

СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ

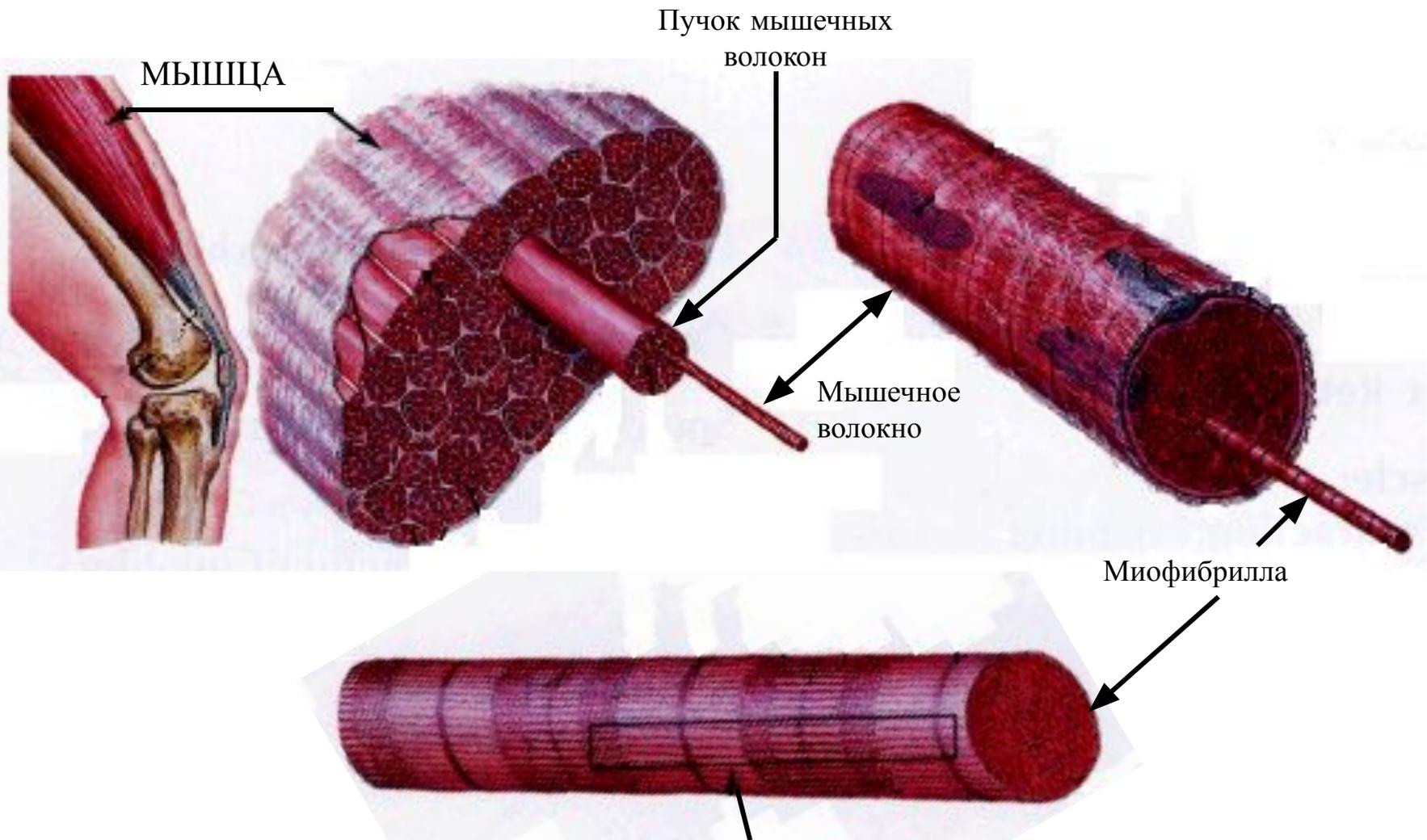
ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ:

- 1. ПОЗА** – положение тела в пространстве
- 2. ЛОКОМОЦИЯ** – передвижение тела в пространстве
- 3. ТЕПЛОПРОДУКЦИЯ**
- 4. ЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ** (например, для органов брюшной полости)
- 5. ДЫХАНИЕ**
- 6. РЕЧЬ**

СВОЙСТВА ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТЫХ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН:

- ВОЗБУДИМОСТЬ
- ПРОВОДИМОСТЬ
- СОКРАТИМОСТЬ
- ЭЛАСТИЧНОСТЬ

СКЕЛЕТНАЯ МЫШЦА



Миофибрилла состоит из нитей сократительных белков - актина и миозина

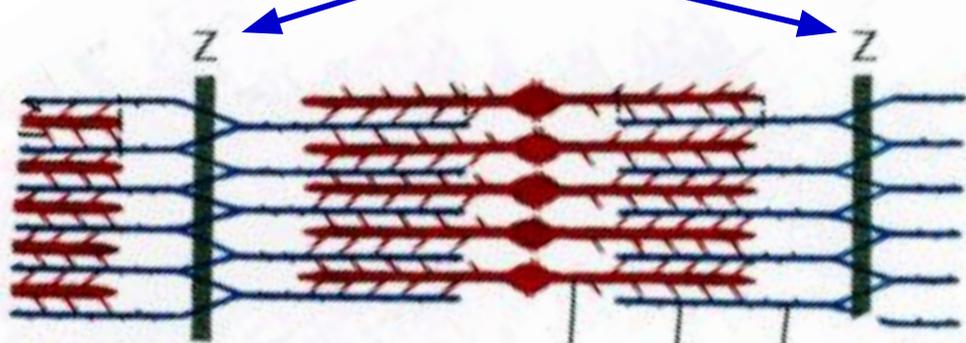
МЫШЕЧНОЕ ВОЛОКНО –

СТРУКТУРНАЯ ЕДИНИЦА
СКЕЛЕТНОЙ МЫШЦЫ

СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА

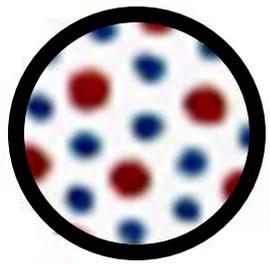
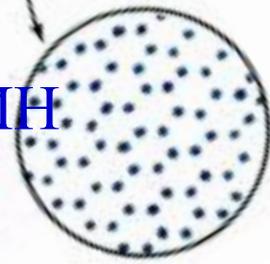
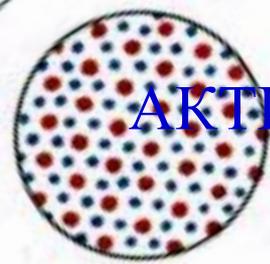
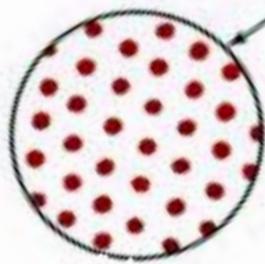
- Сарколемма
- Саркоплазматический ретикулум
- **Миофибриллы**, которые состоят из нитей **АКТИНА** и **МИОЗИНА**
- Ядра, митохондрии и др.

