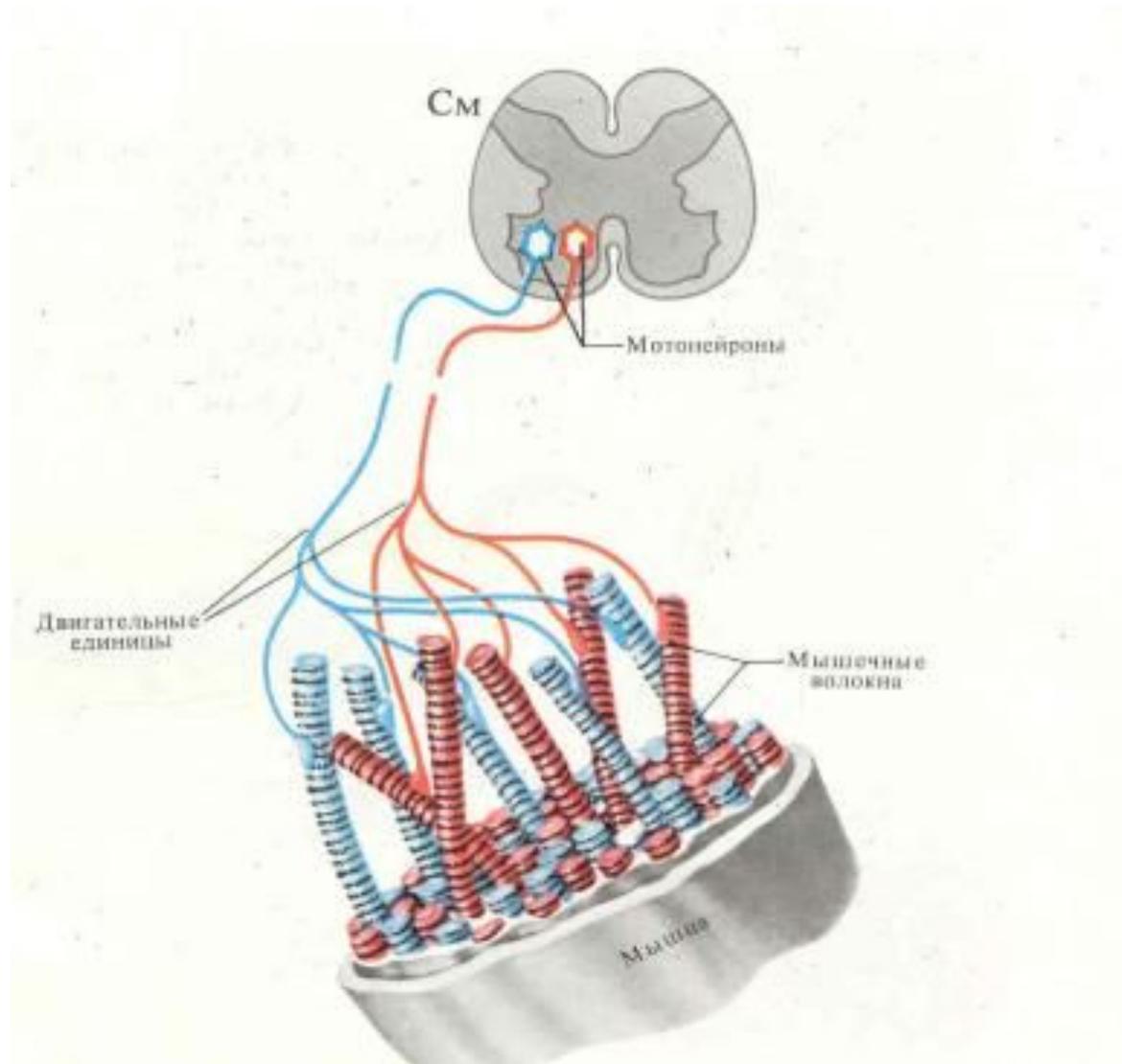
enlarged view of muscle spindle



enlarged view of a tendon organ



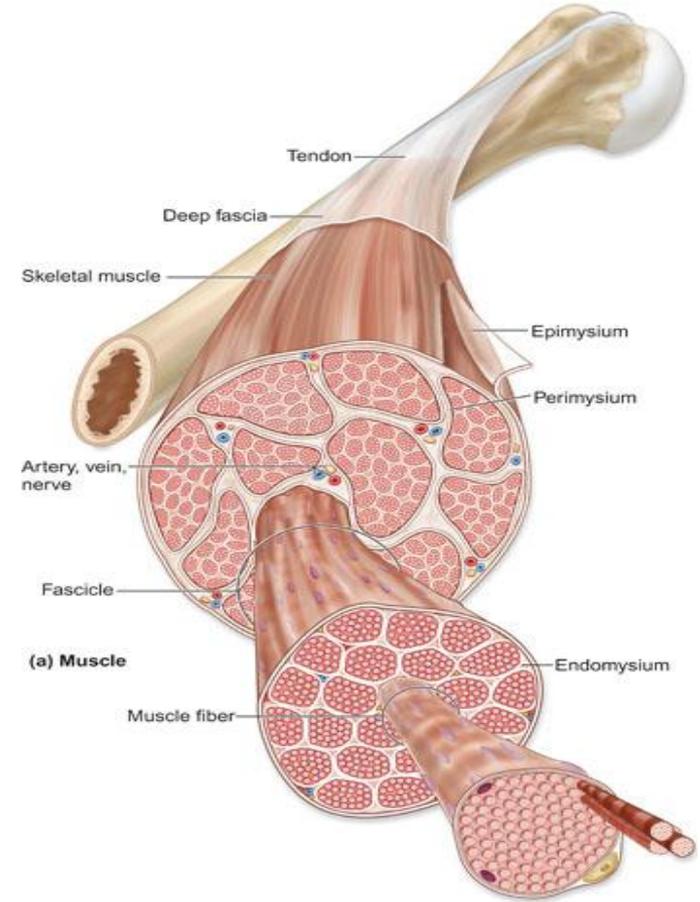
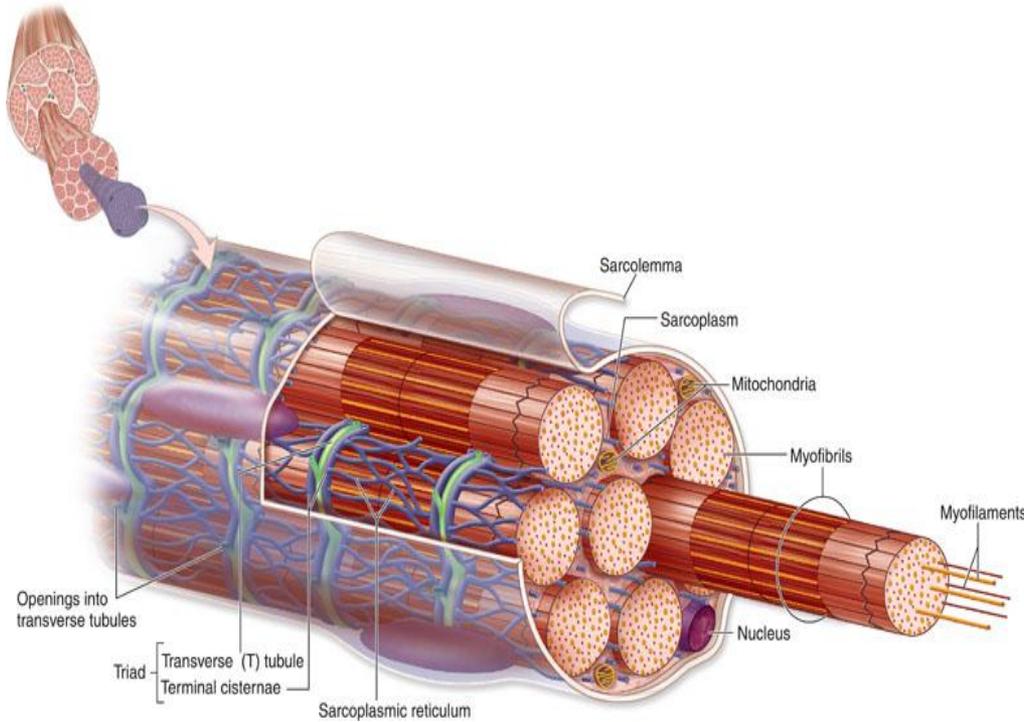
Строение моторной единицы



