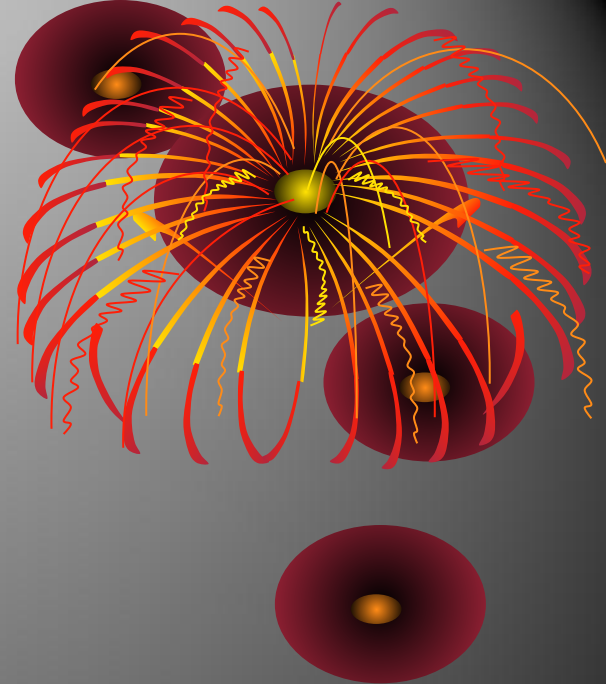


Занятие №2

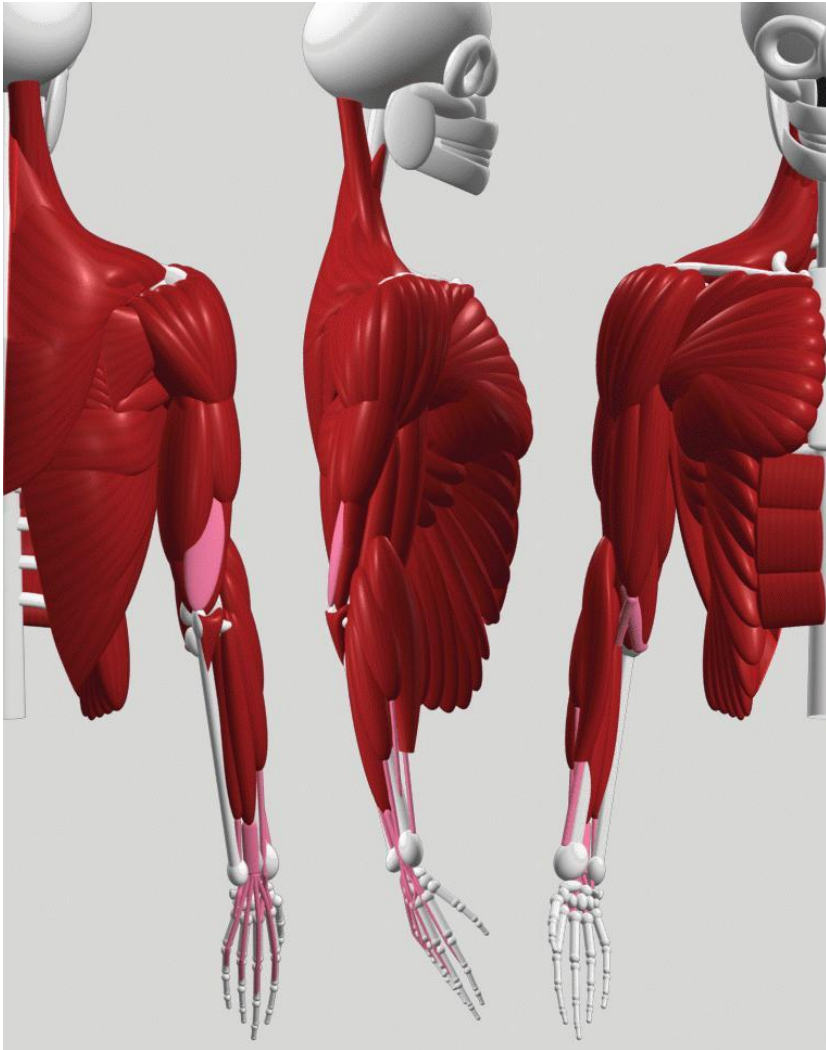




ФИЗИОЛОГИЯ

МЫШЦ

ФИЗИОЛОГИЯ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ



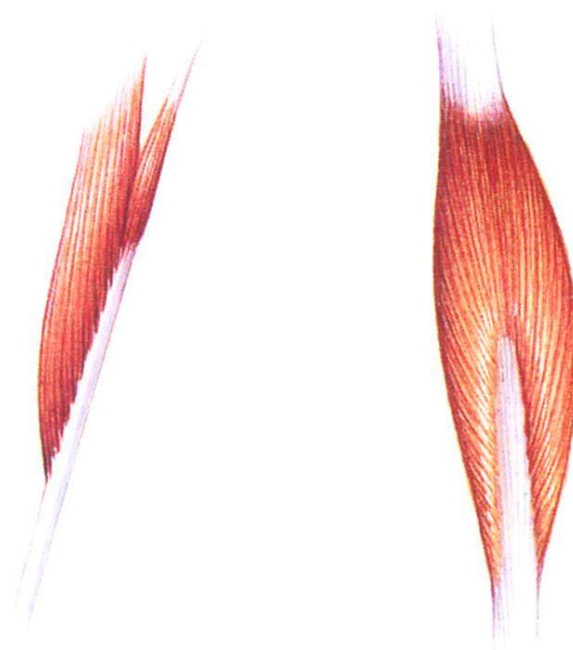
ТИПЫ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ



**Параллельно-
волокнистый**



**Веретено-
образный**



Перистые

ФУНКЦИИ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

1. *Двигательная*

2. *Обменная* — в мышцах происходят биохимические процессы, приводящие к изменению уровня мономеров в крови (глюкозы, аминокислот, жирных кислот).

3. *Депонирующая* — запас гликогена.

4. *Теплообразовательная* — интенсивное образование тепла в работающей мышце.

СВОЙСТВА СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

Физические:

- **Эластичность** – способность восстанавливать исходное положение после действия деформирующей силы
- **Растяжимость** - способность изменять длину без нарушения структуры
- **Упругость** – способность восстанавливать исходную длину после деформации
- **Способность развивать силу и совершать работу**

Физиологические:

Возбудимость

Проводимость

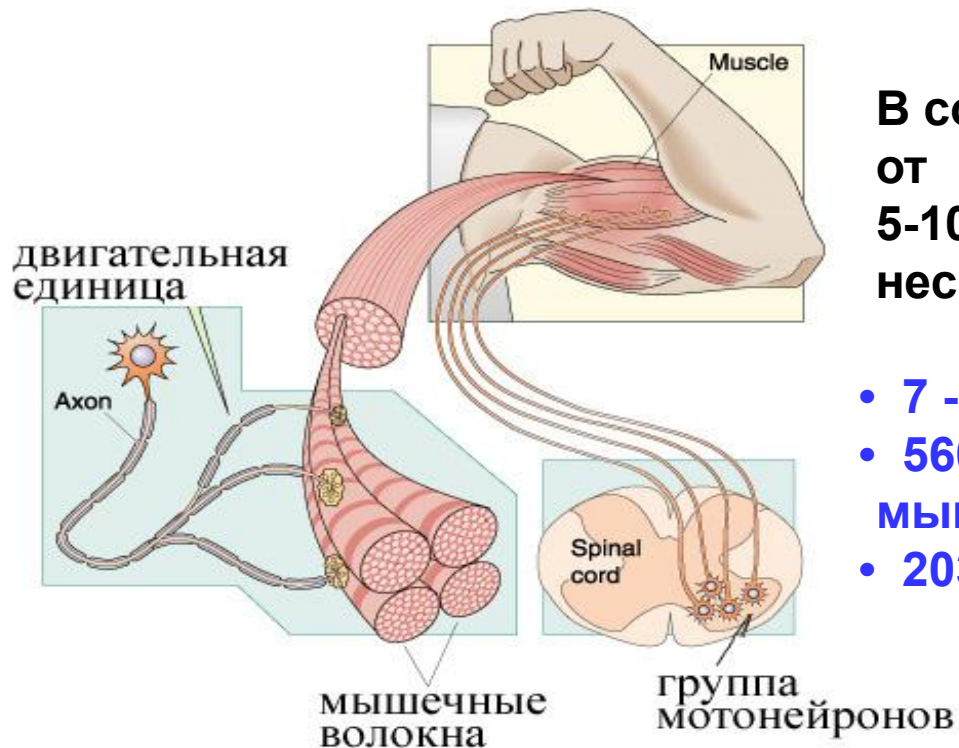
Лабильность

Сократимость

Мышца состоит из клеток – *мышечных волокон-миофибрилл.*

Мышечные волокна скелетных мышц иннервируются *мотонейронами.*

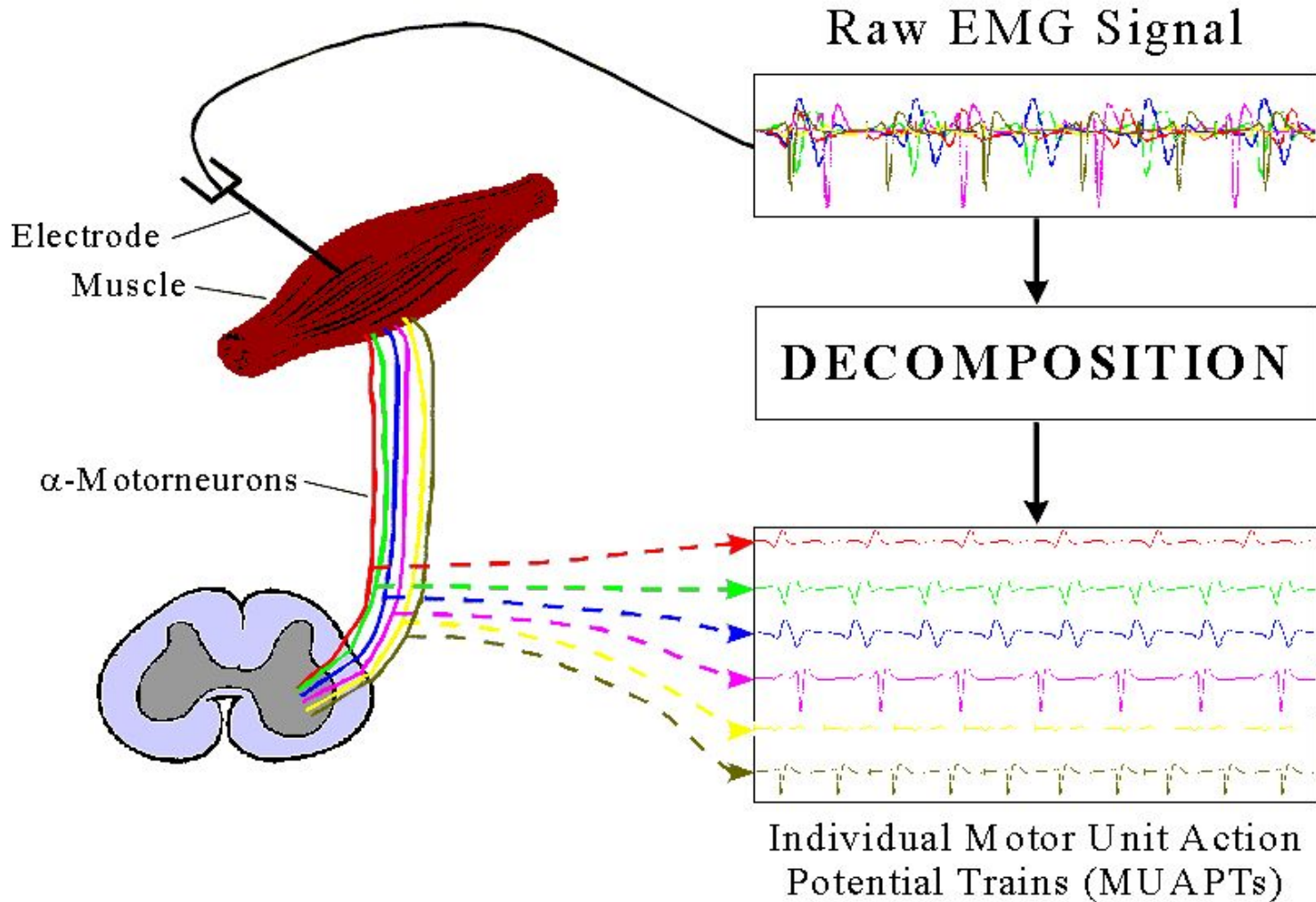
Двигательная единица (ДЕ) – мотонейрон в совокупности с иннервируемыми им мышечными волокнами.