САРКОМЕР

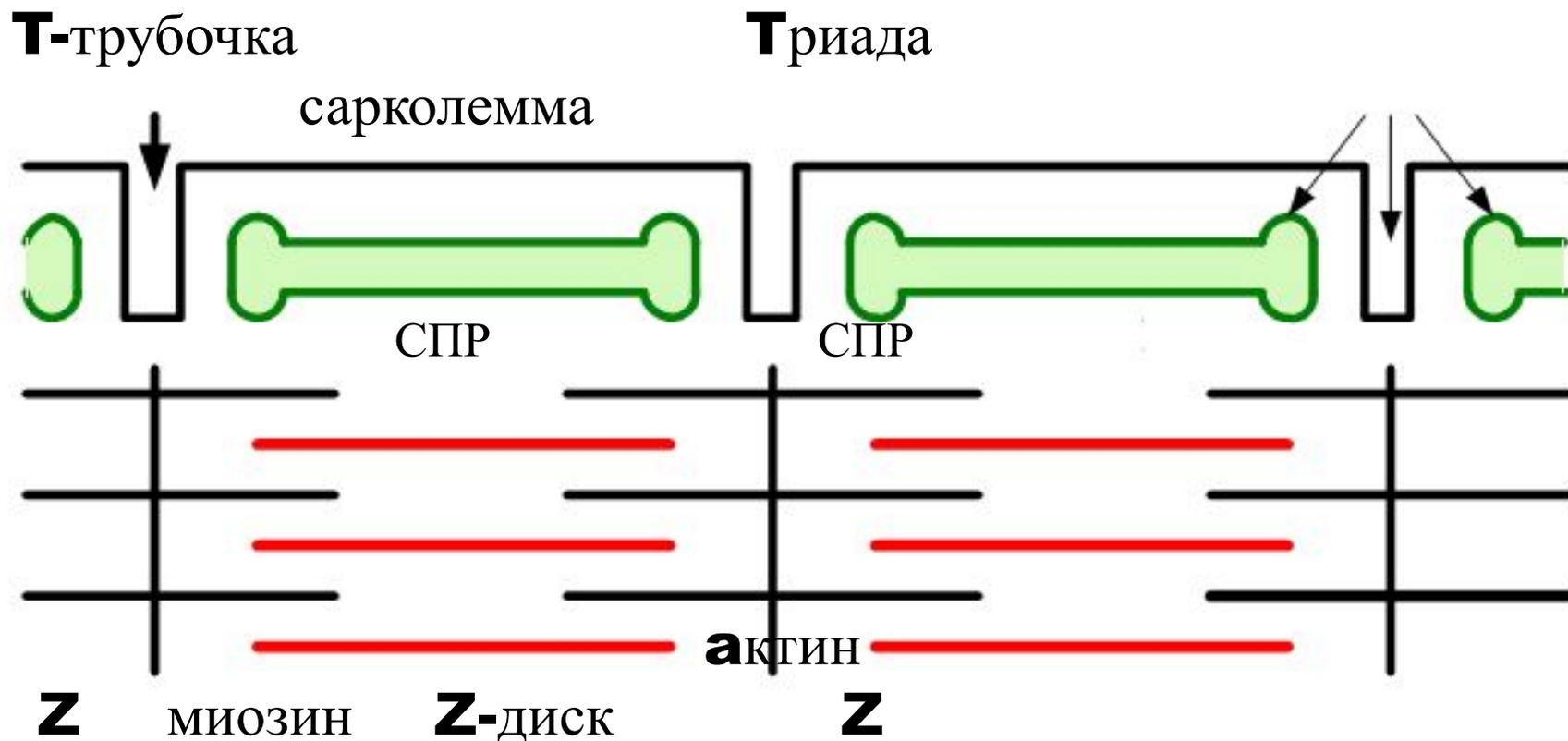


МИОЗИН

АКТИН



САРКОМЕР

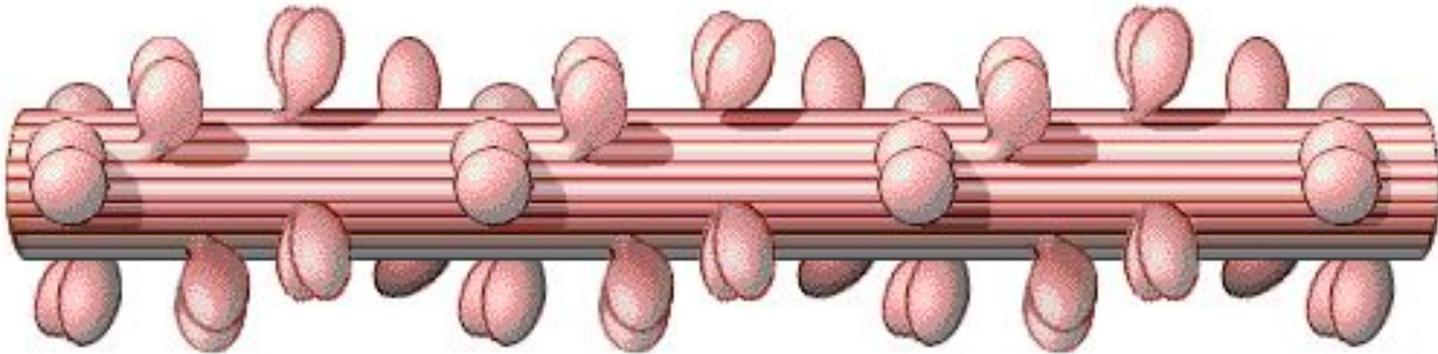


МИОЗИН



Головка миозина может присоединяться к актину и обладает ферментативной способностью (расщепляет АТФ).