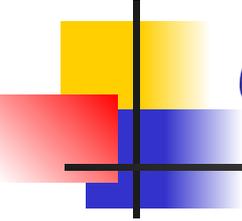
Строение скелетной мышцы

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

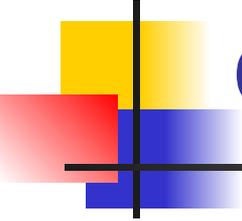


Физические свойства скелетных мышц



- 1. *Растяжимость* - способность мышцы изменять свою длину под действием растягивающей ее силы.
- 2. *Эластичность* - способность мышцы принимать свою первоначальную длину после прекращения действия растягивающей или деформирующей силы.
- 3. *Сила* мышцы. Она определяется максимальным грузом, который мышца в состоянии поднять и выражается в ньютонах или кг-силах.

Физиологические свойства скелетных мышц



- Возбудимость
- Проводимость
- Сократимость - способность мышцы изменять свою длину или напряжение в ответ на действие раздражителя.
- Лабильность - лабильность мышцы равна 200-300 Гц.

Режимы мышечных сокращений



Изотонический режим



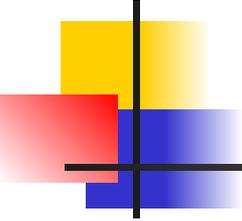
Изометрический режим



Смешанный режим

Сила мышц

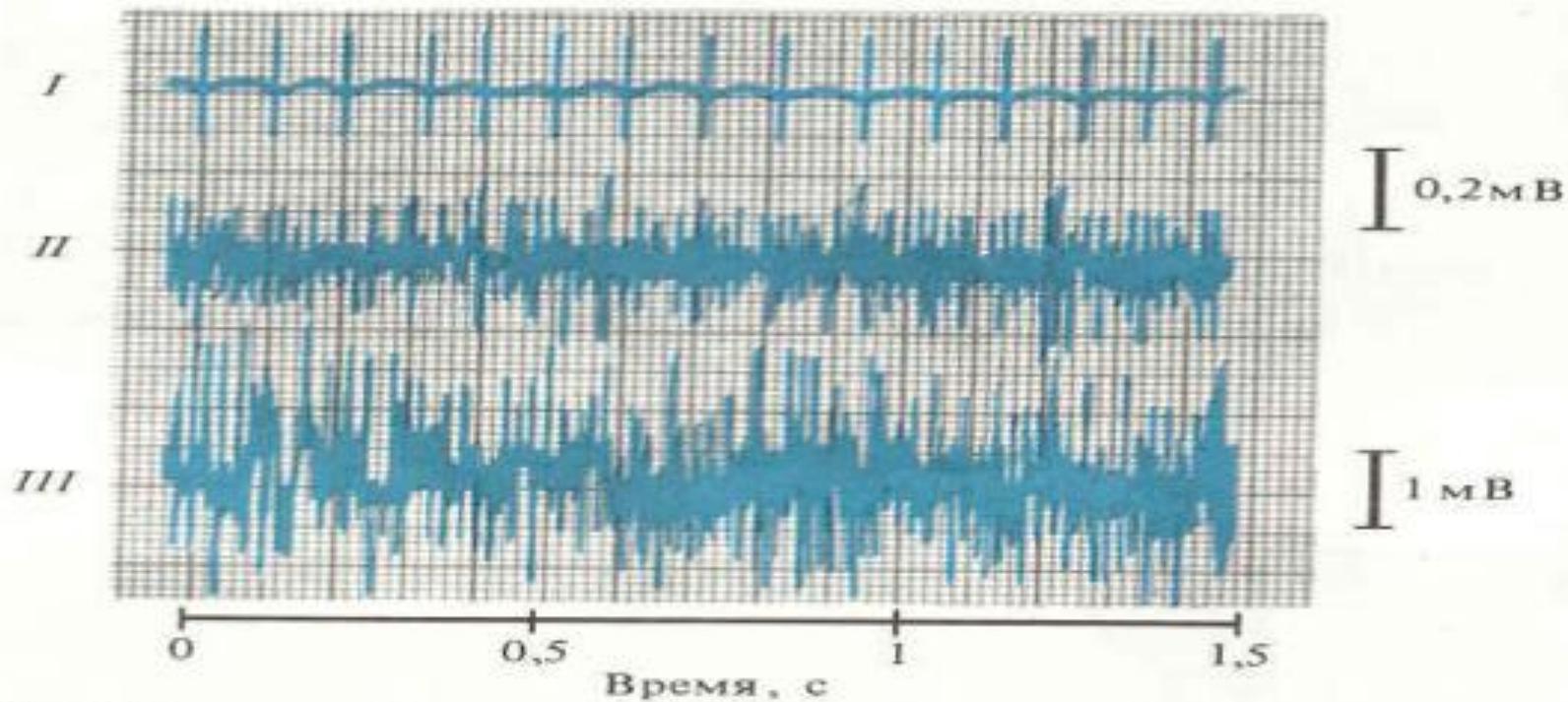
- При изотоническом сокращении сила определяется массой максимального груза, который мышца может поднять (**динамическая сила**)
- при изометрическом - максимальным напряжением, которое она может развить (**статическая сила**). Изометрически сокращающаяся мышца развивает максимально возможное для нее напряжение в результате активации всех мышечных волокон.
- Отношение максимальной силы мышцы к ее анатомическому поперечнику называется **относительной силой мышцы**, измеряемой в кг/см².
- Сравнительным показателем силы разных мышц является **абсолютная мышечная сила** - отношение максимальной силы мышцы к ее физиологическому поперечнику, т.е. максимальный груз, который поднимает мышца, деленный на суммарную площадь всех мышечных волокон. В процессе мышечной работы поперечник мышцы увеличивается и, следовательно, возрастает сила данной мышцы.