В состав одной ДЕ может входить от 5-10 мышечных волокон до нескольких сотен и тысяч:

- 7 - прямая мышца глаза;
- 560 - передняя большеберцовая мышца;
- 2037 – икроножная мышца.

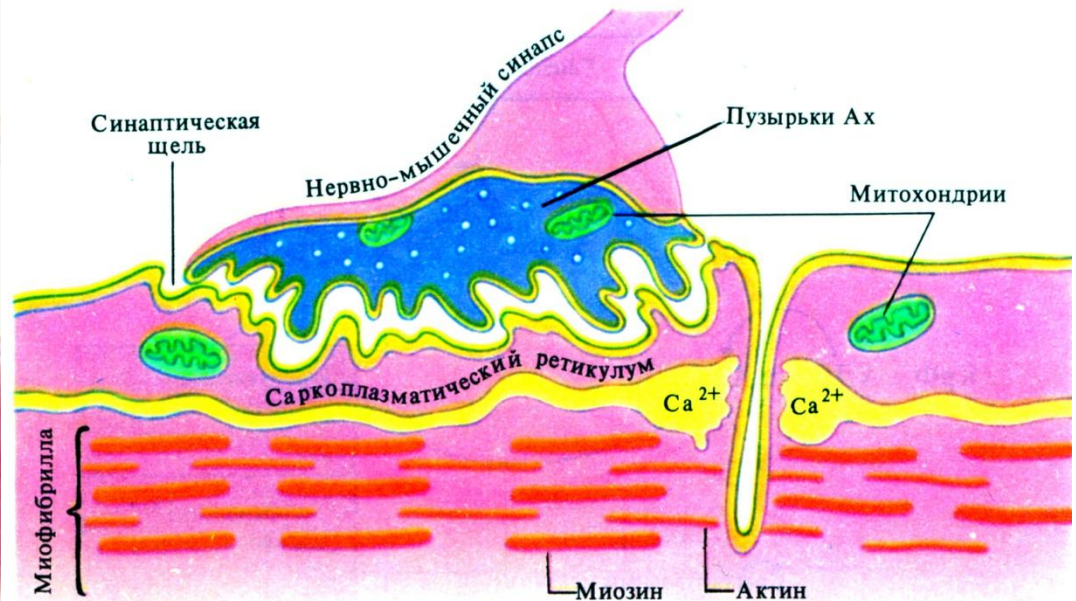
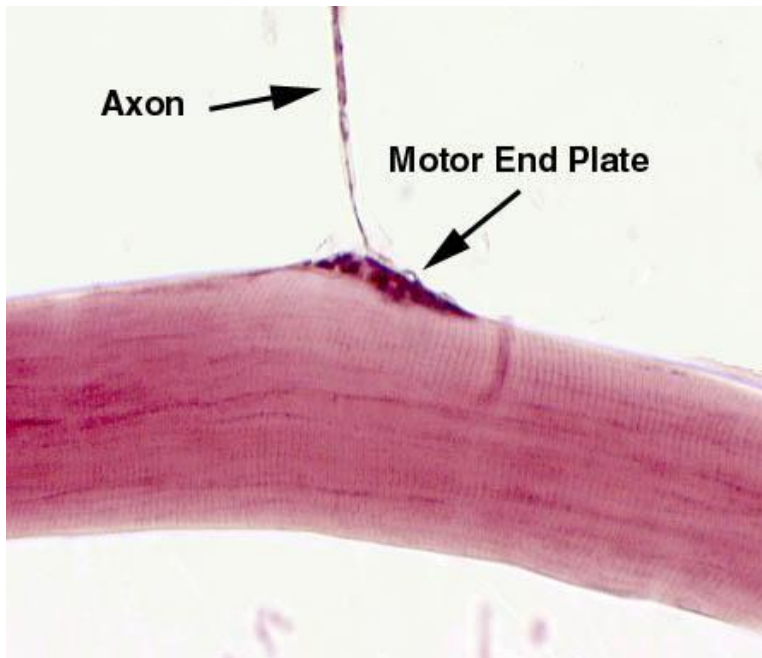
Электромиограмма: отражает возбуждение множества двигательных единиц.

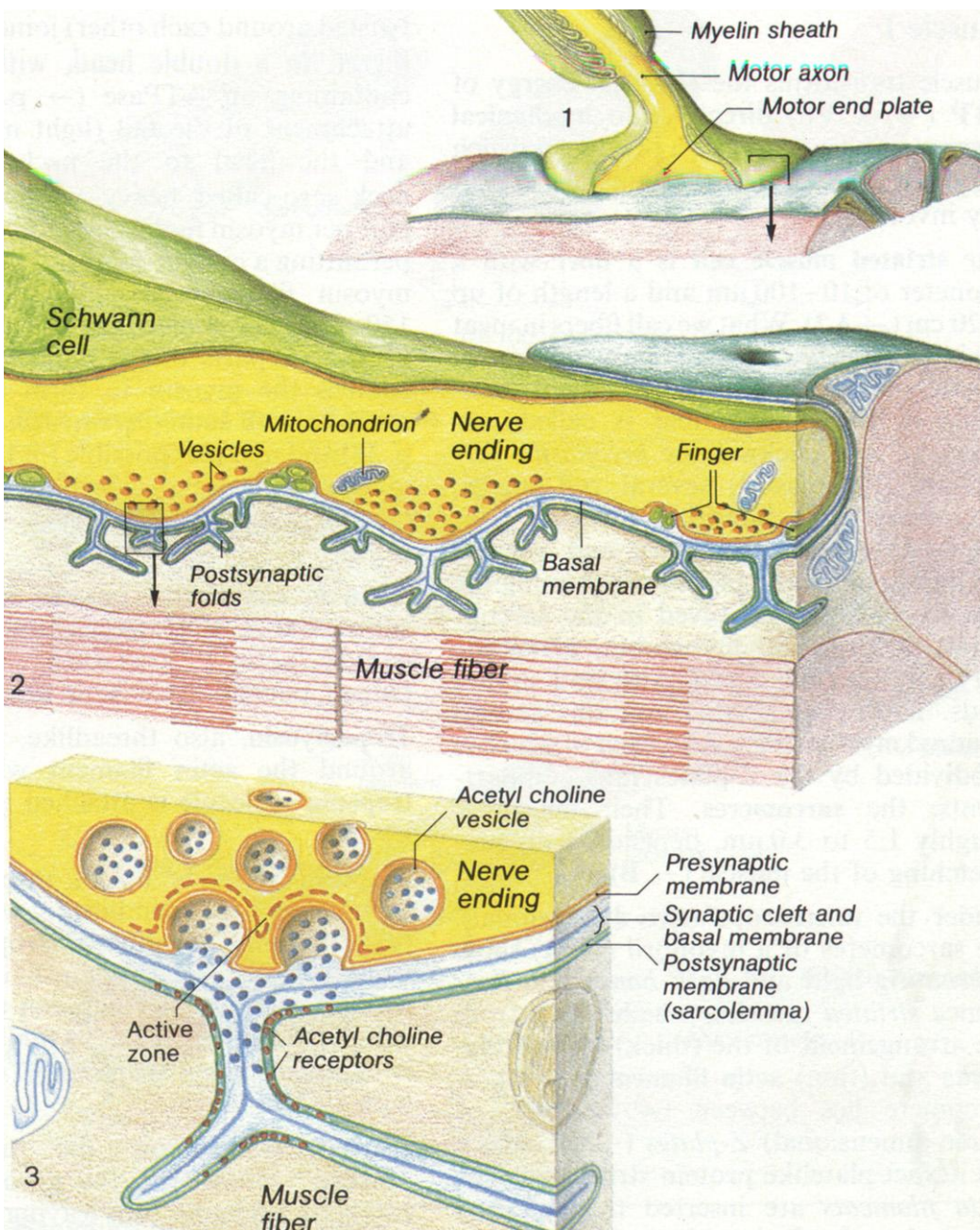


Нервно-мышечный синапс скелетных мышц

Синапс между окончанием аксона мотонейрона спинного мозга и мышечным волокном скелетной мышцы называется

концевой пластинкой.





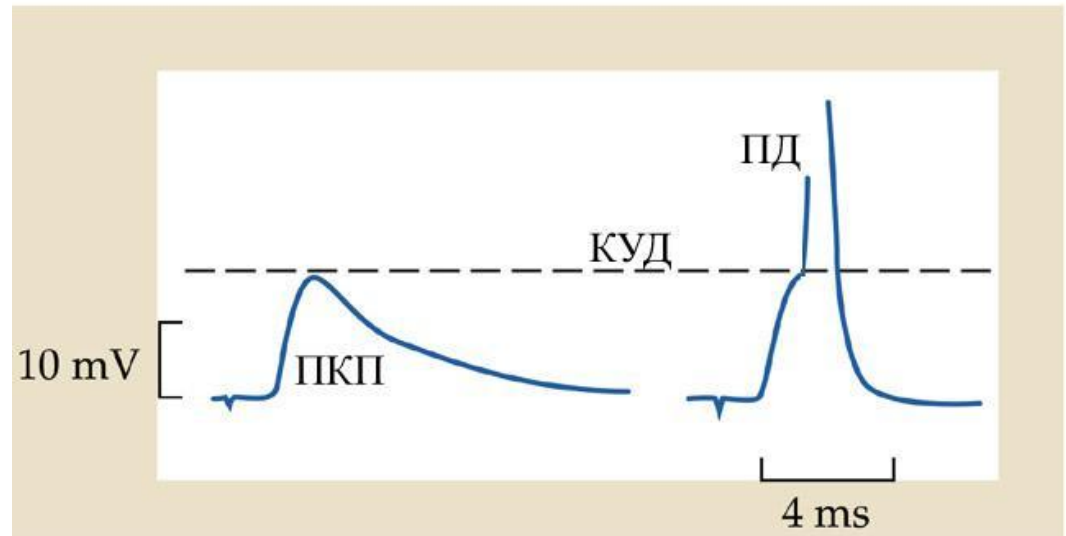
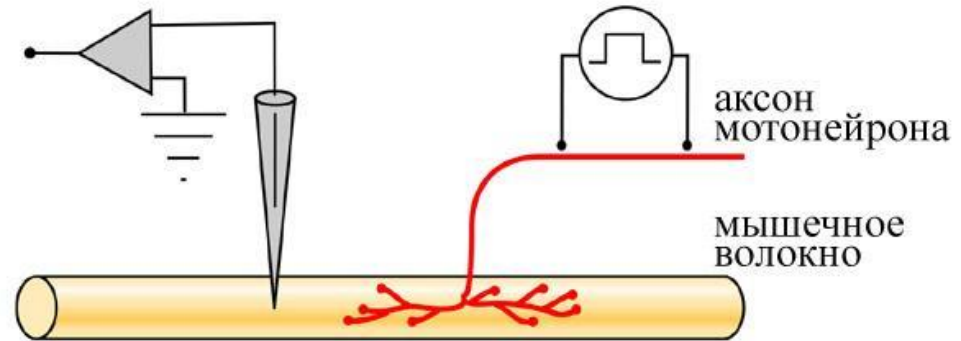
Особенности концевой пластинки:

- ❑ Синаптические зоны в концевой пластинке расположены линейно вдоль двигательной терминали.
- ❑ Места освобождения медиатора и локализации постсинаптических рецепторов противостоят друг другу.
- ❑ Медиатор нервно-мышечного синапса – **ацетилхолин**.
- ❑ Рецепторы к медиатору: **Н-холинорецепторы**.