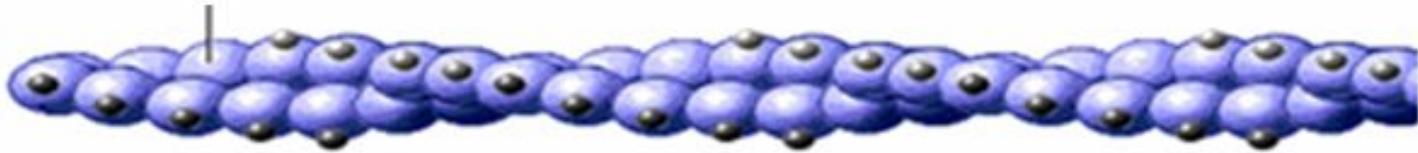
Миозин - мономер



Миозин - полимер

АКТИН, ТРОПОМИОЗИН, ТРОПОНИН, КАЛЬЦИЙ

Актин-мономер



Тропомиозин



Тропонин



ПОКОЙ

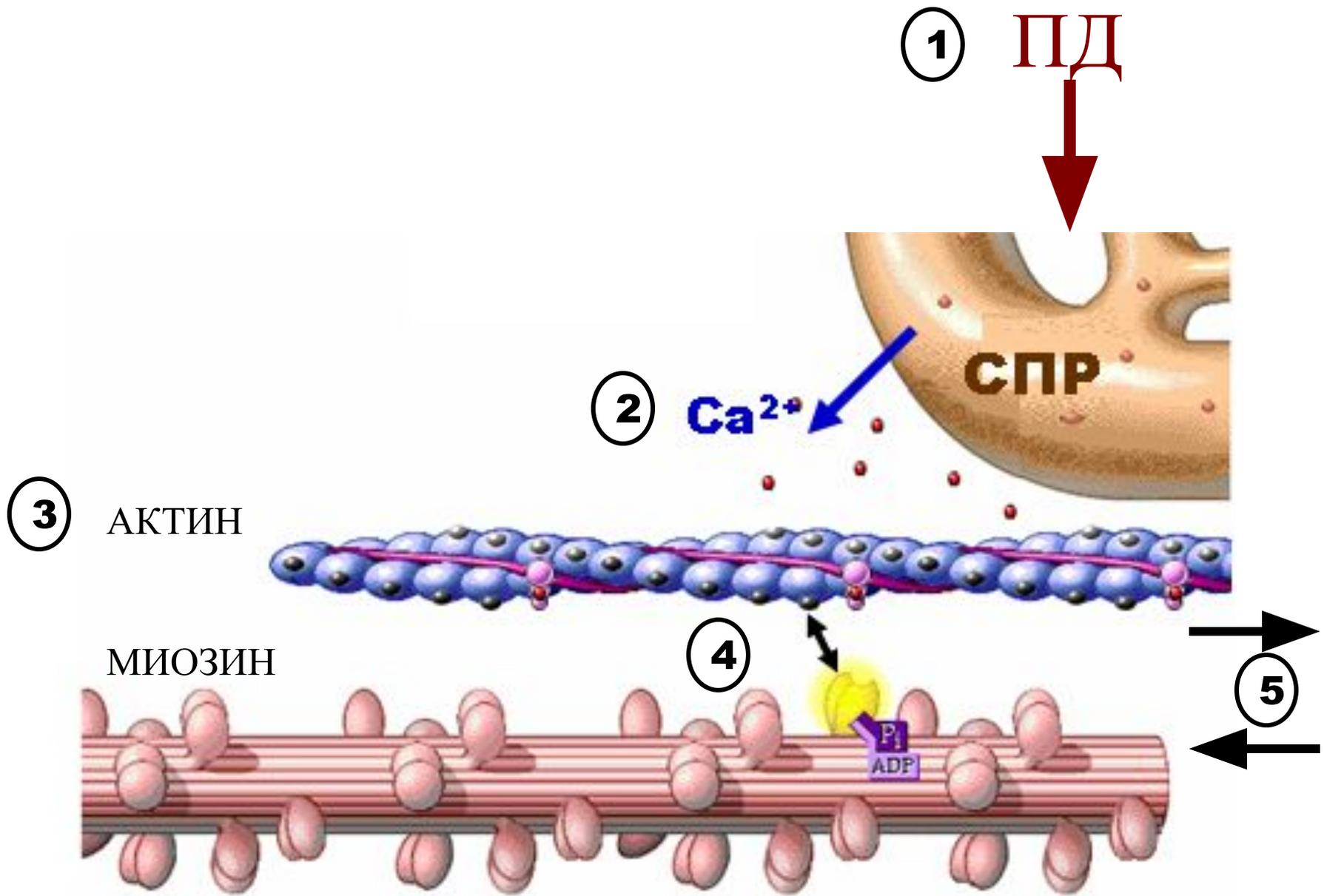
Ca²⁺

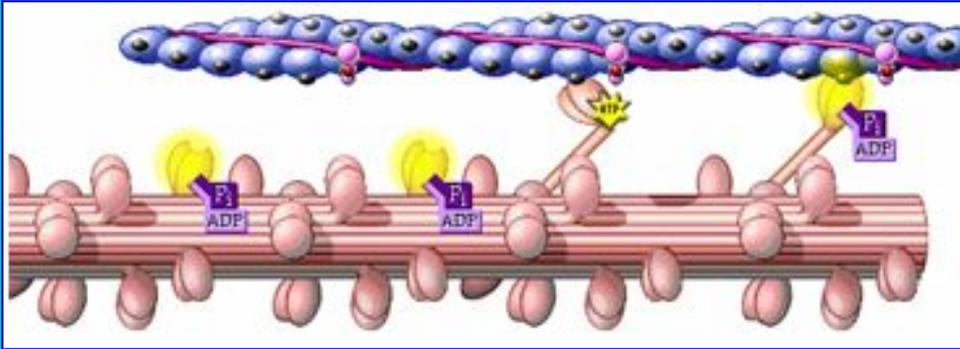


АКТИВАЦИЯ

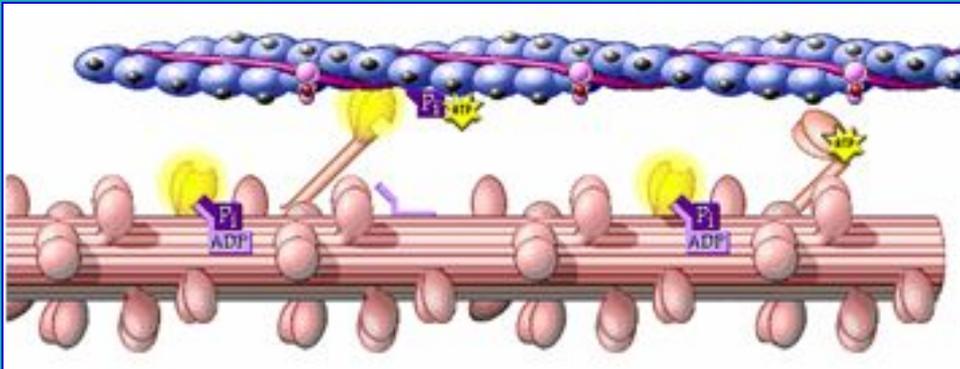
МЕХАНИЗМ СОКРАЩЕНИЯ

- Возбуждение мышечного волокна
- Распространение ПД по мембране (в том числе и в Т-трубочках)
- Выделение ионов Ca^{2+} из саркоплазматического ретикулума (СПР)
- Взаимодействие Ca^{2+} с тропонином
- Активация актиновых нитей
- Образование акто-миозиновых мостиков
- Скольжение нитей актина и миозина
- Укорочение каждого саркомера
- Укорочение (сокращение) мышцы в целом.



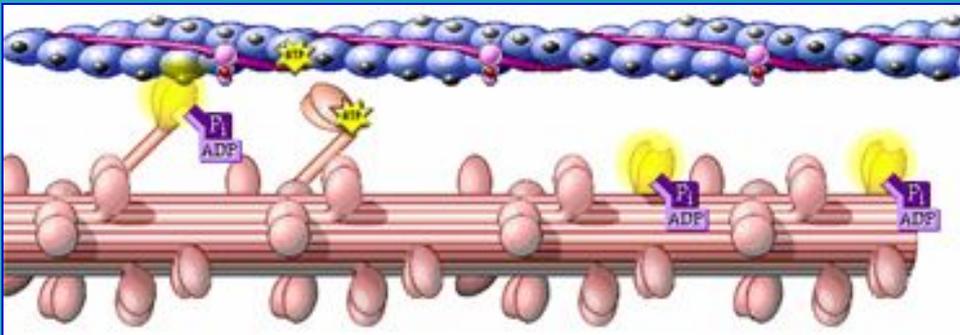


Акто-миозиновые мостики образуются и разрушаются около **50** раз за время одиночного сокращения.