Сила мышц зависит :

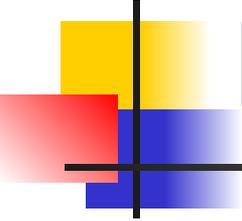
- от длины мышцы (длинные мышцы сокращаются на большую величину, чем короткие);
- от степени растяжения мышцы (при сильном растяжении мышцы сила её снижается);
- от утомления мышцы;
- от числа мышечных волокон, составляющих мышцу;
- от площади их поперечного сечения.

ЭМГ при разной силе сокращения



Электромиограмма скелетной мышцы человека при разной силе сокращения:

I — потенциалы действия, генерируемые одной двигательной единицей, *II* — потенциалы действия, генерируемые несколькими двигательными единицами при небольшом напряжении мышцы, *III* — увеличение числа работающих двигательных единиц при нарастании напряжений



Работа мышц

Произведение груза на величину укорочения мышцы: **$A = P \times h$** ; работа совершается при смешанном (ауксотоническом) режиме сокращения.

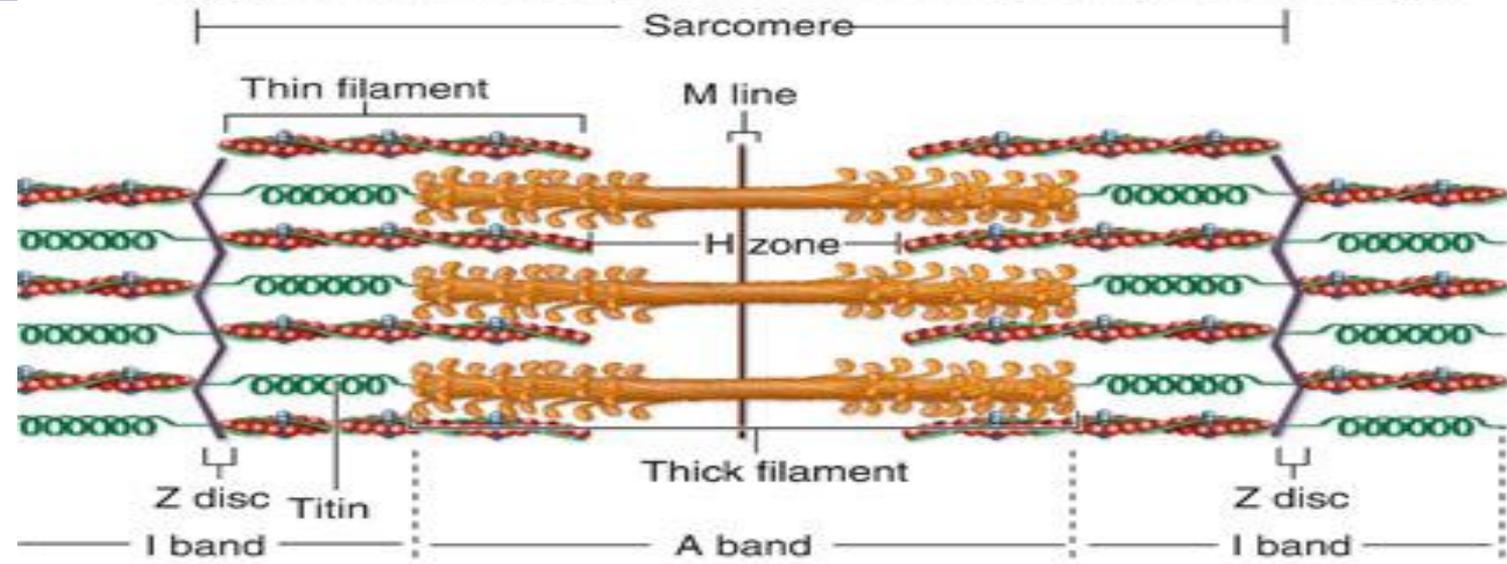
Наибольшая работа совершается при средних нагрузках (правило средних нагрузок)

Виды работы

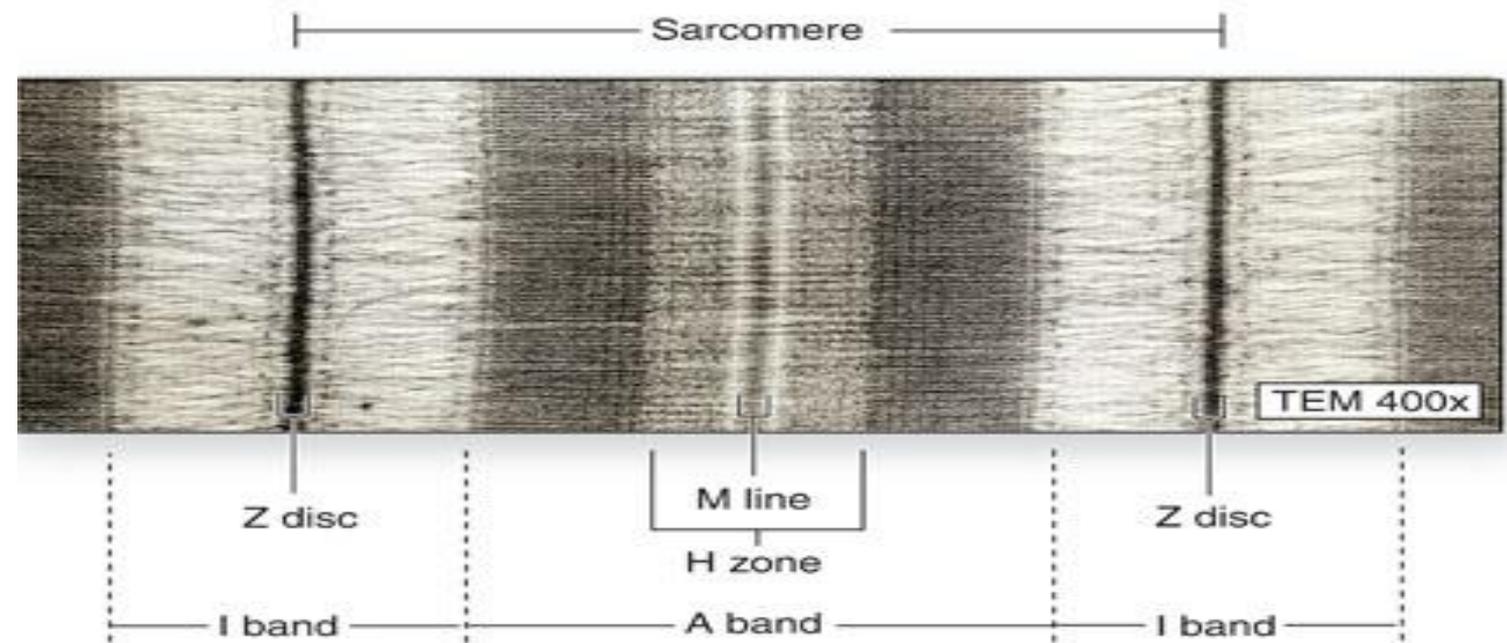
- Динамическая – работа при перемещении груза
- Статическая – при удержании груза
- Уступающая – при опускании груза
- Локальная – в работе участвует $< 1/3$ мышц
- Региональная – участвует до $2/3$ мышц
- Общая – выполняется более $2/3$ мышц