ПОТЕНЦИАЛ КОНЦЕВОЙ ПЛАСТИНКИ

В нервно-мышечном синапсе на постсинаптической мембране возникает **потенциал концевой пластинки (ПКП)**:

- ПКП имеет **большую величину** – экзоцитоз большого количества медиатора (содержимого 100-300 везикул).
- если амплитуда ПКП достигает **критического уровня**, то возникает ПД.
- большая величина ПКП обеспечивает **надежность** нервно-мышечной передачи возбуждения



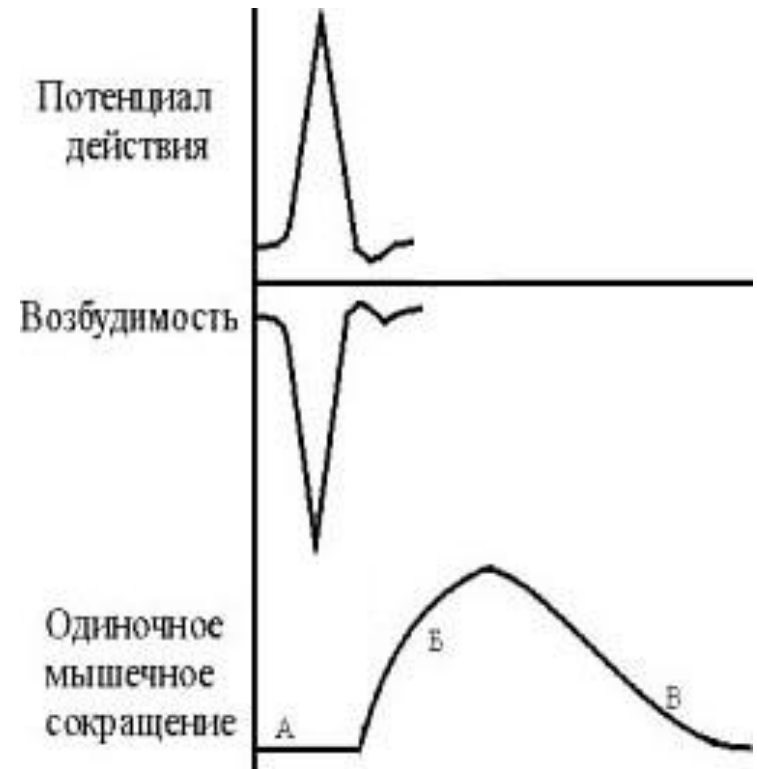
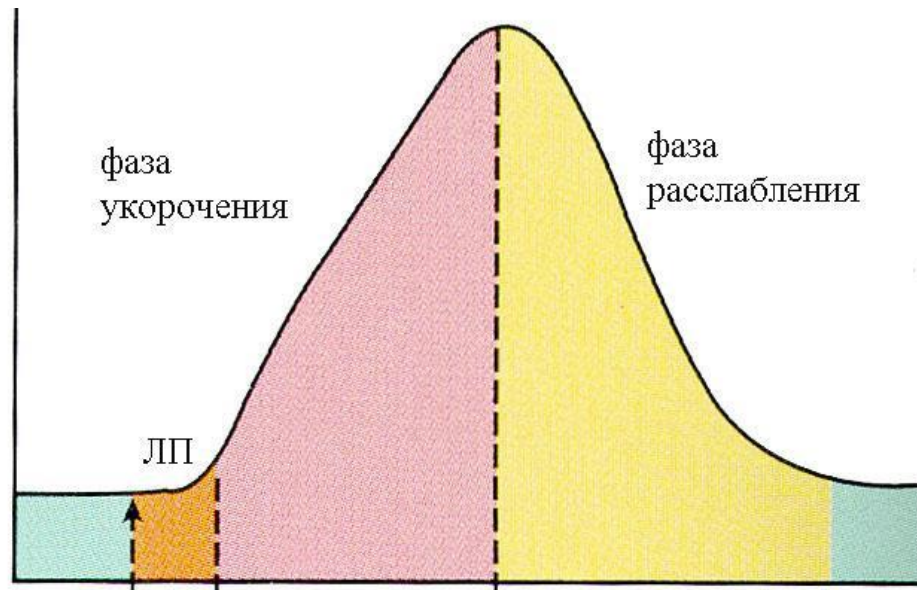
ВИДЫ МЫШЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Одиночное сокращение

Одиночное сокращение мышцы возникает при ее однократном раздражении.

Фазы:

- А. Латентный период** (длится около 10 мс) – период от начала возбуждения до начала сокращения мышцы.
- Б. Фаза укорочения (сокращения)** (около 50 мс).
- В. Фаза расслабления** (около 50 мс).



Тетаническое сокращение

Тетаническое сокращение (тетанус) – суммация сокращений мышцы при действии ритмических раздражителей.

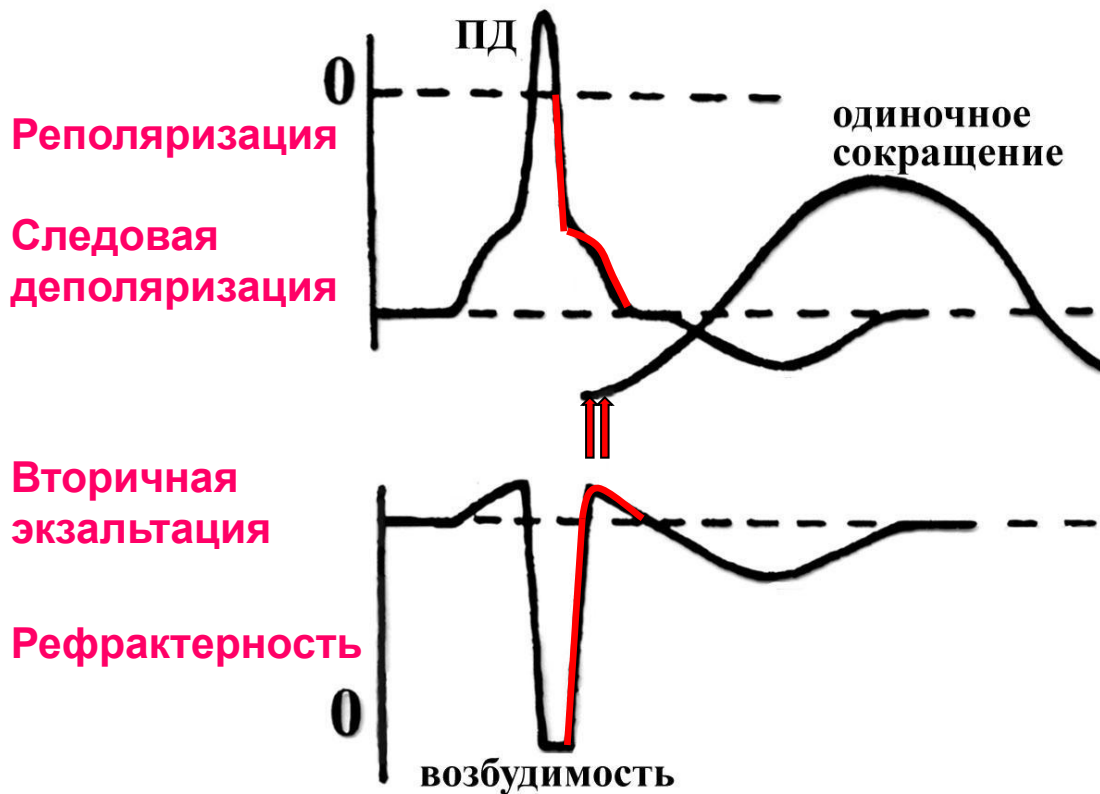
Виды тетануса:

- Зубчатый тетанус:** наступает, когда каждый последующий раздражитель попадает в фазу расслабления мышцы.
- Гладкий тетанус:** наступает, когда каждый последующий раздражитель попадает в фазу сокращения мышцы.

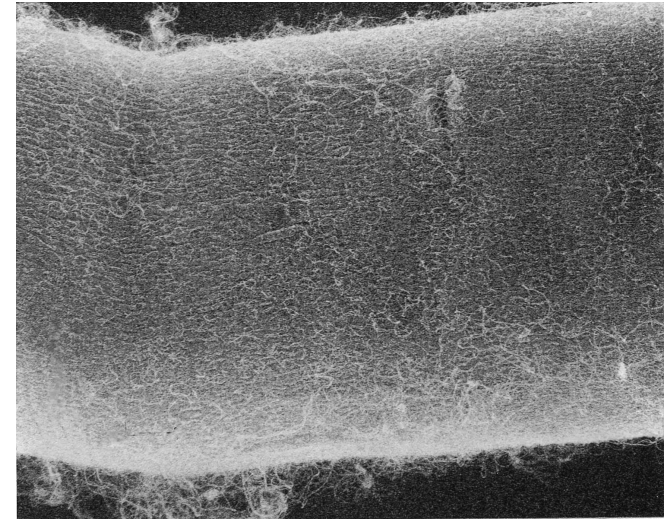
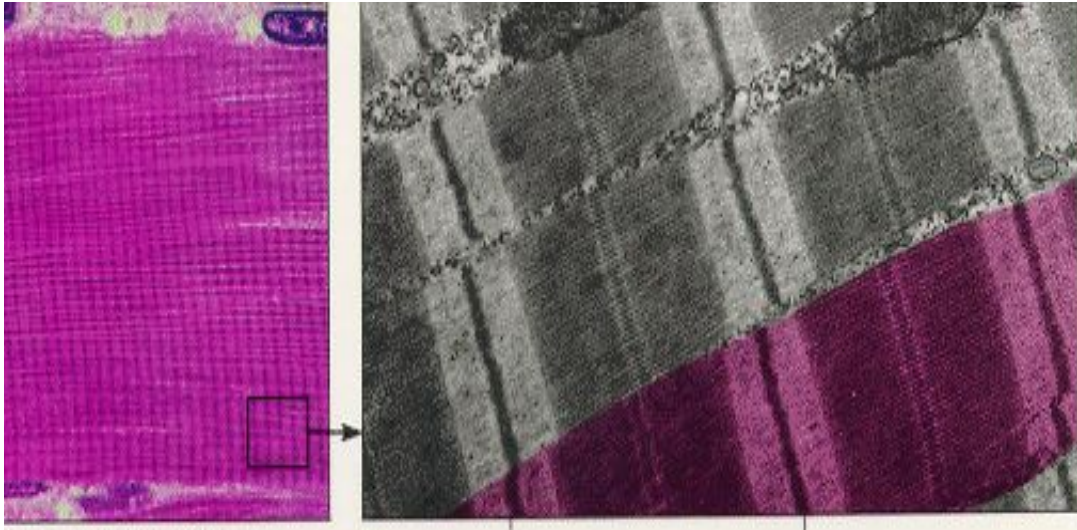




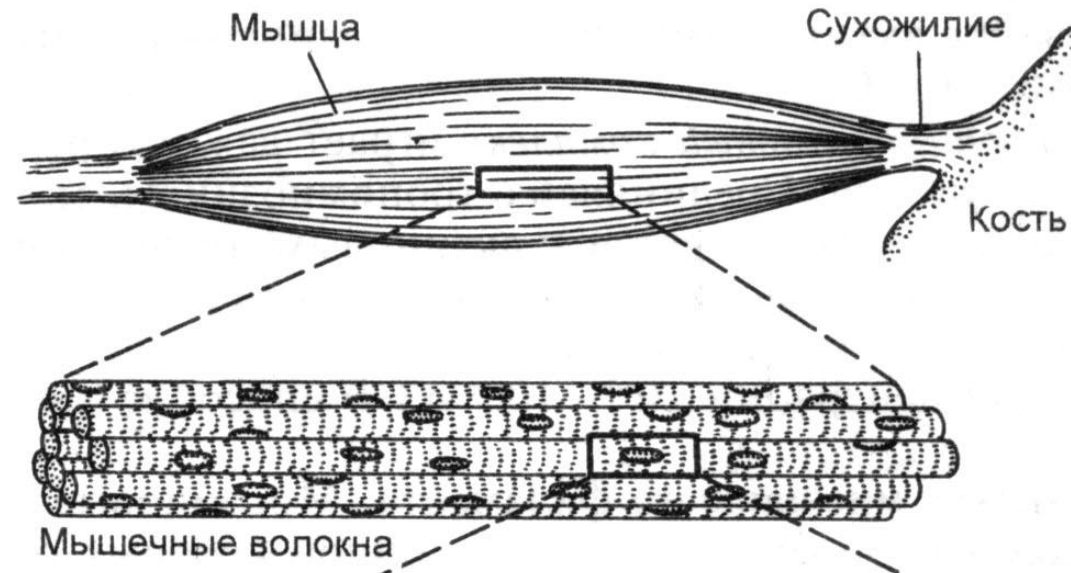
восстановление оптимума после снижения частоты