Это происходит неодновременно (асинхронно).

Пока одни головки миозина отрываются от актина, другие держат и продвигают нити.

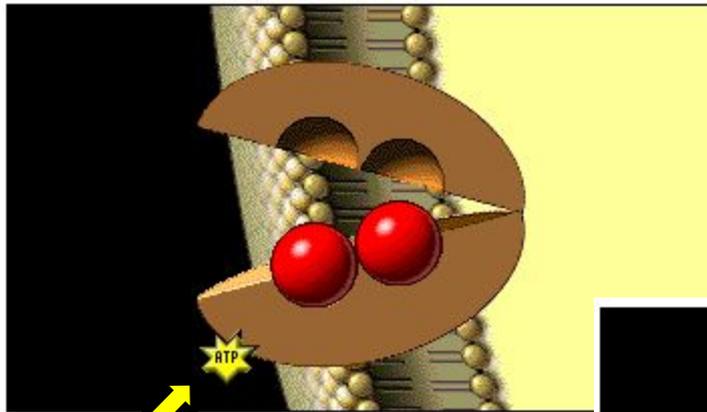


Поэтому сокращение протекает плавно, непрерывно, по принципу «скользящих» нитей.

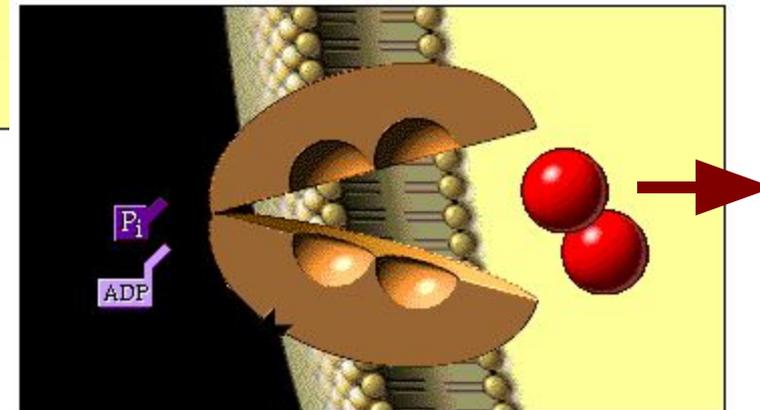
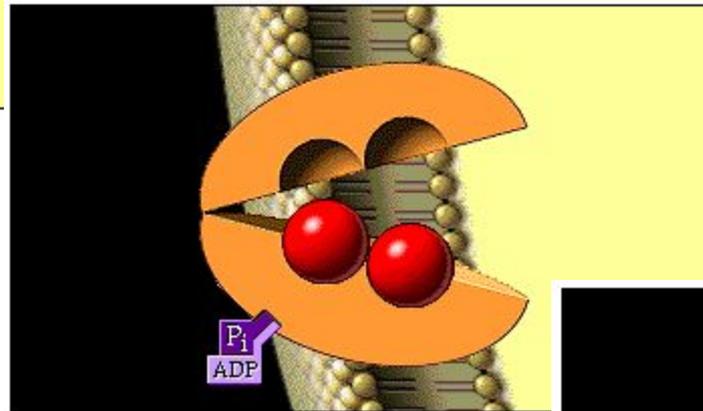
МЕХАНИЗМ РАССЛАБЛЕНИЯ

- Активация Ca^{2+} - насоса в мембране СПР
- Активный транспорт Ca^{2+} из саркоплазмы обратно в СПР
- Возвращение актина в состояние покоя
- Прекращение взаимодействия актина и миозина
- Возвращение каждого саркомера к исходной длине (за счёт эластических свойств скелетной мышцы)
- Расслабление мышцы.

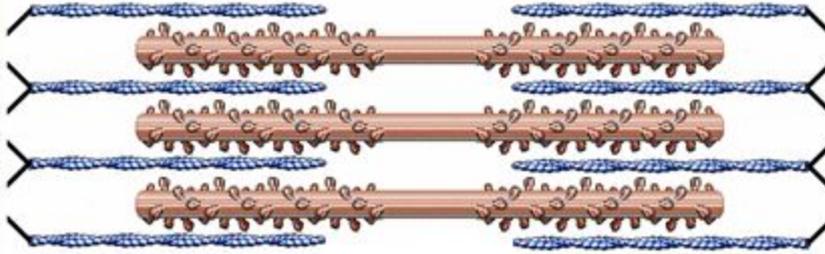
ГИПОТЕТИЧЕСКАЯ СХЕМА КАЛЬЦИЕВОГО НАСОСА



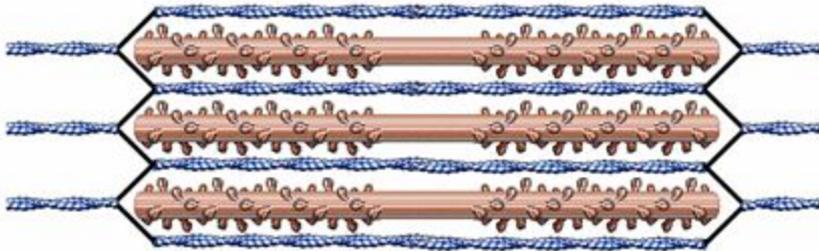
ATФ



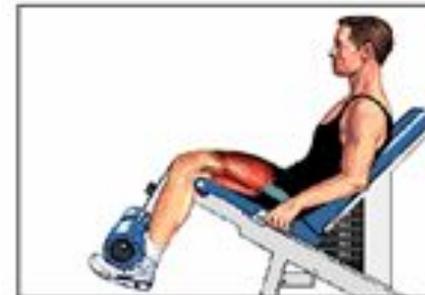
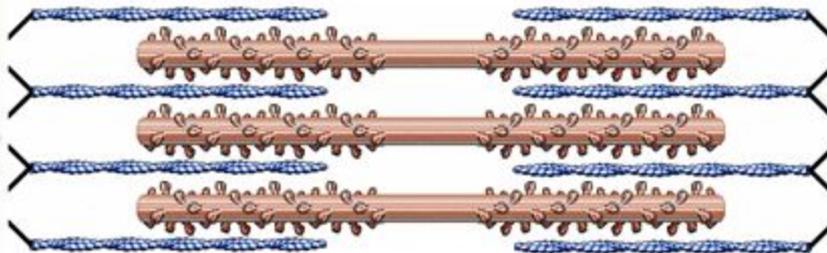
С А Р К О М Е Р