рис. 5/10. Характер функционирования двигательных единиц при разных видах нагрузки.
А — одновременное функционирование; Б — поочередное



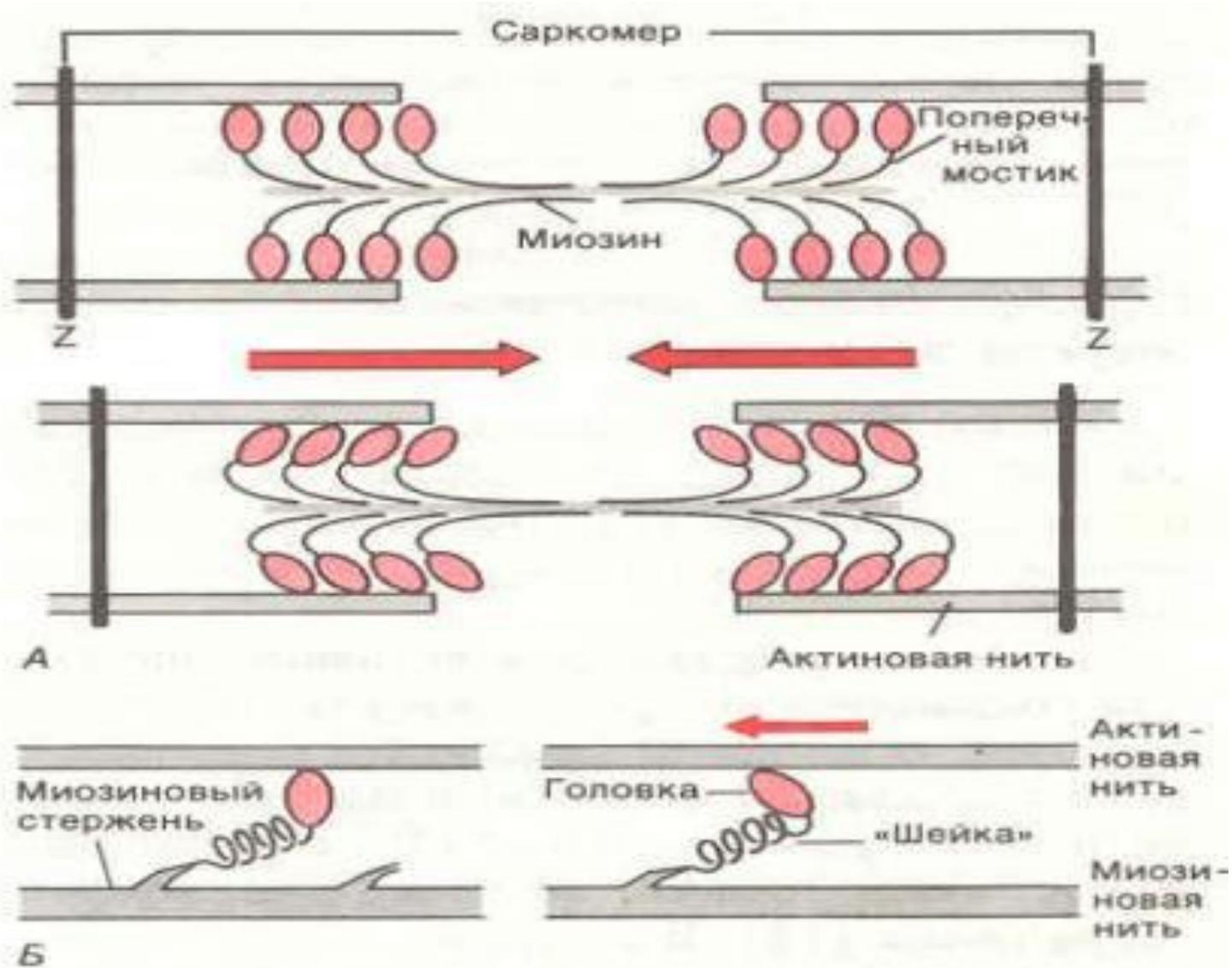


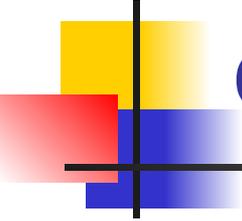
b)



c)