СТРОЕНИЕ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

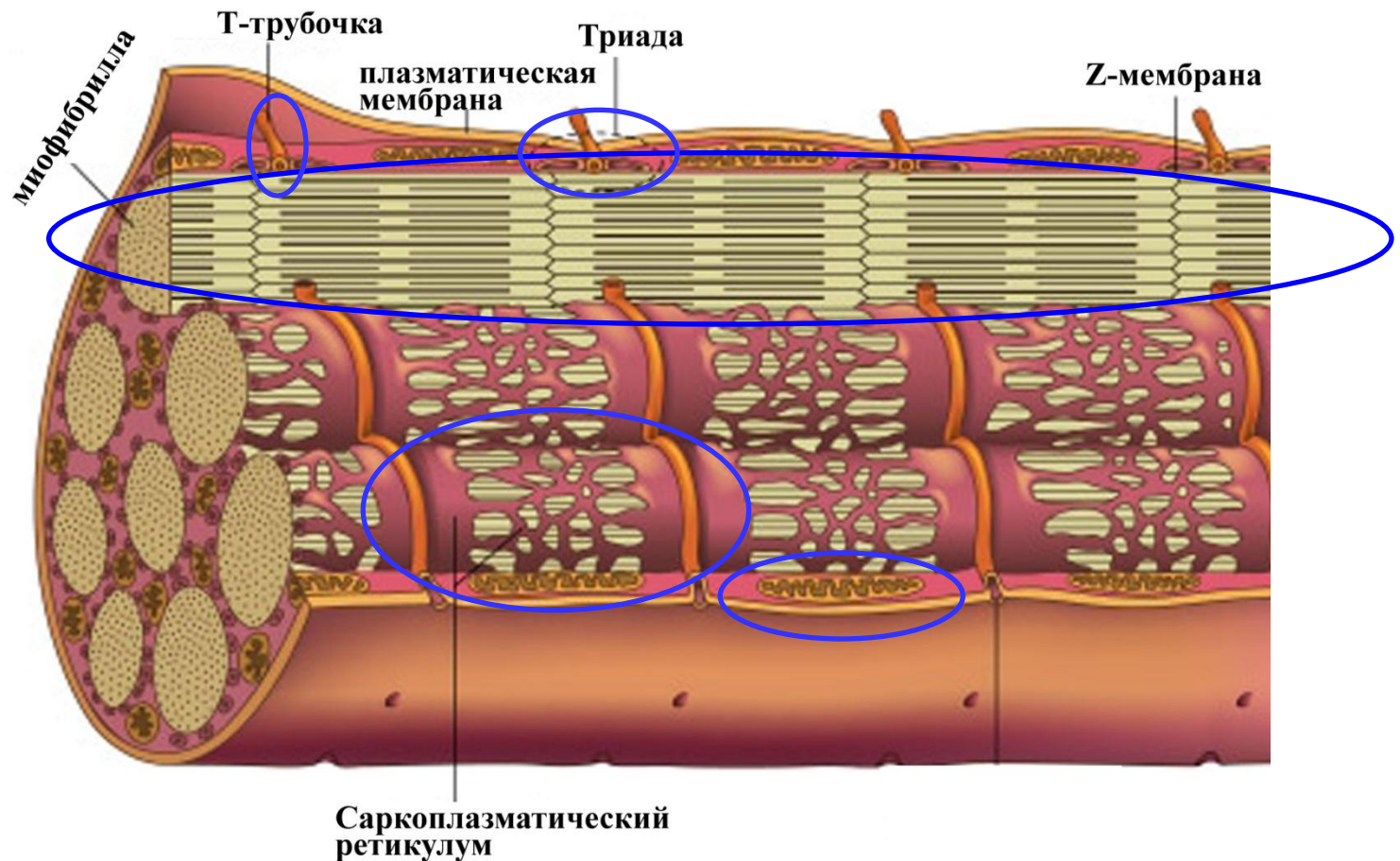


Мышца состоит из
мышечных волокон –
миофибрилл

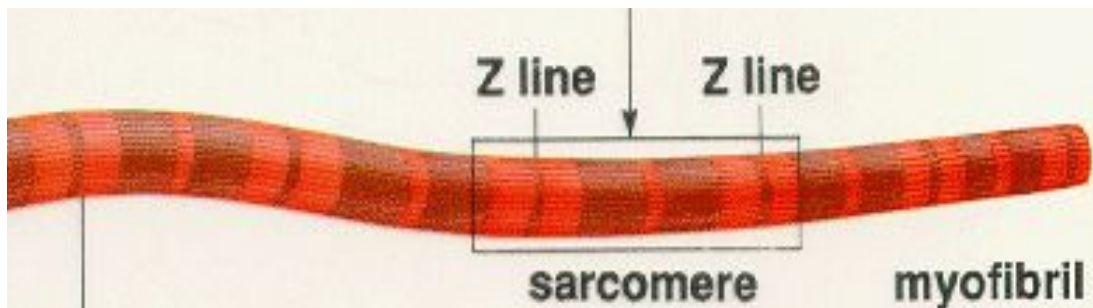
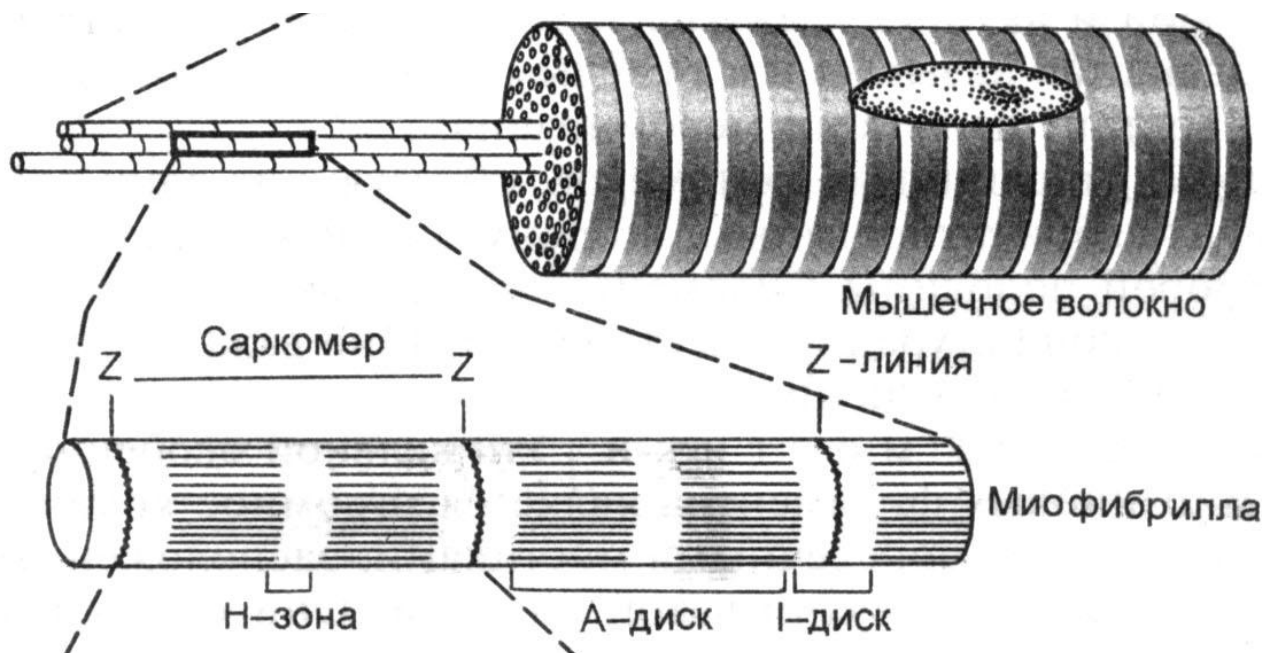


СТРОЕНИЕ МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА

- миофибриллы, состоящие *из саркомеров*;
- *саркоплазматический ретикулум* - депо Ca^{++} ;
- митохондрии;
- плазматическая мембрана мышечного волокна имеет впячивания (продольные *T-трубочки*), которые вместе с цистернами саркоплазматического ретикулума образуют *T-системы (триады)*.



Миофибриллы содержат **саркомеры** – структурно-функциональные единицы мышцы.