С А Р К О М Е Р



С А Р К О М Е Р



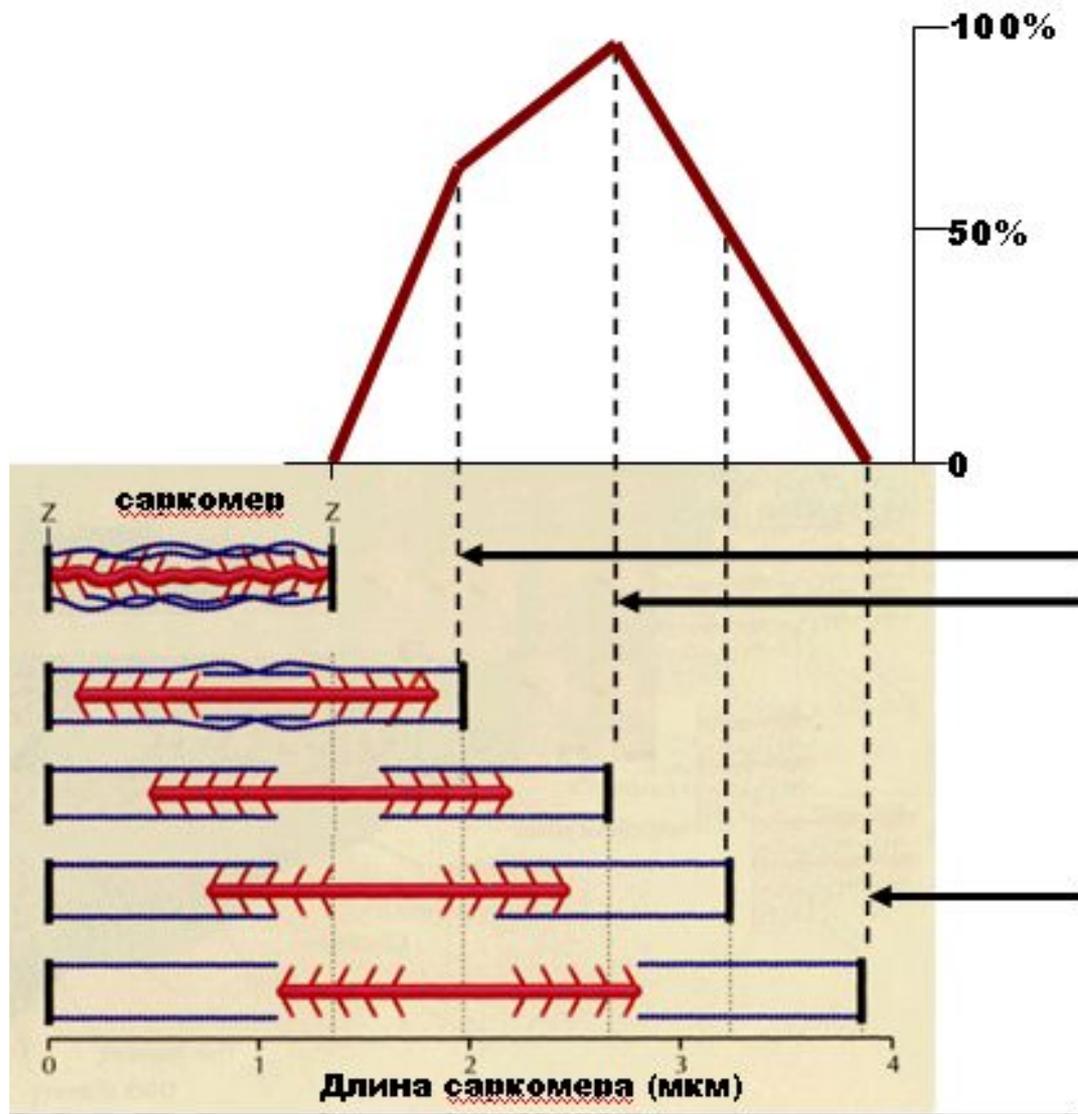
Изменение длины саркомера при сокращении и расслаблении мышц

Сила сокращений одного мышечного волокна зависит от количества акто-миозиновых мостиков!:

- Чем больше концентрация ионов Ca^{2+} в саркоплазме, тем больше сила сокращения (например, при ритмической стимуляции мышцы и формировании тетануса)
- Чем больше **исходная длина саркомера**, тем больше сила сокращения (закон Франка-Старлинга)
- **Гипертрофия** мышц (за счет увеличения количества миофибрилл и толщины каждого мышечного волокна)



ЗАКОН ФРАНКА-СТАРЛИНГА



2 мкм

2,5 мкм –

Максимальная
сила сокращения.

4 мкм –

Перерастяжение,
взаимодействие
актина и миозина
невозможно.

СОКРАЩЕНИЕ
ИЗОЛИРОВАННОЙ СКЕЛЕТНОЙ
МЫШЦЫ

ОДИНОЧНОЕ МЫШЕЧНОЕ СОКРАЩЕНИЕ – ОТВЕТ НА ОДИНОЧНЫЙ СТИМУЛ

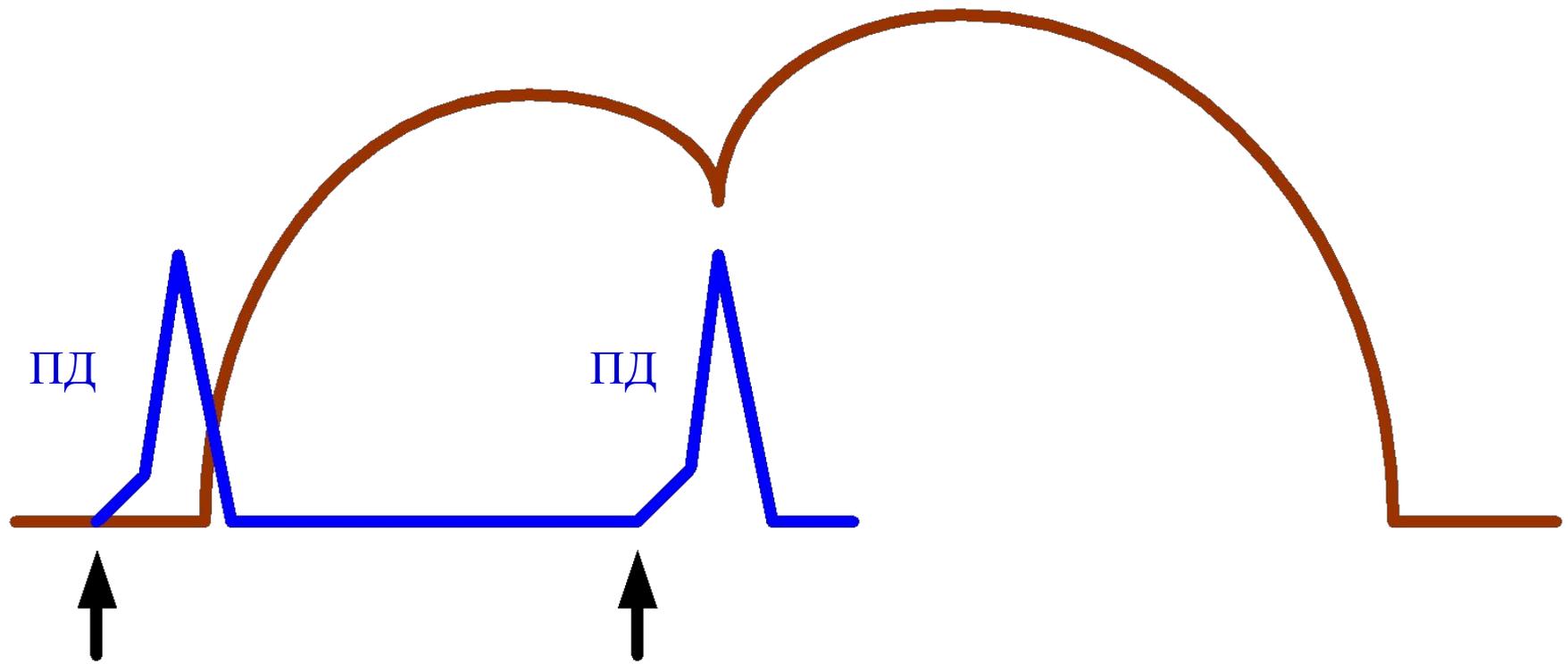
Латентный период Фаза сокращения (укорочения) Фаза расслабления (удлинения)