Поперечные мостики и механизм сокращения

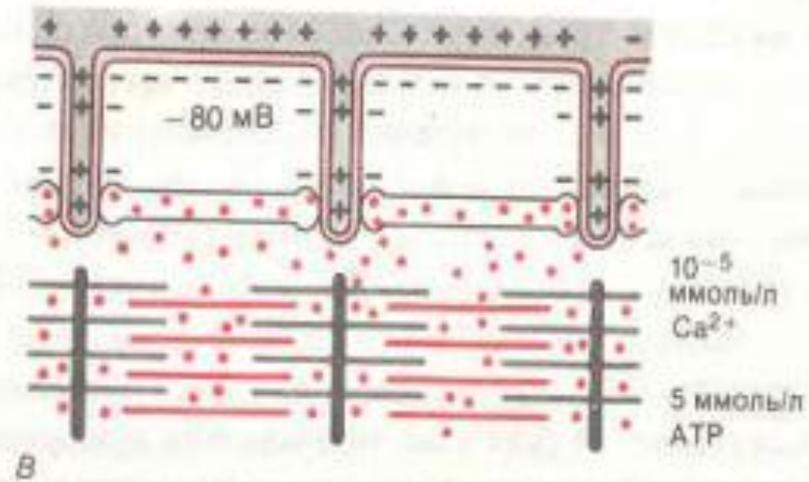
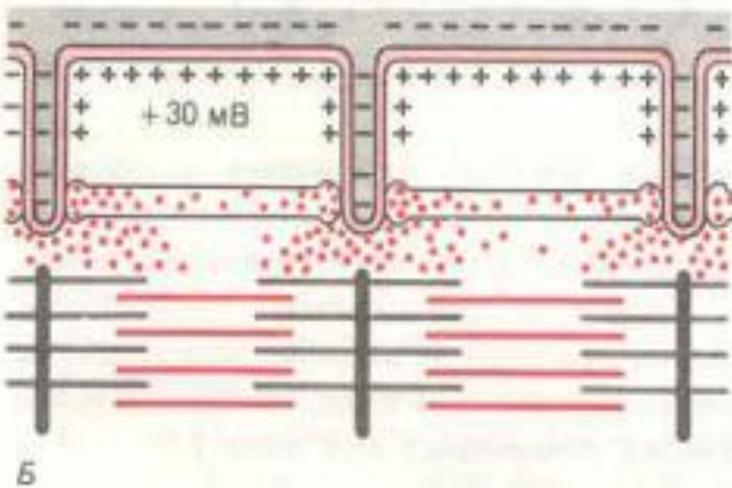
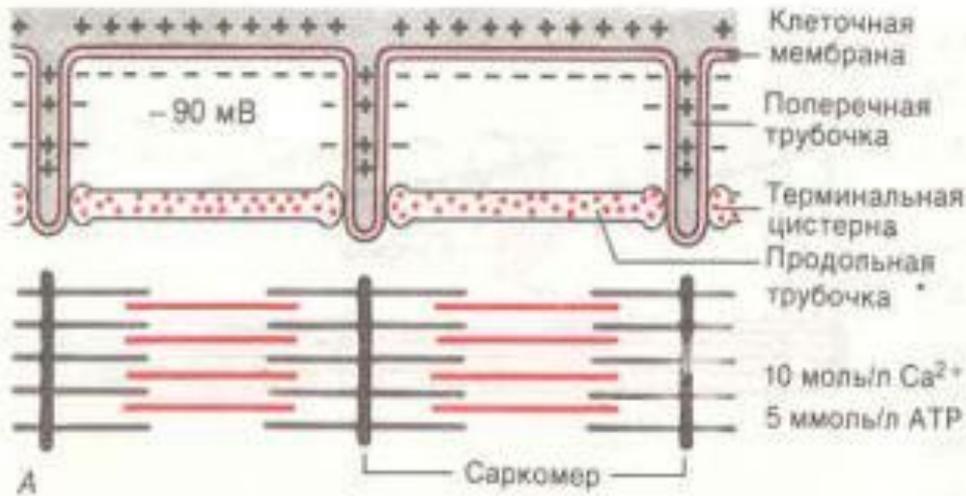




Электромеханическое сопряжение (ЭМС)

- Сокращение – результат возбуждения мембраны мышечного волокна
- Передача сигнала о сокращении от возбужденной мембраны к миофибриллам в глубине волокна –
электромеханическое сопряжение – состоит из нескольких последовательных процессов, ключевую роль в этом играют **ионы кальция**

Схема электрохимического сопряжения



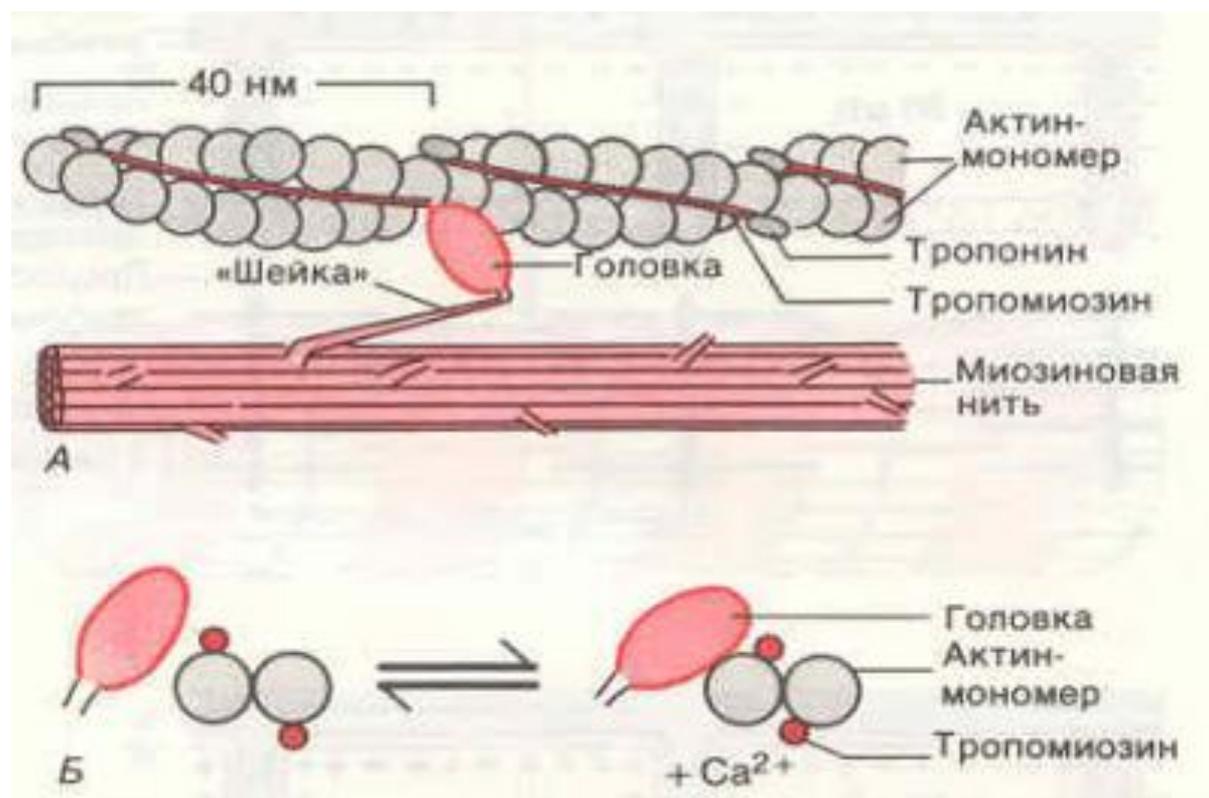
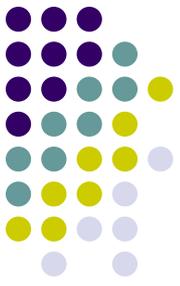


Рис. 2-4. Действие Ca^{2+} во время активации. А. Изображение актиновой и миозиновой нитей на продольном сечении. Б. Поперечное сечение волокна. Когда Ca^{2+} связывается с тропонином, тропомиозин скользит в желобке между двумя субъединицами актиновой нити, обнажая участки прикрепления поперечных мостиков [2].