СТРОЕНИЕ САРКОМЕРА МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА

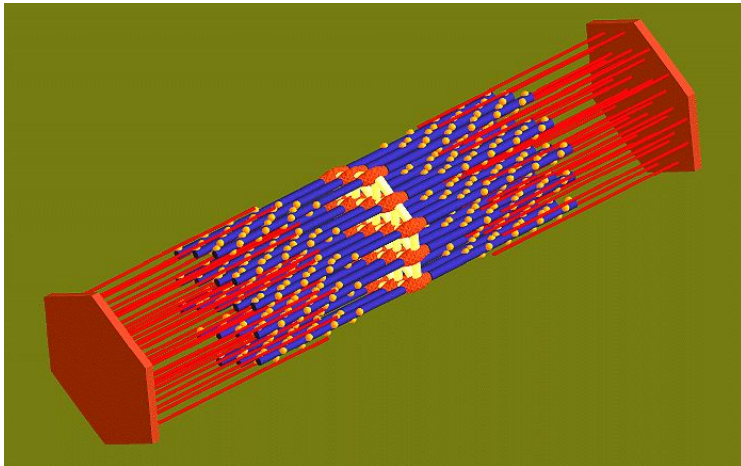
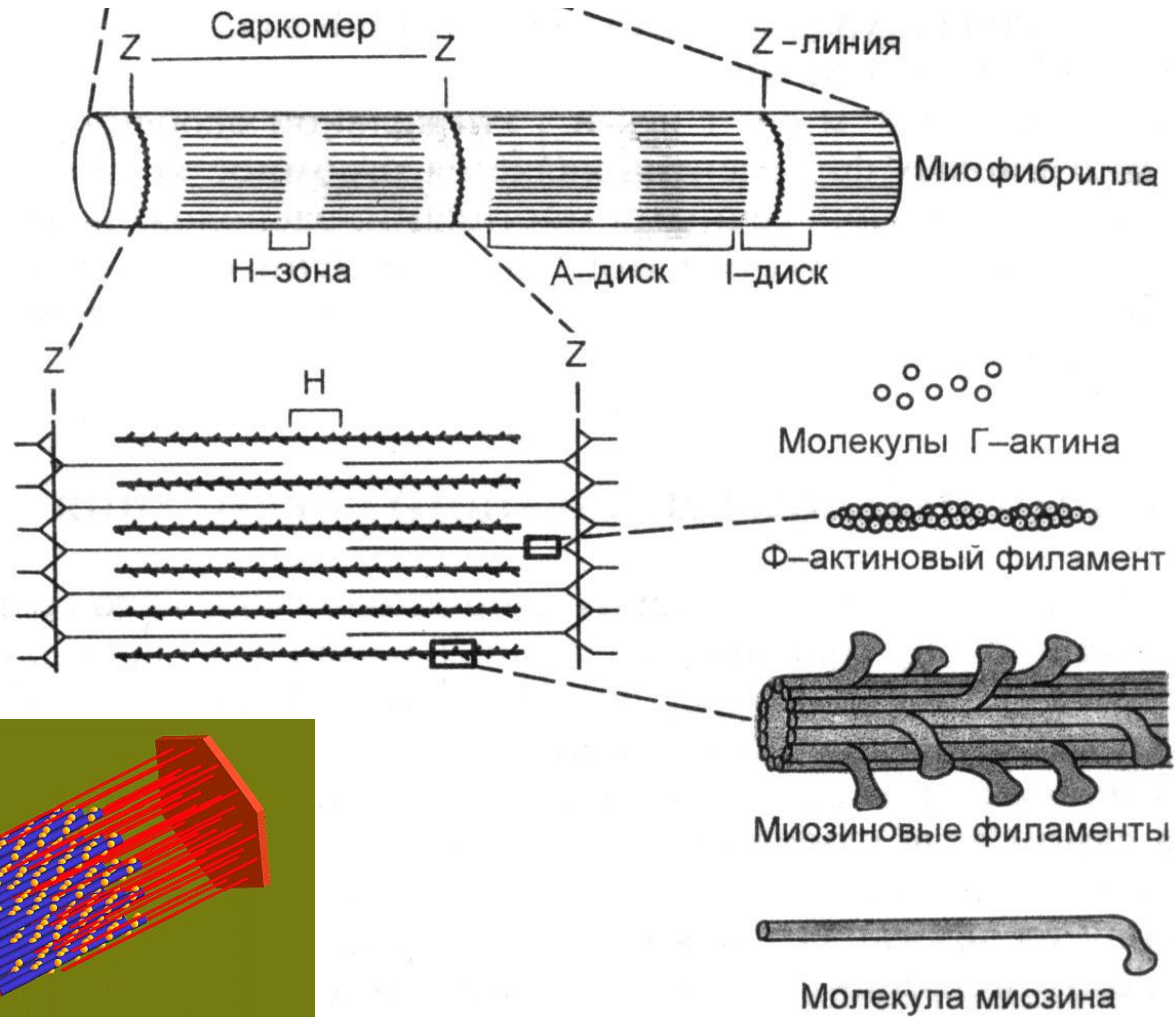
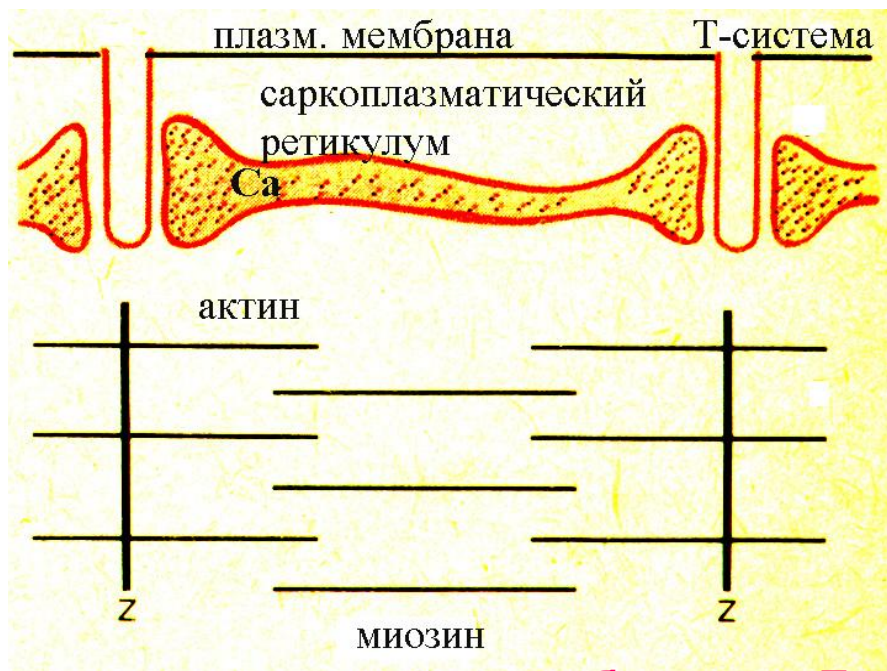
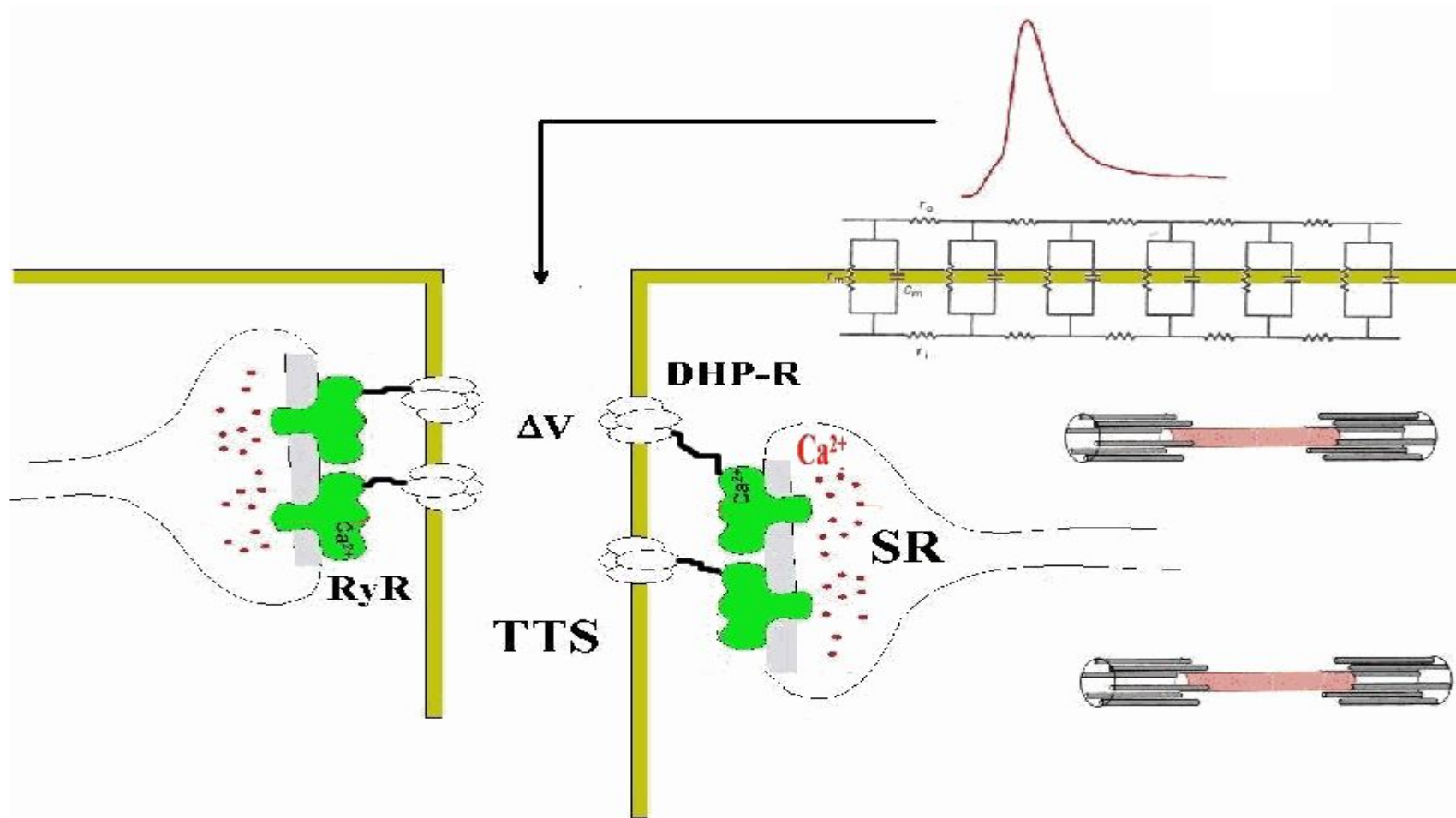


СХЕМА СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ЕДИНИЦЫ МЫШЕЧНОГО ВОЛОКНА

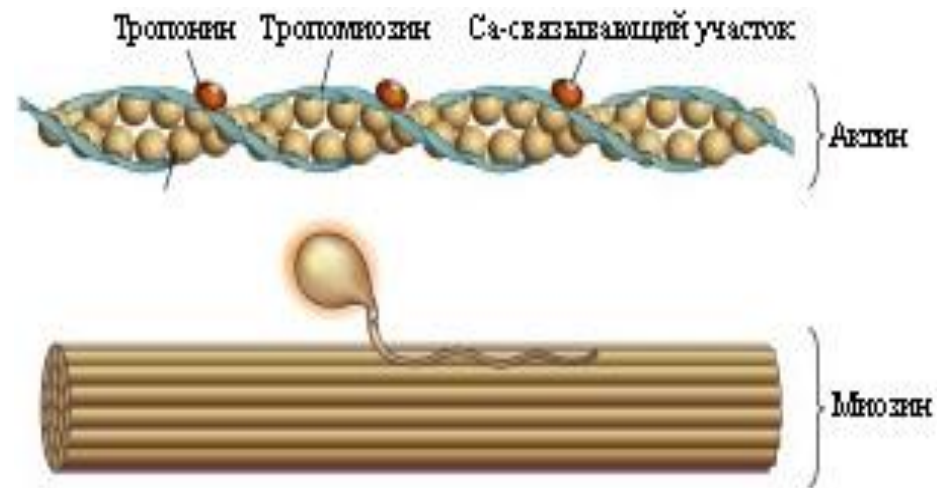
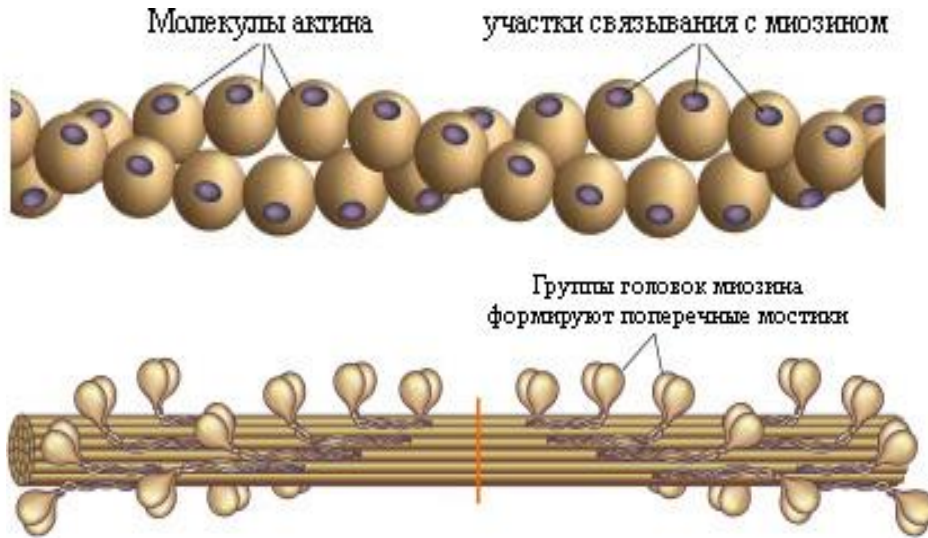


- Саркомер состоит из **сократительных белков** и **Z-мембран**.
 - Z-мембраны располагаются в области **T-трубочек**.
 - К Z-мембранам крепятся тонкие нити белка **актина**.
 - Между нитями актина располагаются толстые нити белка **миозина**
- Сокращение мышцы происходит путем взаимного скольжения нитей актина и миозина.
- Сопряжение возбуждения мембраны мышечного волокна и скольжения нитей обеспечивает работа T-систем.

Электромеханическое сопряжение – переход возбуждения с нерва на мышцу и ее сокращение



Строение актина и миозина

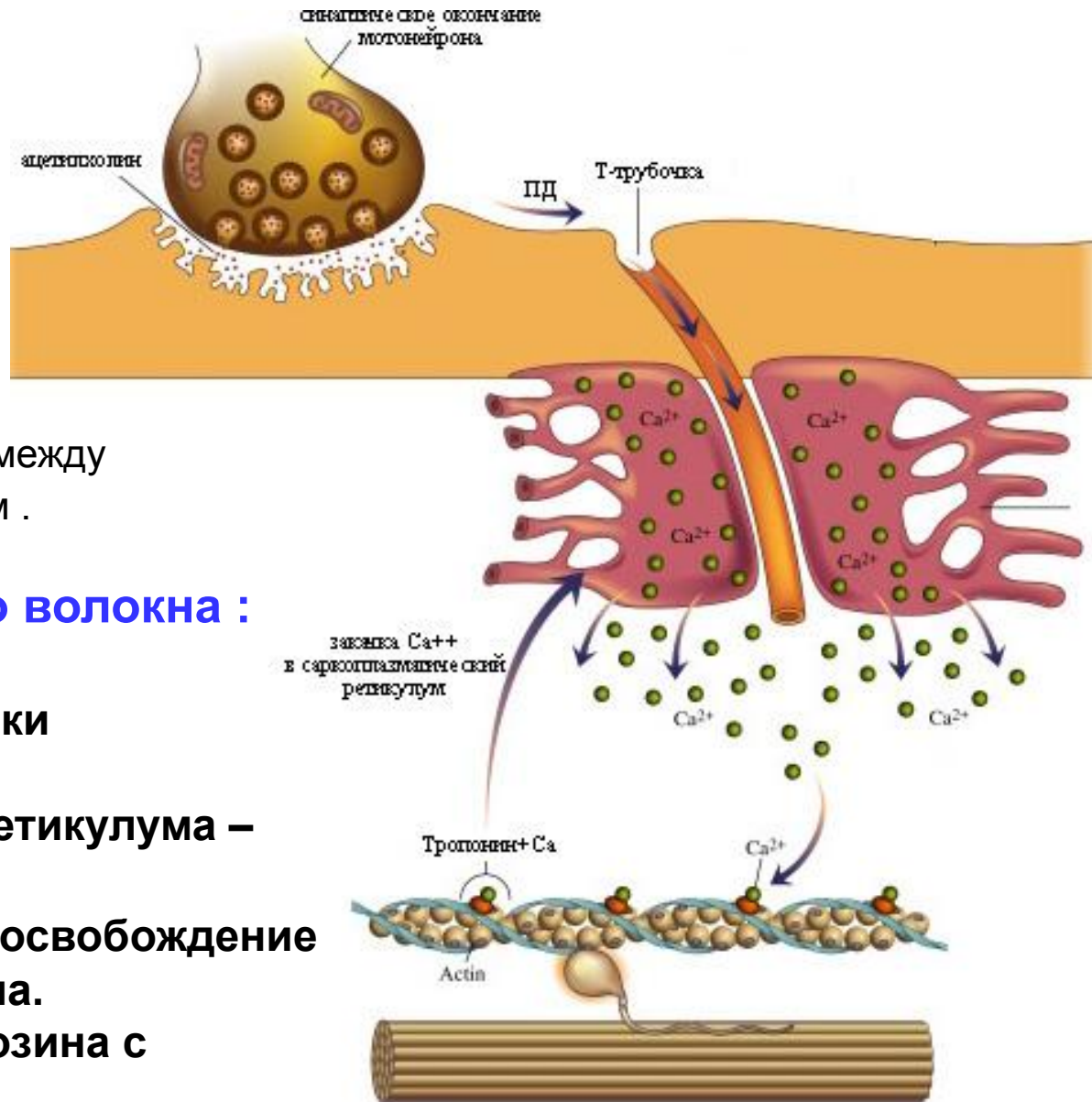


Миозиновые нити имеют выступы – **поперечные мостики**. На их концах расположены утолщения - «головки» миозина.