Парные стимулы вызывают
суммацию мышечных сокращений

НЕПОЛНАЯ СУММАЦИЯ:

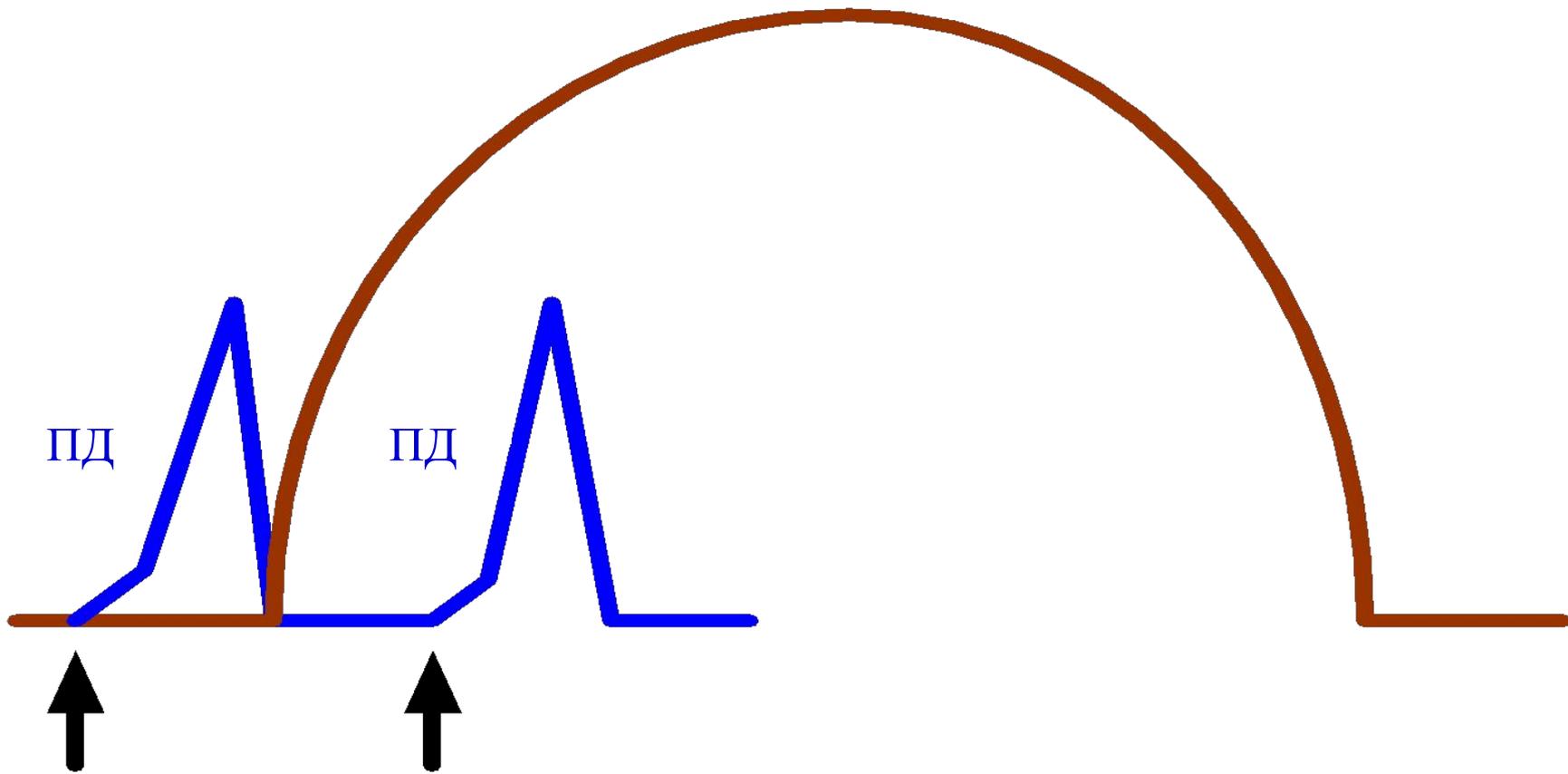
второй стимул поступает к мышце
в фазу расслабления



Парные стимулы вызывают суммацию мышечных сокращений

ПОЛНАЯ СУММАЦИЯ:

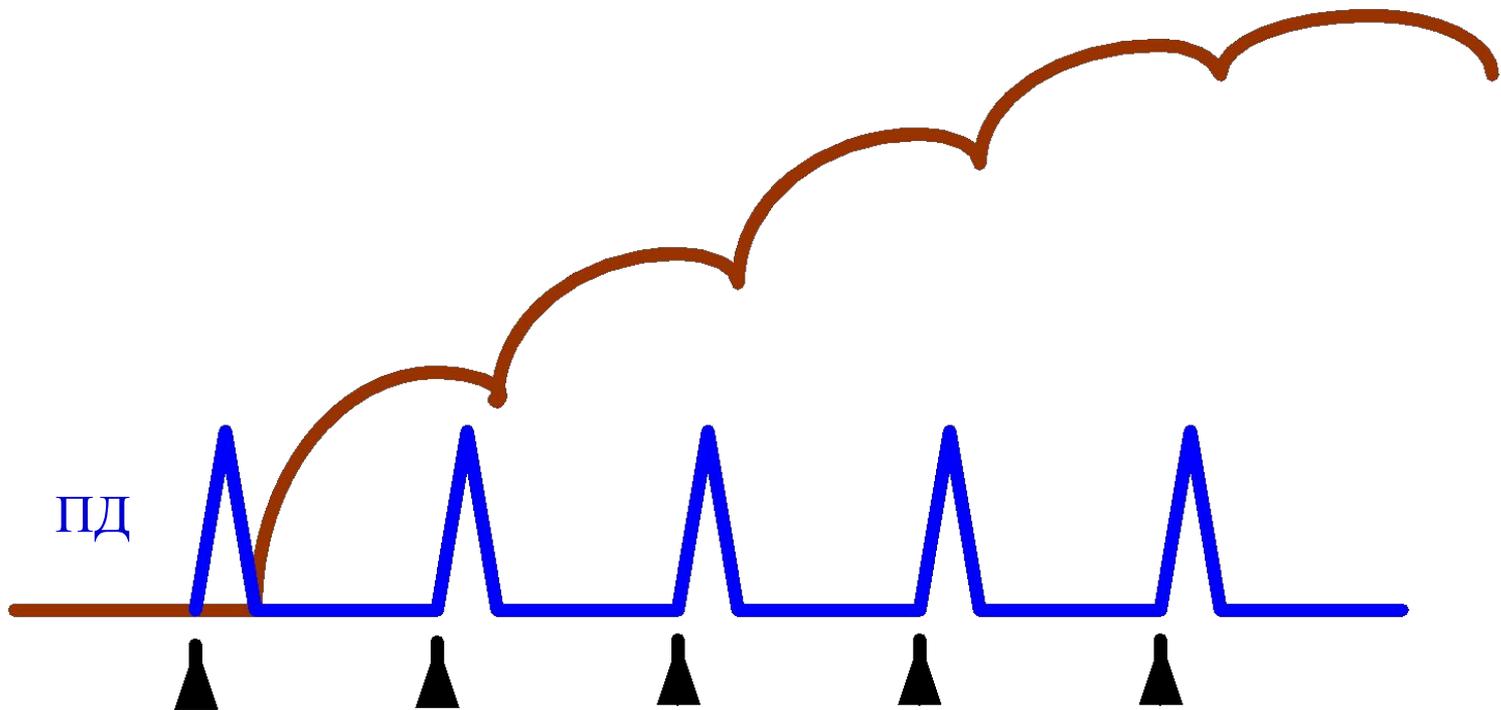
второй стимул поступает к мышце в фазу сокращения



Ритмическая стимуляция вызывает
формирование тетануса

ЗУБЧАТЫЙ ТЕТАНУС –

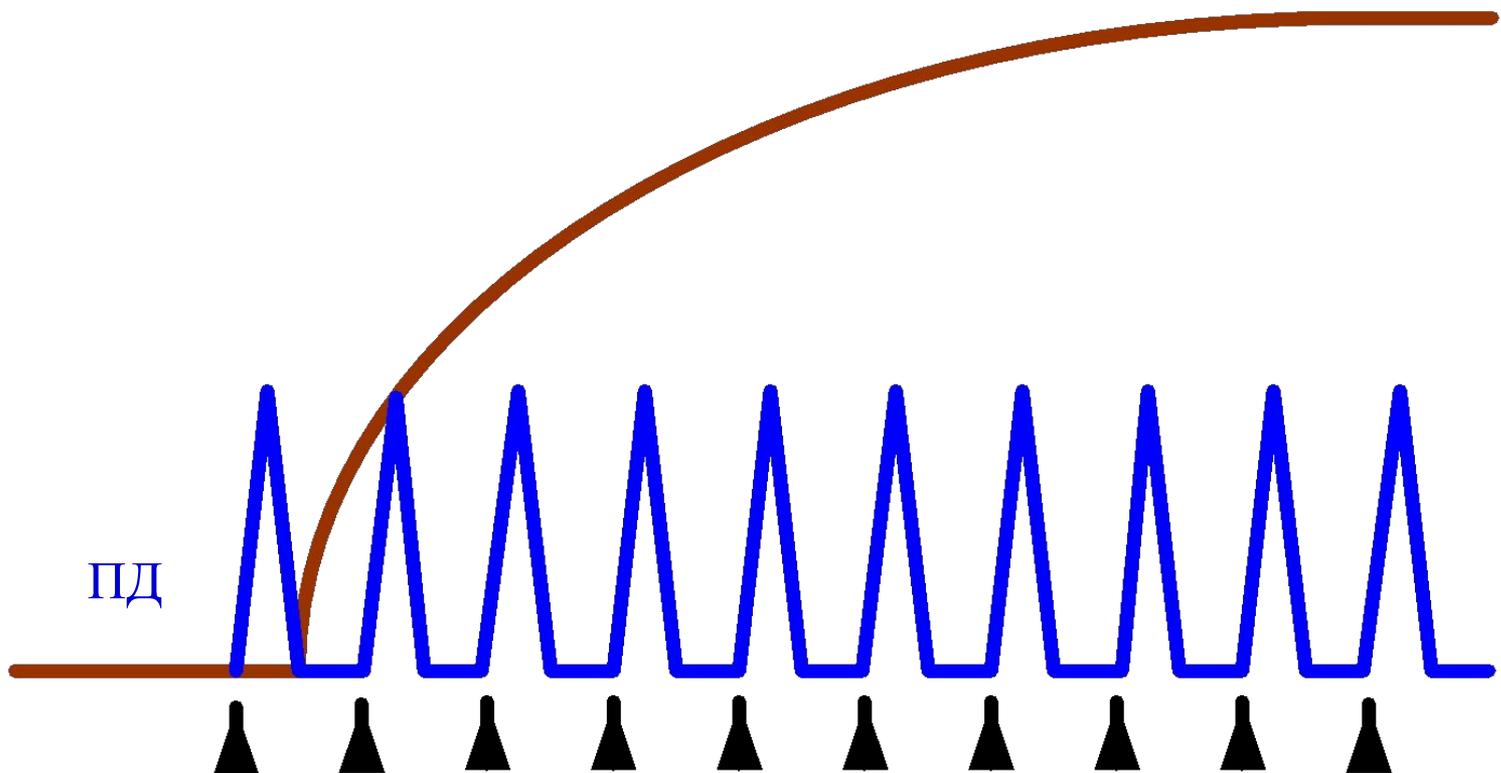
Результат неполной суммации, когда каждый последующий стимул поступает к мышце в фазу расслабления



Ритмическая стимуляция вызывает формирование тетануса

ГЛАДКИЙ ТЕТАНУС –

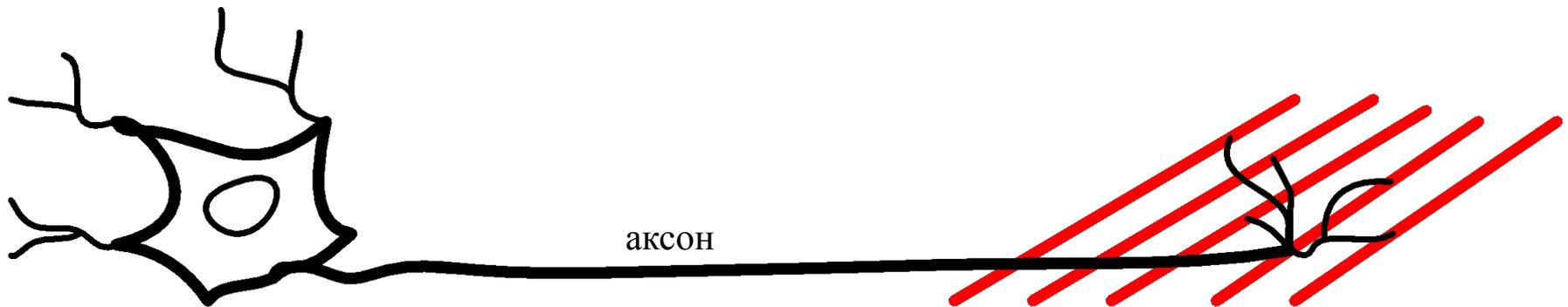
результат полной суммации, когда каждый последующий стимул поступает к мышце в фазу сокращения



ДВИГАТЕЛЬНАЯ ЕДИНИЦА

Функциональной единицей скелетных мышц является двигательная (нейро-моторная) единица, в состав которой входит:

- Альфа-мотонейрон спинного мозга,
- аксон мотонейрона
- и все мышечные волокна, которые им иннервируются.