Последовательность процессов при ЭМС

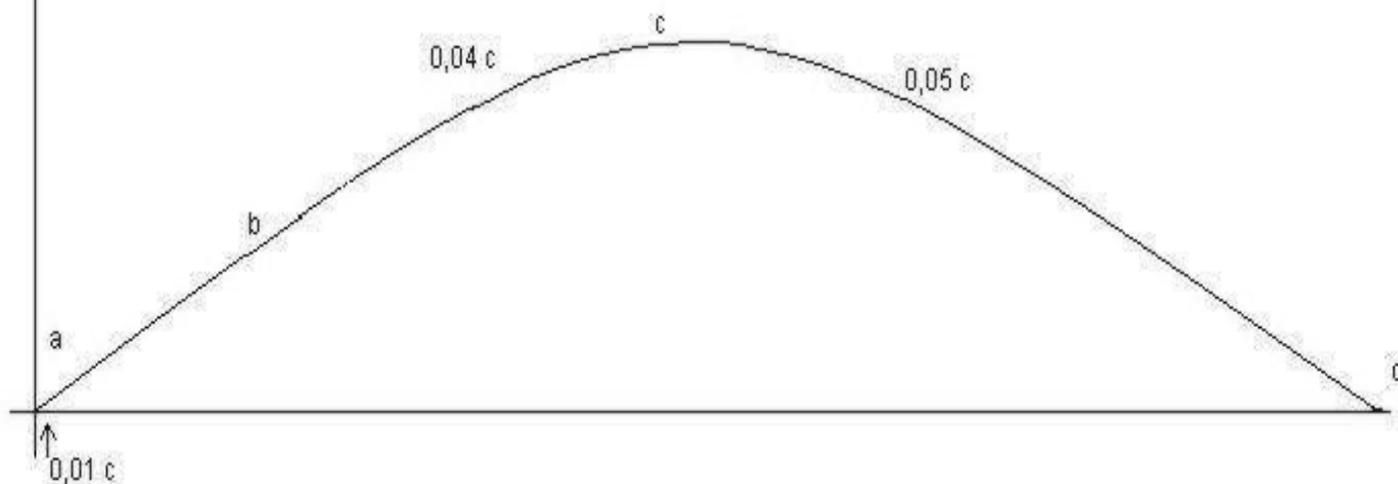


1. **Раздражение.**
2. **Возникновение ПД.**
3. **Проведение его вдоль клеточной мембраны и вглубь волокна по трубочкам Т-систем.**
4. **Деполаризация мембраны саркоплазматического ретикулума.**
5. **Освобождение Ca^{++} из триад и диффузия его к миофибриллам.**
6. **Взаимодействие Ca^{++} с тропонином и выделение энергии АТФ.**
7. **Скольжение актиновых и миозиновых нитей.**
8. **Сокращение мышцы.**
9. **Понижение концентрации Ca^{++} в межфибрилярном пространстве из-за работы Са-насоса.**
10. **Расслабление мышцы.**

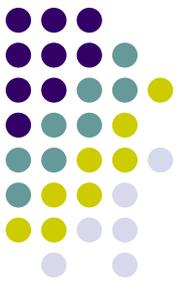


Кривая одиночного сокращения икроножной мышцы лагушки

- a - момент нанесения раздражения
- b - начало сокращения
- ab - латентный период (скрытый)
- bc - фаза сокращения
- cd - фаза расслабления



Энергетика мышечного сокращения

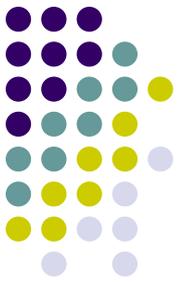


Сокращение и расслабление мышцы – активный процесс, использование энергии АТФ:

- Ресинтез АТФ за счет креатинфосфата, гликолитических и окислительных процессов.

При снижении АТФ возникает состояние длительного сокращения – *контрактура мышц*

Виды мышечных волокон



- **Медленные волокна** с высоким содержанием миоглобина (красный мышечный пигмент), называют также **красными волокнами**, отличаются хорошей выносливостью.
- Получение энергии в медленных волокнах, происходит преимущественно путем аэробного окисления глюкозы. Этот процесс протекает *экономично* (на каждую молекулу глюкозы при разложении мышечного гликогена для получения энергии накапливается 39 энергетических фосфатных соединений), волокна имеют высокую сопротивляемость утомляемости.
- **Быстрые волокна**, обладающие по сравнению с красными волокнами небольшим содержанием миоглобина, называют также **белыми волокнами**. Они характеризуются высокой сократительной скоростью и возможностью развивать большую силу. По сравнению с медленными волокнами они могут вдвое быстрее сокращаться и развить в 10 раз большую силу.
- Накопление энергии в быстрых волокнах происходит преимущественно путем анаэробного гликолиза, т. е. глюкоза в отсутствие кислорода распадается до лактата. В связи с тем, что этот процесс распада *неэкономичен* (на каждую молекулу глюкозы для получения энергии накапливается всего лишь 3 энергетических фосфатных соединения), быстрые волокна относительно быстро утомляются, но они способны развить большую силу и, как правило, включаются при субмаксимальных и максимальных мышечных сокращениях.

