Физиология нервов и мышц

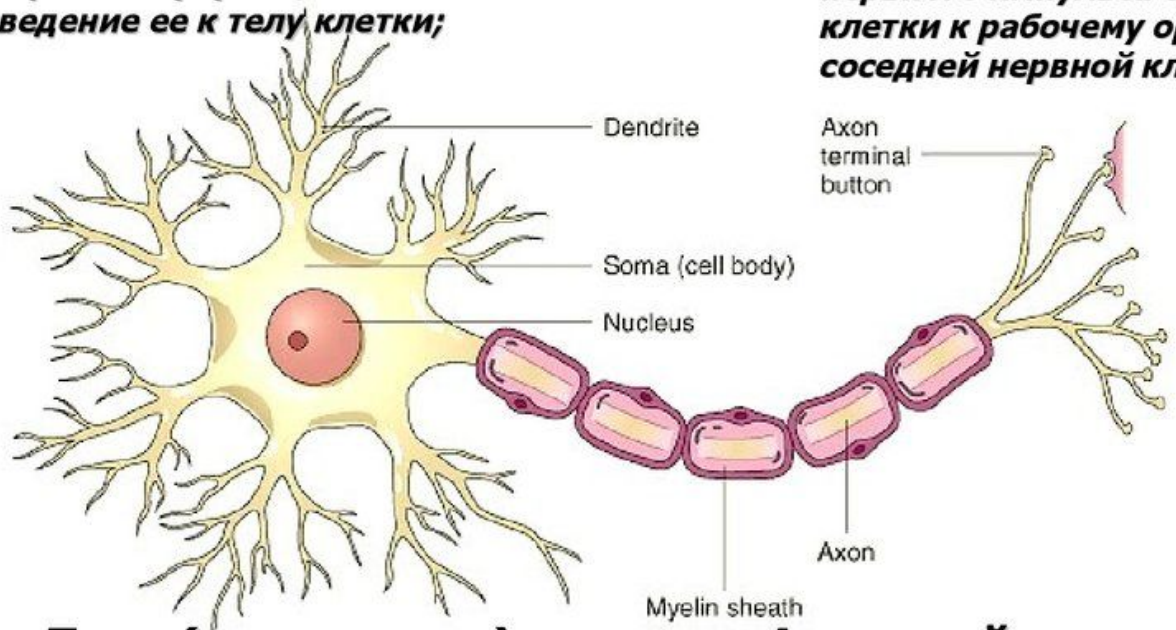
Строение нейрона

Дендрит

Функция : получение сенсорной информации и проведение ее к телу клетки;

Аксон

Функция: проведение нервного импульса от тела клетки к рабочему органу или соседней нервной клетке;



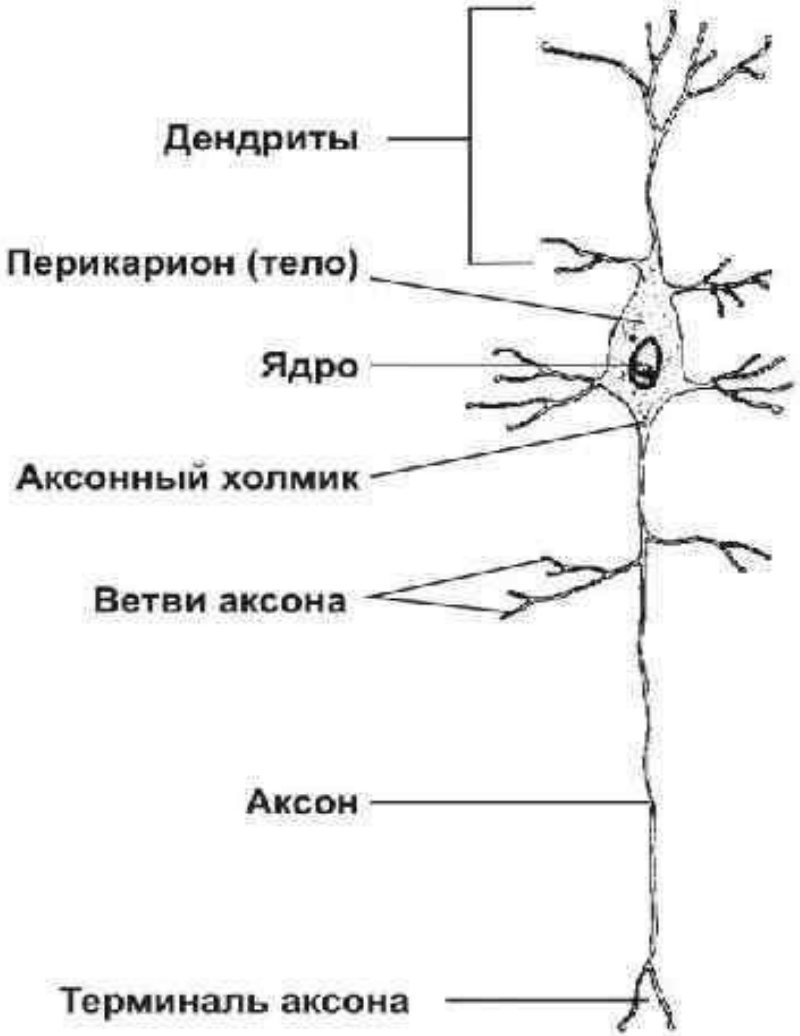
Тело (перикарион)

Функция: сбор, анализ поступающей информации, синтез медиатора и АТФ;

Аксонный холмик

Функция: генерация нервного импульса;

Строение нейрона



НЕЙРОН

1. **Тело (перикарион)**
2. **Отростки:**

- дендриты («dendron» - дерево)– проводят импульсы *к телу нейрона*;

- аксон, или нейрит – *от тела нейрона*.