На актиновых нитях расположены **активные центры**, способные связываться с головками миозина.

В покое активные центры актина закрыты белком **тропомиозином**. Тропомиозин фиксирован на актине с помощью белка **тропонина**. Тропонин+тропомиозин – **тропонин-тропомиозиновый комплекс (ТТК)**.

Механизм скольжения нитей актина и миозина.

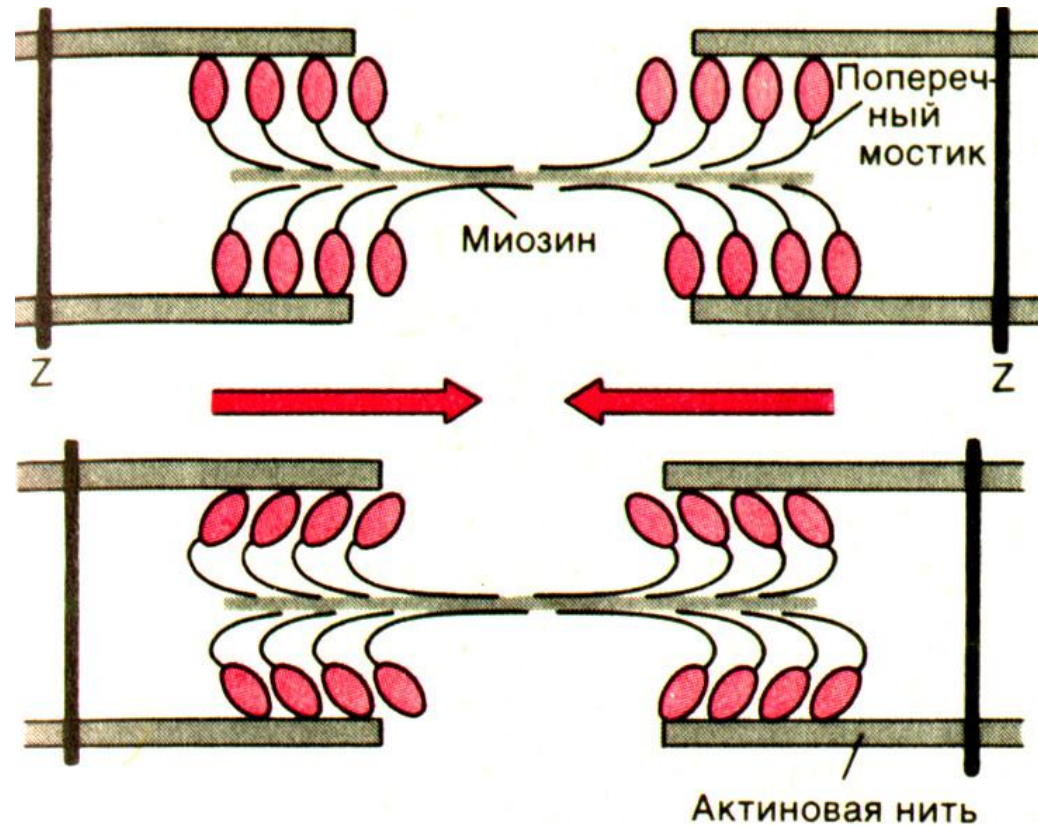


Ион Ca²⁺ — посредник между возбуждением и сокращением .

Возбуждение мышечного волокна :

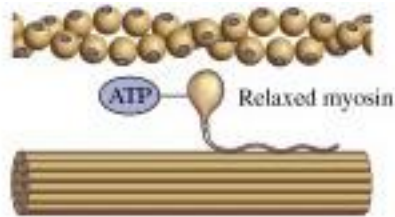
1. Деполяризация T-трубочки
2. Открытие Ca-каналов саркоплазматического ретикулама — выход Ca²⁺.
3. Действие Ca²⁺ на **ТТК** — освобождение активных участков актина.
4. Связывание головок миозина с актином.

Механизм скольжения нитей: укорочение саркомера=сокращение



6. Гидролиз АТФ головки миозина, отсоединение АДФ и P_i – высвобождение энергии – смещение головок миозина по направлению к актину (от 90 град до 45 град) – скольжение актиновой нити на один шаг по направлению к центру саркомера, в результате саркомер укорачивается.

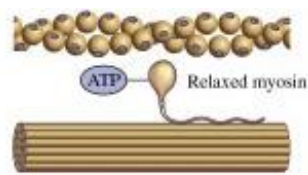
Механизм скольжения: разобщение нитей=расслабление



Отсоединение головки миозина от актина:
связывание **свободной АТФ** с головкой
миозина.

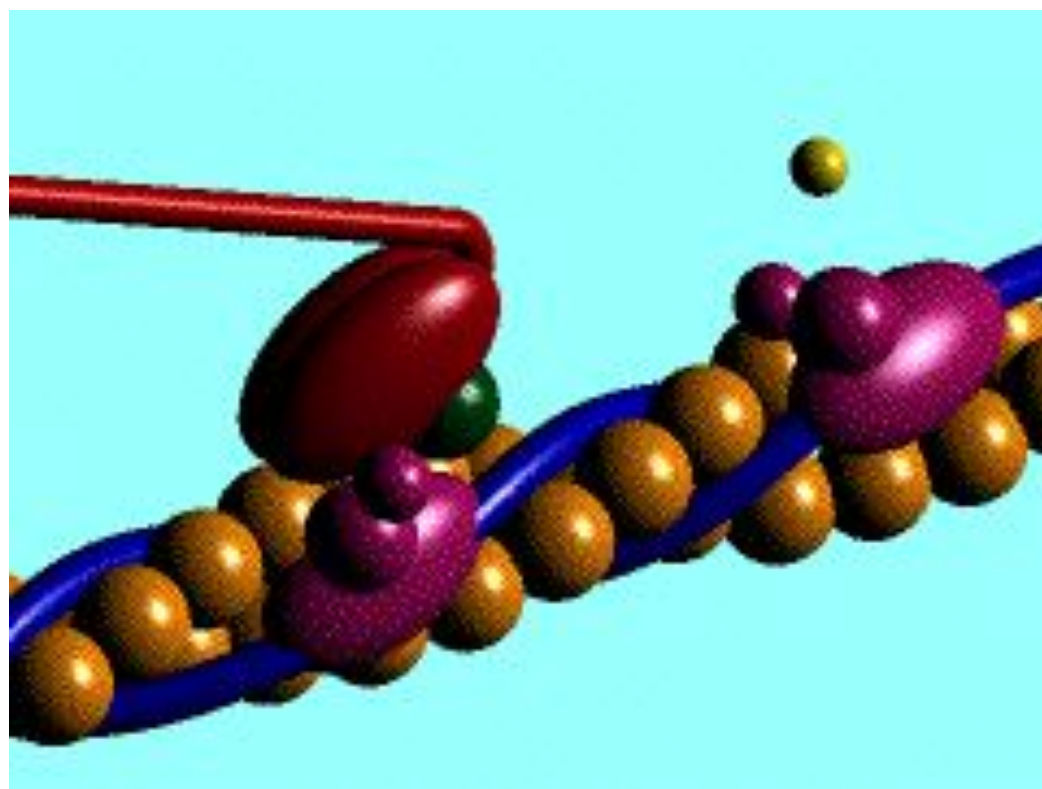
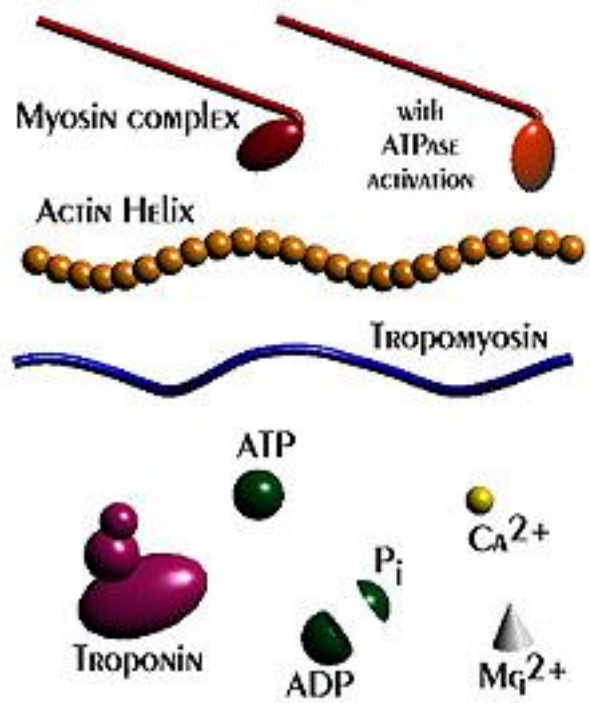


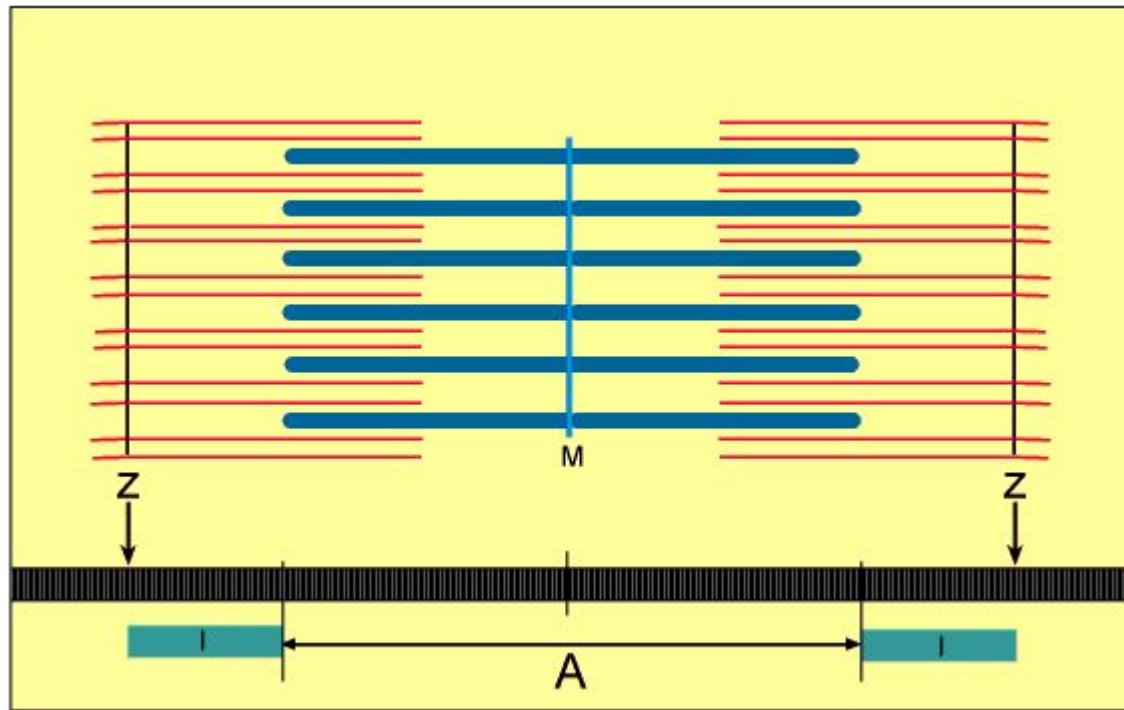
Поперечный мостик распрямляется,
головка миозина присоединяется к
следующему активному центру актина.