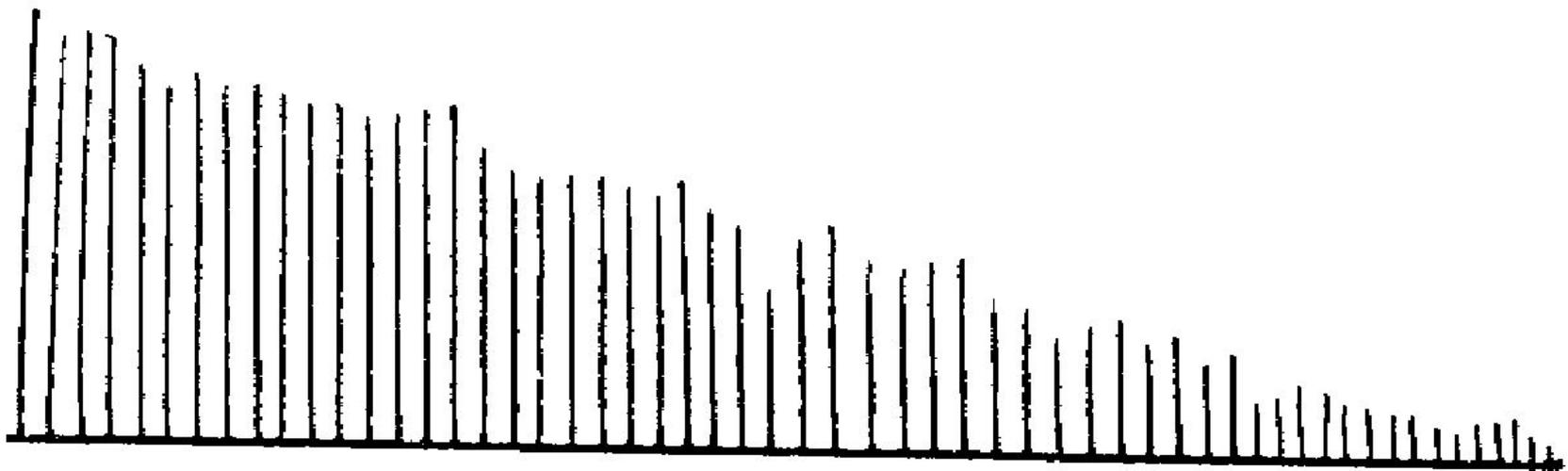
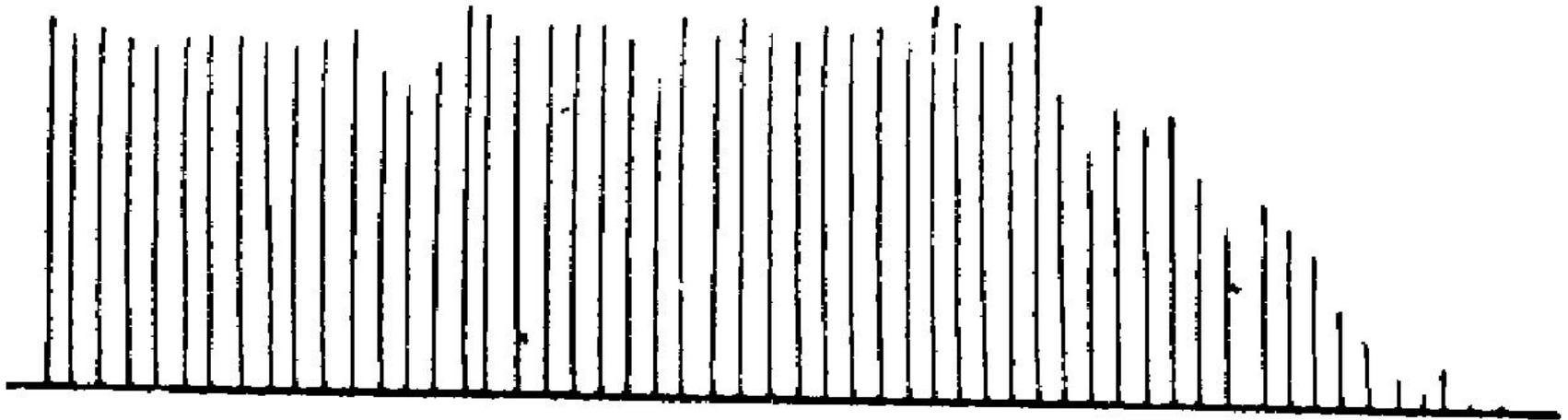
Утомление мышц

Временное понижение работоспособности мышцы, наступающее в результате работы и исчезающее после отдыха.

Признаки утомления мышцы:

- Снижение амплитуды сокращения
- Увеличение латентного периода
- Удлинение периода расслабления

Эргограммы утомления



Причины утомления мышцы

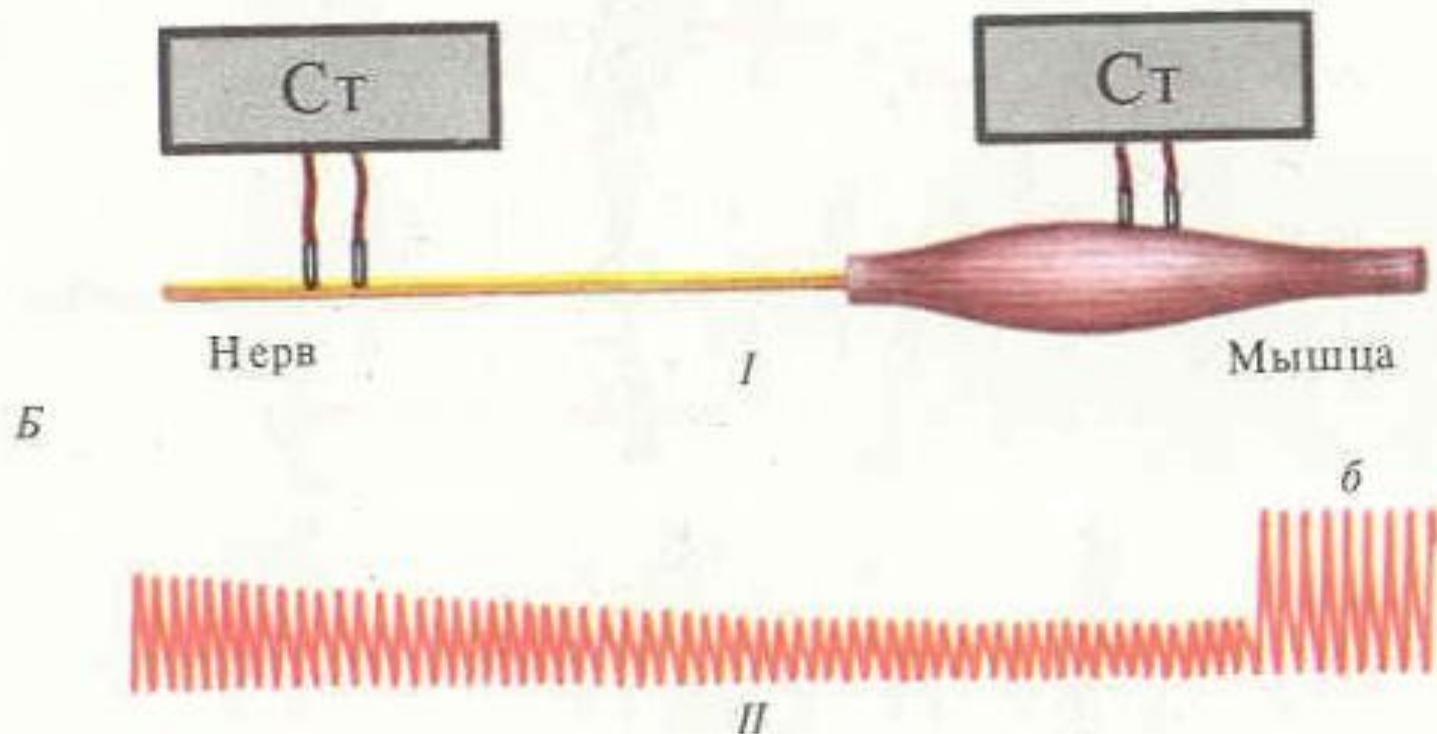
- **Местные :**

1. Накопление продуктов обмена и их диффузия в межклеточное вещество
2. Истощение энергетических запасов