В аксоне нет глыбок базофильной субстанции.

<u>Аксональный холмик</u> - место отхождения аксона от тела нейрона.

У дендритов - шипики – небольшие выросты различной формы.

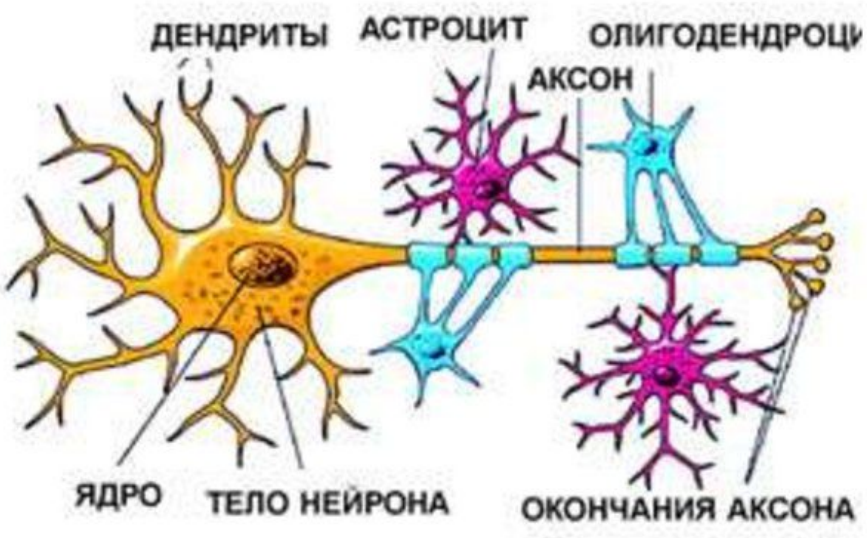
Нейроны и нейроглия

ЦНС состоит из

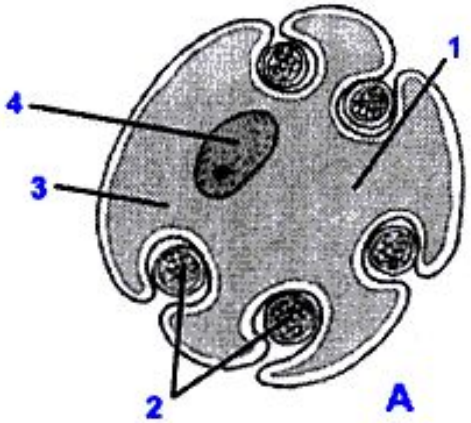
- ≈ 100 млрд **нейронов**, в 10-50 раз больше **глиальных клеток**.

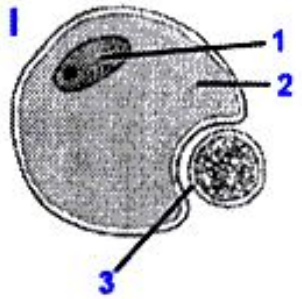
Нейроны – основные функциональные компоненты НС

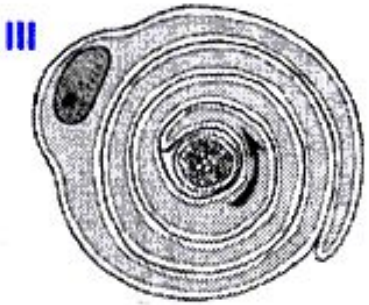
- эволюционировали из нейроэффекторных клеток,
- функция нейронов –интеграция и передача нервных импульсов,
  - в основе функций - процесс возбуждения