+ Mg

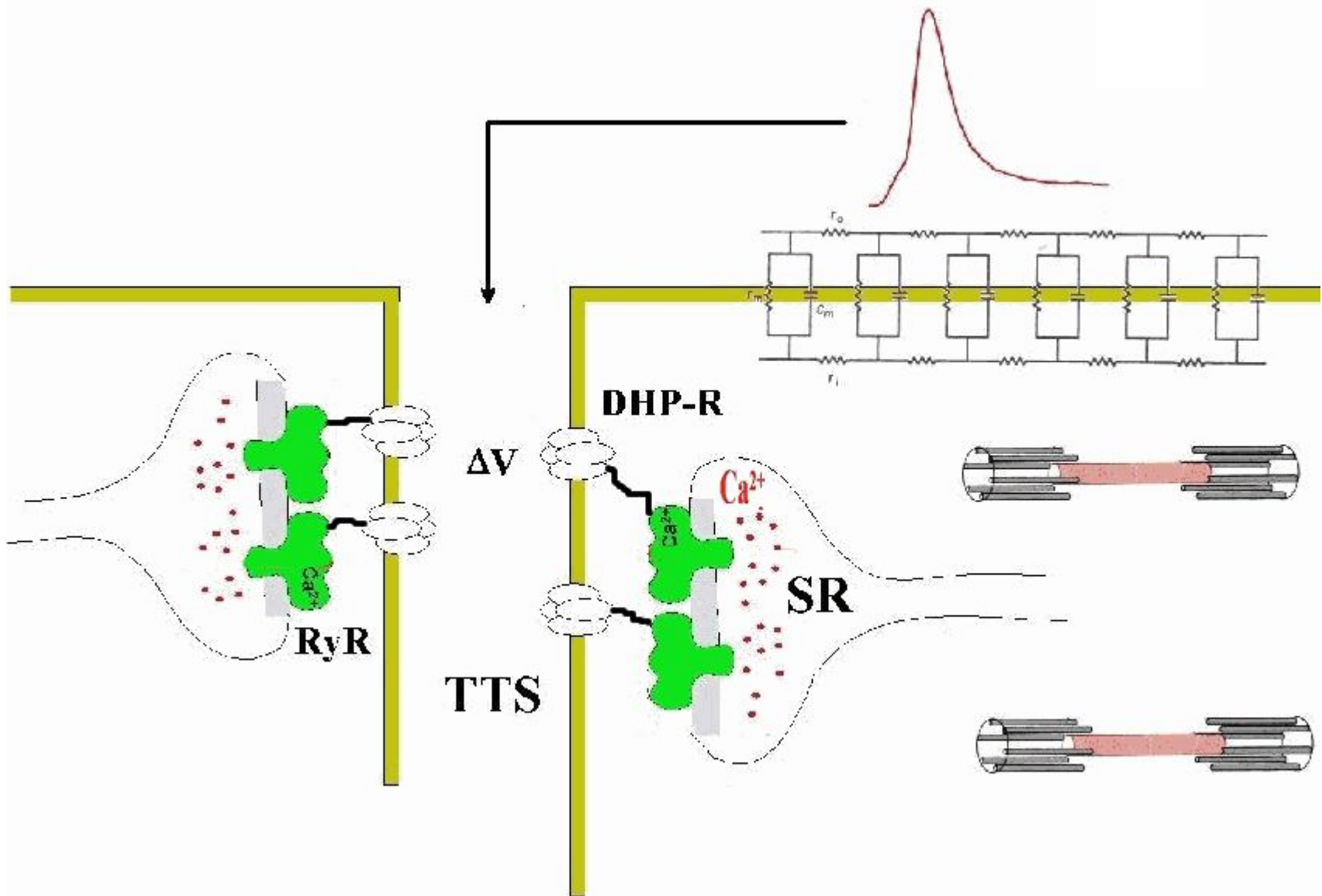






Расслабление мышцы происходит в результате **снижения** уровня Ca^{++} в цитоплазме.
 Ca^{++} закачивается обратно в саркоплазматический ретикулум с помощью **Са-насоса** мембраны ретикулума.

Электромеханическое сопряжение



A light micrograph of smooth muscle tissue. The image shows several elongated, spindle-shaped cells arranged in parallel bundles. Each cell contains a single, centrally located nucleus. The overall appearance is that of a dense, organized tissue structure.

ФИЗИОЛОГИЯ

ГЛАДКИХ

МЫШЦ

Nonstriated

Spindle-shaped

Single Nucleus

Гладкие мышцы располагаются в стенках внутренних полых органов:

- Сосудов
- Верхних дыхательных путей
- Желудочно-кишечного тракта
- Мочевого пузыря
- Матки, семявыносящих протоков



Сократительные особенности гладких мышц

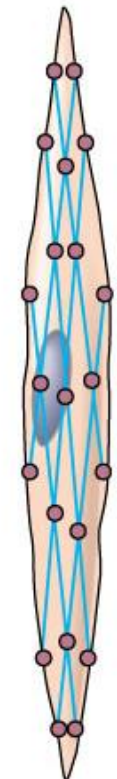
- 1) Миофибриллы с саркомерами располагаются *нерегулярно*.
- 2) Другой механизм сокращения (участвует внешний Ca^{++}).
- 3) Сокращение развивается *позже, более медленно*, чем в скелетных мышцах, и имеет *меньшую амплитуду*.
- 4) Обладают *пластичностью* – способностью сохранять длительное время форму после растягивающей деформации.



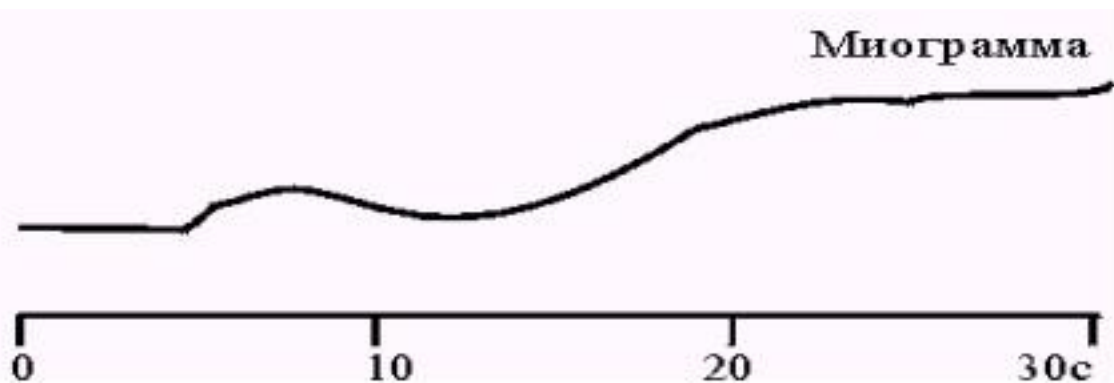
в состоянии расслабления



в состоянии сокращения

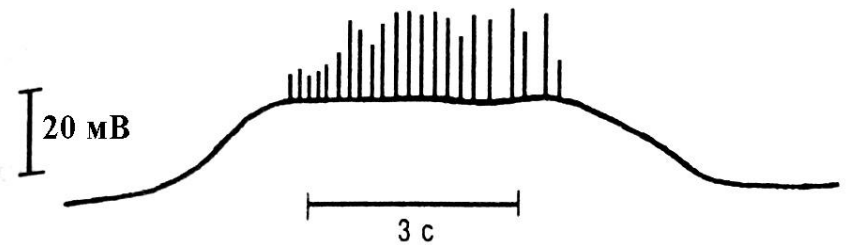
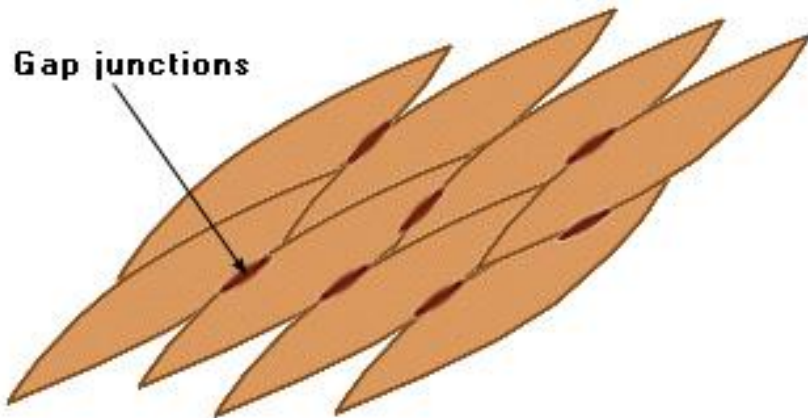


промежуточный филамент
Миозин
Актин
плотное тельце



Особенности возбуждения гладких мышц

1. *Способность к автоматии.*
2. Низкий мембранный потенциал покоя
3. Наличие *потенциалзависимых медленных Ca-каналов* на плазматической мембране.
4. Потенциал действия может иметь *плато*.
5. В гладкомышечной ткани есть некоторое количество *нексусов*.
6. Гладкомышечные клетки иннервируют нервные *волокна автономной* нервной системы.



Сравнительная характеристика скелетных и гладких мышц

Характеристика	Скелетная мышца	Гладкая мышца
Диаметр мышечных волокон, мкм	< 100	< 5
Длина мышечных волокон, мкм	200 000	< 200
Т-трубочки	есть	нет
Расположение миофибрилл	Упорядочено	Не упорядочено
Саркоплазматический ретикулум	выражен	Менее развит, участвует внешний Ca+
Тропонин	есть	нет
Некисы	нет	есть
МПП	-80 -90	-60 -70
Латентный период сокращения, мс	10	200
Длительность сокращения, мс	10-100	3000
Амплитуда сокращения	Высокая	низкая
Проявления нарушений функционирования	атрофия	Астма, гипертензия

Законы раздражения возбудимых тканей - определяют зависимость ответных реакций от разных качеств раздражающего агента.

Закон «силы» - при увеличении силы раздражителя растет сила ответной реакции. Справедлив для целостных структур – мышцы, нерва, железы.

Закон «все или ничего» - при действии подпорогового стимула ткань не отвечает – «ничего», а пороговый или сверхпороговый – вызывает максимальный ответ. Справедлив для одиночного нервного или мышечного волокна и одиночной железистой клетки – гландулоцита, а также для сердечной мышцы.

Закон «аккомодации»(Дюбуа-Реймона) - ответная реакция зависит не только от величины раздражителя, но и от скорости ее нарастания. При снижении скорости увеличивается порог раздражения – ткань аккомодирует, снижается ее возбудимость.

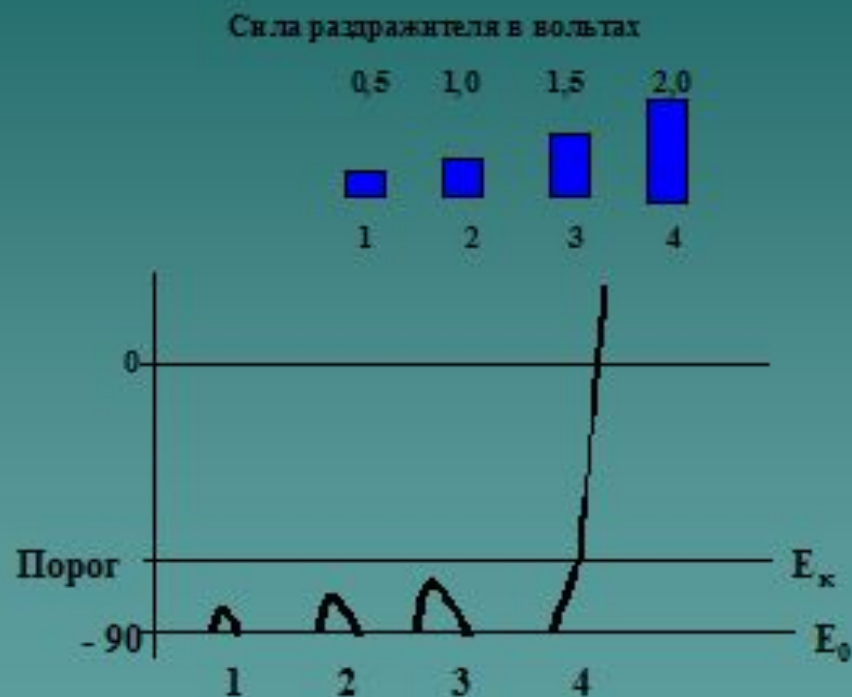
Закон «силы-длительности» (Вейсса-Лапика) - раздражающее действие постоянного тока зависит не только от его величины, но и от времени его действия на ткань. При большей силе тока необходимо меньшее время его действия на ткань.

Закон полярного действия постоянного тока Э.Пфлюгера – возбуждение возникает при замыкании цепи под катодом, а при размыкании - под анодом.