ДВИГАТЕЛЬНЫЕ ЕДИНИЦЫ

В состав двигательной единицы входит разное количество мышечных волокон (в разных мышцах):

1-2 мышечных волокна ___ в мышцах гортани

5-7 мышечных волокон ___ в глазодвигательных м.

10-15 мышечных волокон_ в мышцах пальцев рук

200-2000 волокон _____ в больших мышцах
НОГ, СПИНЫ И Т.П. (тонус!)

КЛАССИФИКАЦИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЕДИНИЦ

МЕДЛЕННЫЕ

Свойства мышечных волокон:

красные
слабые
аэробные
содержат миоглобин- O_2
триглицериды
не утомляются
выполняют тоническую
функцию

БЫСТРЫЕ

Свойства мышечных волокон:

белые
сильные
анаэробные
содержат креатинфосфат
гликоген
быстро утомляются
выполняют локомоторную
функцию

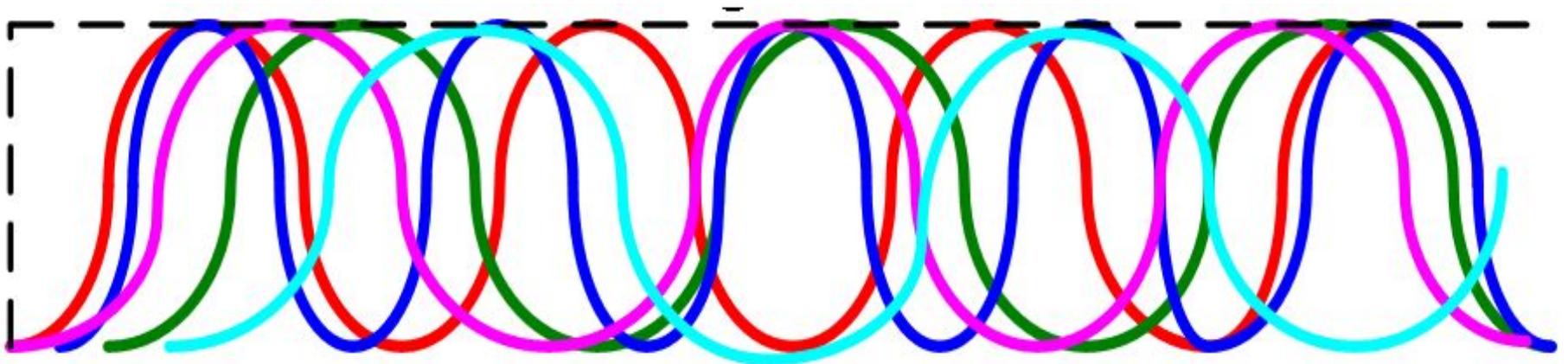
СИЛА СОКРАЩЕНИЯ МЫШЦЫ ЗАВИСИТ:

- От силы сокращения одиночных мышечных волокон,
- а также от количества моторных единиц, принимающих участие в сокращении.

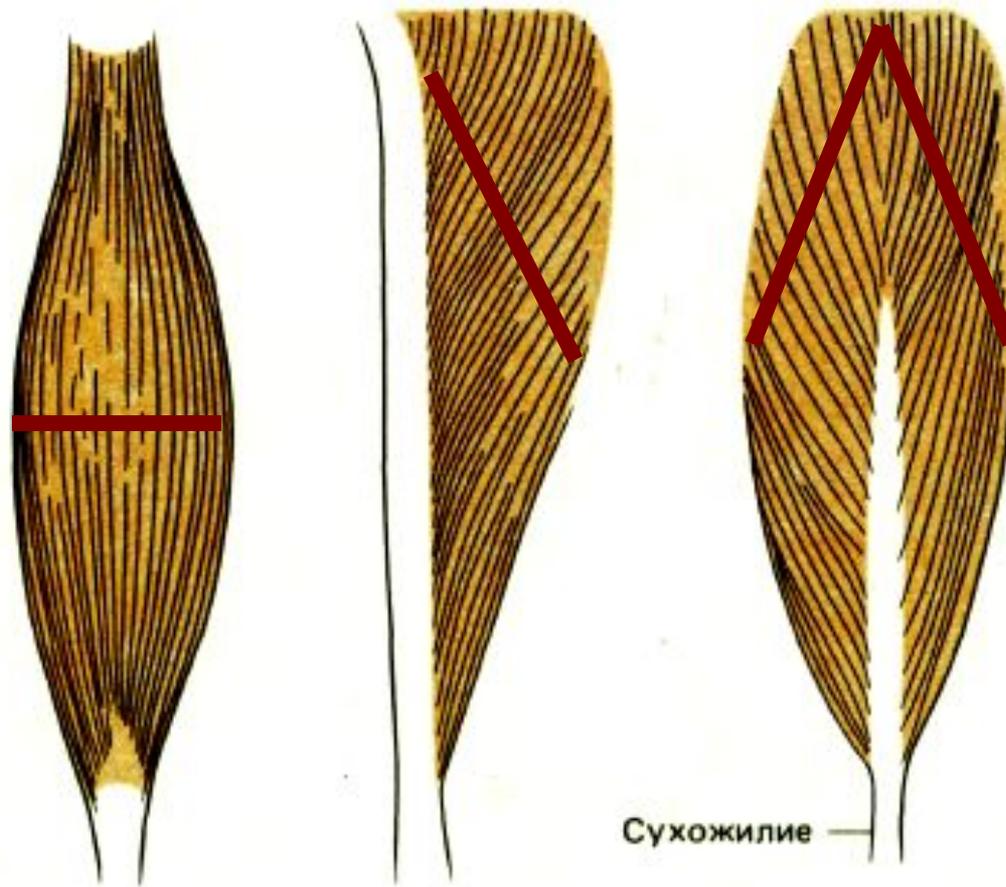
ФОРМИРОВАНИЕ ТОНУСА СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ В ОРГАНИЗМЕ ЧЕЛОВЕКА

Тонус формируется при низкой частоте импульсов (**10-15** имп/сек) за счёт асинхронного сокращения большого количества моторных единиц.

При этом все максимумы сокращений сливаются и формируют непрерывное «гладкое» сокращение слабой силы.



ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ПОПЕРЕЧНОЕ СЕЧЕНИЕ МЫШЦЫ



Конец лекции