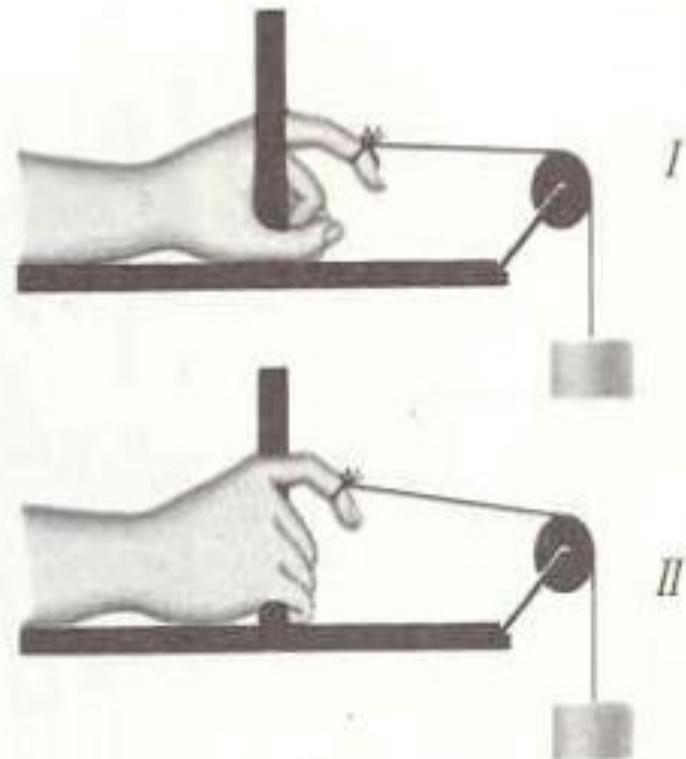
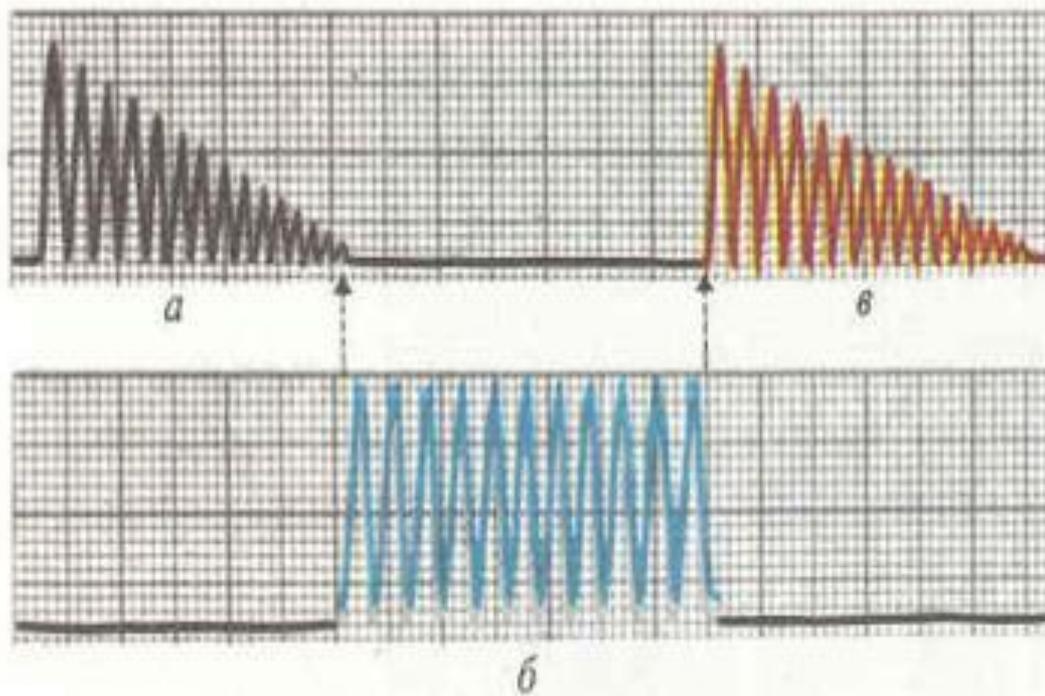
- **Центральные :**

1. Утомление двигательных центров (центральных синапсов)
2. Утомление нервно-мышечных синапсов

Локализация утомления в нервно-мышечном препарате



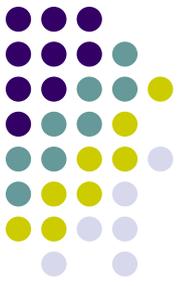
Работа и утомление. АКТИВНЫЙ ОТДЫХ.



Тренировка

- При тренировке увеличивается объем мышц в результате роста и утолщения мышечных волокон;
- возрастает мышечная выносливость.
- В мышце повышается содержание гликогена, АТФ и креатинфосфата,
- ускоряется течение процессов распада и восстановления веществ, участвующих в обмене.

Врабатывание - первая фаза функциональных изменений, происходящих во время работы



- настройка нервных и нейрогуморальных механизмов управления движениями и вегетативных процессов;
- улучшение координации движений;
- достижение требуемого уровня вегетативных функций, обеспечивающих данную мышечную деятельность.
- Через несколько минут после начала напряженной и продолжительной работы у нетренированного человека часто возникает особое состояние, называемое **"мертвой точкой"**.
- состояние, сменяющее "мертвую точку", называют **«вторым дыханием»** - чувство внезапного облегчения, которое прежде и чаще всего проявляется в появлении нормального ("комфортного") дыхания.

“Мёртвая точка” и “второе дыхание”

Субъективные чувства:

головокружение; стеснение в груди;
ощущение пульсации сосудов головного мозга;
иногда боль в мышцах

Объективные признаки состояния:

частое и поверхностное дыхание, ↑ потребление O_2 и
↑ выделение CO_2 , ↑ ЧСС, ↑ содержание CO_2 в крови и
альвеолярном воздухе, ↓ рН крови,
значительное потоотделение.

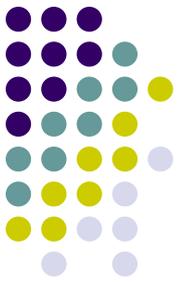
Желание
прекратить
работу.

Несогласованная мышечная работа с кислородтранспортной системой.

Накопление продуктов
анаэробного метаболизма (LA)

Гипоксия дыхательных мышц

Контроль за ССС во время тренировки



- | Возраст | Безопасный диапазон ЧСС, уд./мин | Максимально допустимая ЧСС, уд./мин |
|---------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 20 - 30 | 98 - 146 | 195 |
| 31 – 40 | 63 – 138 | 185 |
| 41 – 50 | 88 – 131 | 175 |
| 51 - 60 | 83 – 123 | 165 |
| >60 | 78 - 116 | 155 |