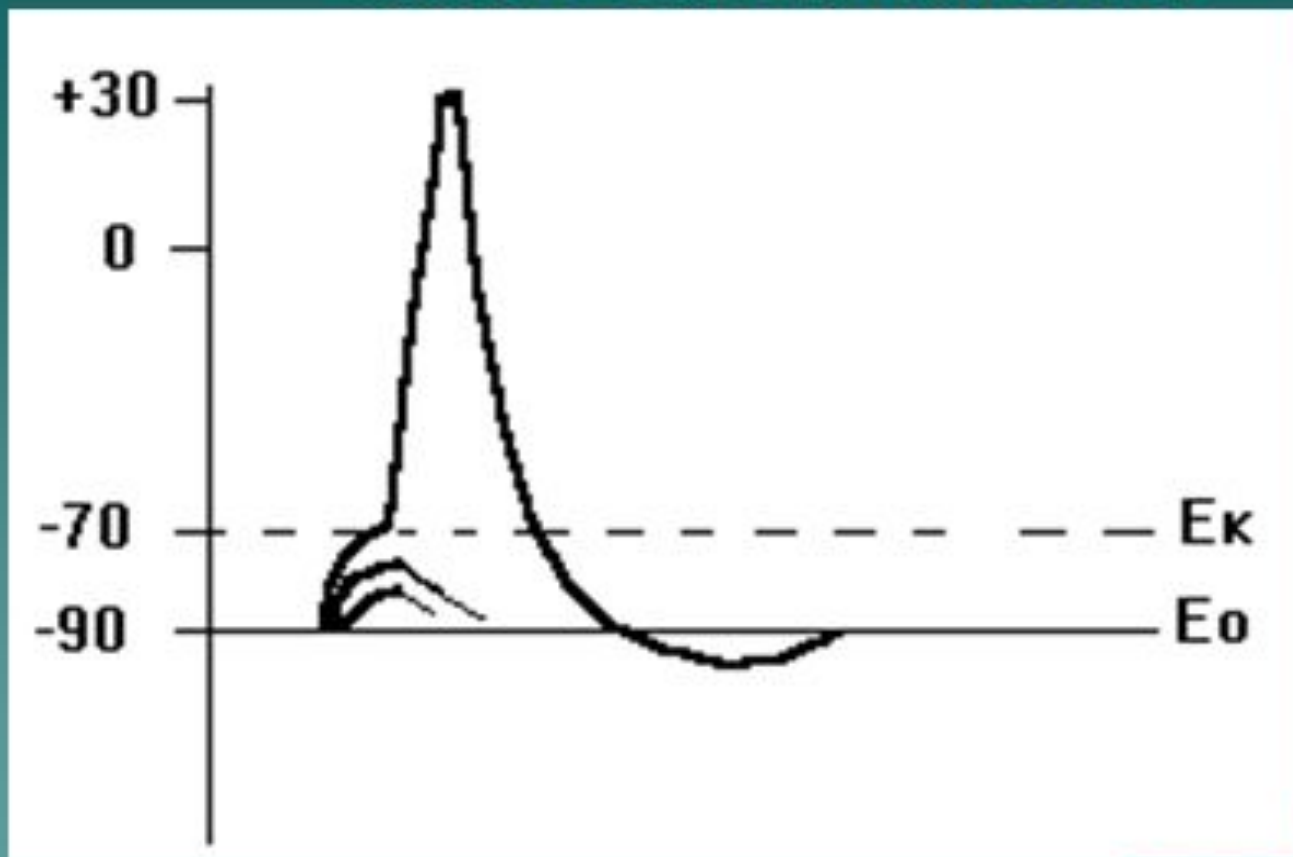
Закон физиологического электротона Э.Пфлюгера – действие постоянного тока сопровождается изменениями возбудимости ткани.

Катэлектротон и анэлектротон.

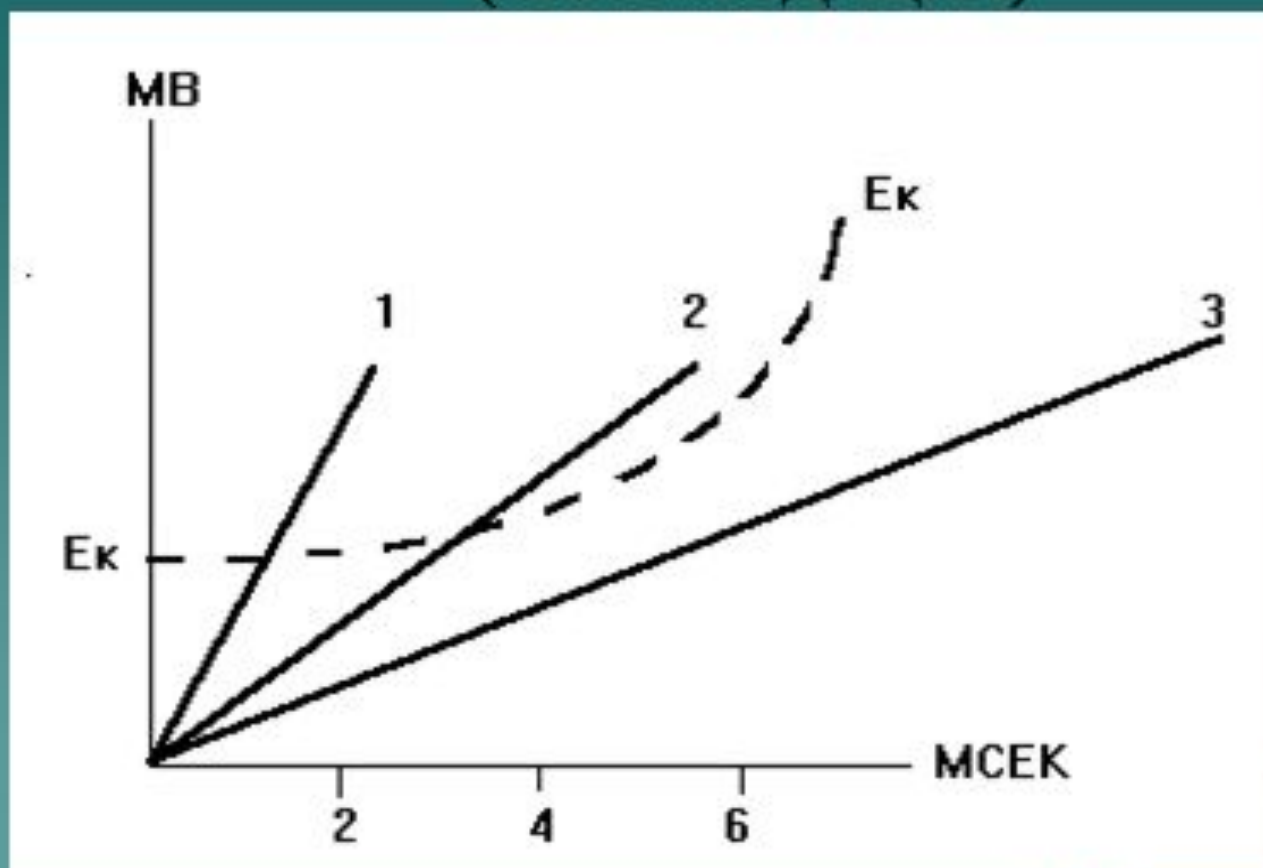
Локальные ответы и закон силы



ЗАКОН “ВСЕ ИЛИ НИЧЕГО”

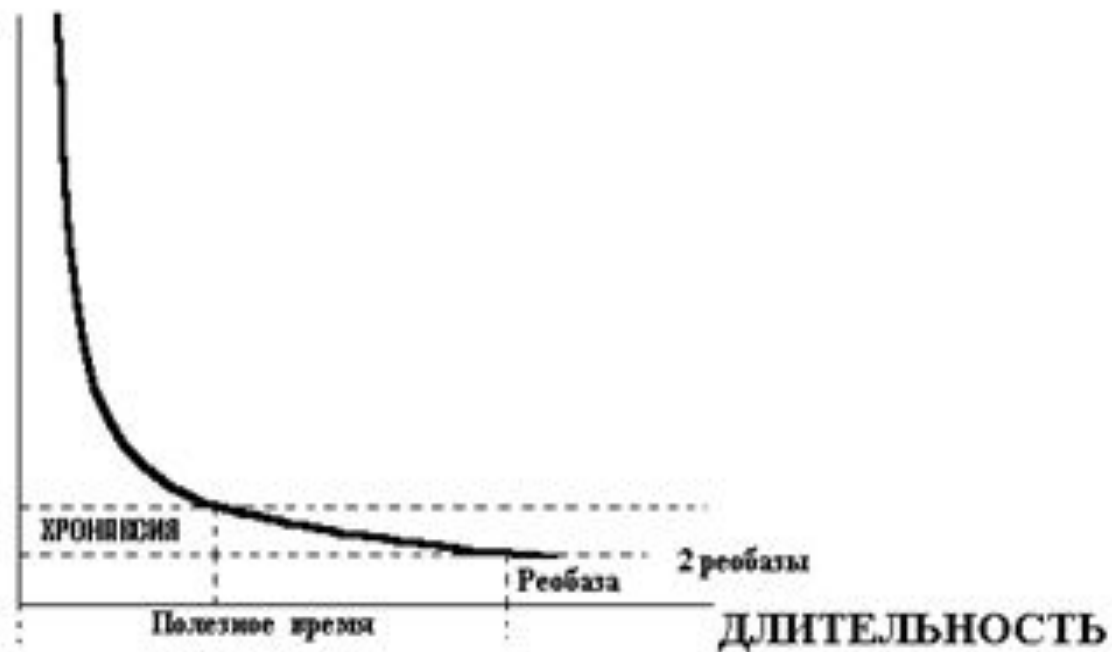


ЗАКОН ГРАДИЕНТА РАЗДРАЖЕНИЯ (АККОМОДАЦИЯ)

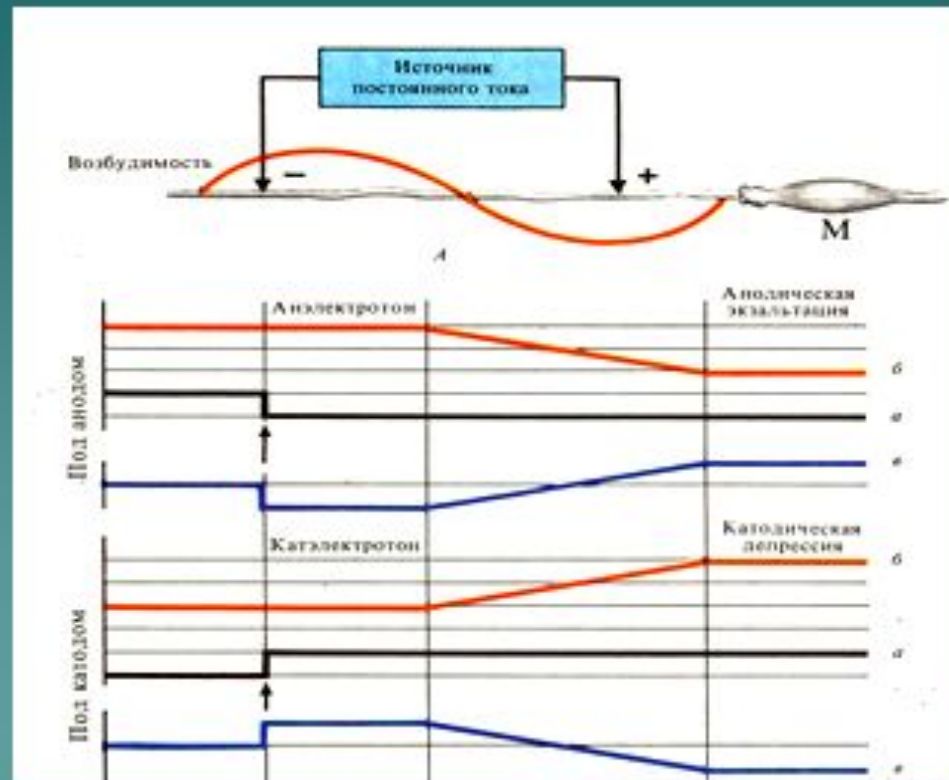


ЗАКОН «СИЛА - ДЛИТЕЛЬНОСТЬ»

СИЛА



Физиологический электротон



Лабильность -

- ◆ Максимальное число импульсов, которое возбудимая ткань способна воспроизвести в соответствии с частотой раздражения

Лабильность:

- ◆ НЕРВ – свыше 1000 Гц
- ◆ МЫШЦА – свыше 50 Гц

Синапс имеет самую низкую лабильность, утомление в нем развивается в первую очередь.

Располагаясь между нервом и мышцей – синапс защищает мышцу от перевозбуждения и сохраняет ее функции.

**БЛАГОДАРЮ ЗА
ВНИМАНИЕ**