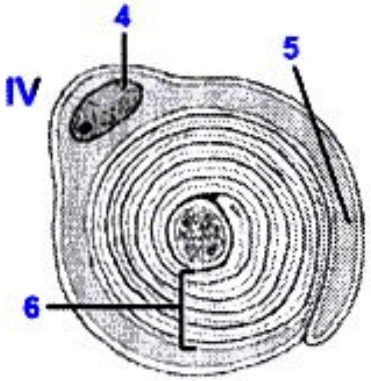


Микроструктура нервного волокна









Б

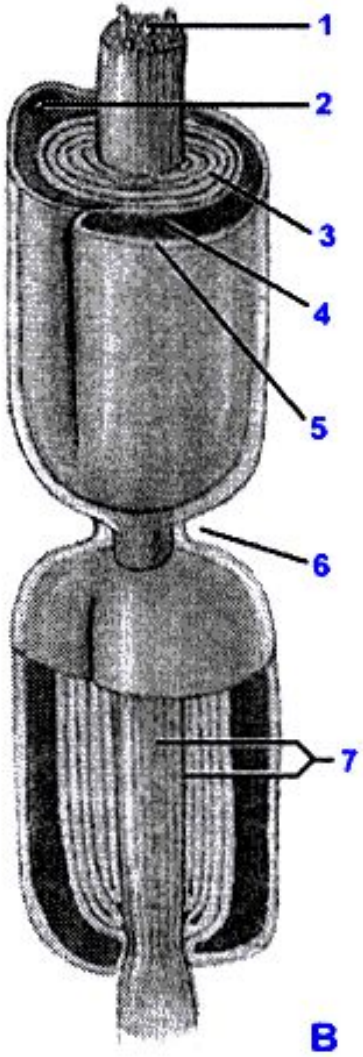


Схема строения нервных волокон:

А – безмиелиновые волокна: 1 – Шванновская клетка, 2 – нервные волокна, 3 – цитоплазма, 4 – ядро;
Б – образование миелина: I, II, III, IV – этапы образования миелиновой оболочки вокруг нервного волокна, 1 – ядро, 2 – цитоплазма, 3 – аксон, 4 – ядро Шванновской клетки, 5 – плазматическая мембрана Шванновской клетки, 6 – миелин;
В – строение миелинового волокна: 1 – нейрофибриллы, 2 – ядро Шванновской клетки, 3 – миелин, 4 – цитоплазма Шванновской клетки, 5 – плазматическая мембрана Шванновской клетки, 6 – перехват Ранвье (граница между двумя Шванновскими клетками), 7 – аксон

Медленный аксонный транспорт

Аксонный транспорт - это перемещение по аксону нервной клетки различного биологического материала.

✓ **Быстрый транспорт**

(скорость 200—400 мм/сут)

- прямой - от тела клетки до аксонных окончаний;
- обратный - к телу клетки;

✓**Медленный транспорт**

(скорость 1—2 мм/сут.);

Значение аксонного транспорта:

✓необходим для поддержания структуры нервного волокна;

✓необходим для аксонного роста и образования синаптических контактов;

✓играет важную роль при регенерации нервных волокон.

MyShared

Общая характеристика нерва

- Нерв — совокупность нервных волокон
- Каждый нерв имеет оболочку и кровоснабжение
- Сверху нерв покрыт общей плотной соединительной оболочкой — **эпиневрием**.
- Внутри нерв разделяется на пучки с помощью тонких перегородок — **периневриев** (продолжение эпиневрия в глубь нервного ствола).
- Каждый аксон покрыт **эндоневрием**, который есть как у миелинизированных, так и у безмякотных волокон.
- Различают **спинномозговые нервы**, связанные со спинным мозгом (**31 пара**), и **черепно-мозговые или черепные нервы (12 пар)**, связанные с головным мозгом.
- В зависимости от количественного соотношения афферентных и эфферентных волокон в составе одного нерва различают **чувствительные, двигательные и смешанные нервы.**

ЗАКОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ

1) Анатомо-физиологическая целостность нервного волокна.

Анатомическая целостность волокна является обязательным условием для проведения импульсов, поскольку перерезка нерва, так же, как и любое повреждение клеточной мембраны, препятствует проведению.

Проведение прерывается, если нарушена физиологическая целостность волокна (блокада натриевых каналов тетрадотоксином или местной анестезией, резкое охлаждение и др.). Проведение также нарушается во время длительной деполяризации мембраны (например, при накоплении ионов K^+ в межклеточном пространстве при ишемии)

ЗАКОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ

2) Двустороннее (билатеральное) проведение возбуждения.

При стимуляции, возбуждение передается по нервному волокну как в центробежном, так и в центростремительном направлении. Это может быть доказано следующим экспериментом.

Из начального сегмента аксона при нанесении на него раздражителя потенциал действия проводится в двух направлениях: по аксону к нервным окончаниям и по телу нейрона к дендритам.

ЗАКОНЫ ПРОВЕДЕНИЯ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ

3) Изолированное проведение возбуждения

В периферическом нерве импульсы проводятся по каждому волокну изолированно, т.е. они не переходят с одного волокна на другое и вызывают ответную реакцию только в клетках, с которыми нервное волокно контактирует через синапс.

Это важно, поскольку любой периферический нерв состоит из большого количества нервных волокон – двигательных, сенсорных и вегетативных – которые иннервируют различные клетки и ткани, иногда расположенные на большом расстоянии и различные по структуре и функциям.

Изолированное проведение нервного импульса возможно благодаря тому, что сопротивление межклеточной жидкости значительно ниже сопротивления мембраны нервного волокна. Вот почему большая часть тока, возникающего между возбужденными (деполяризованными) участками мембраны и участками мембраны, находящимися в состоянии покоя, проходит по межклеточным щелям без проникновения в соседние волокна.

3. Закономерности проведения возбуждения по нервным волокнам

1. **Скорость** проведения ПД зависит от толщины и структуры нервного волокна

2. Структура нервного волокна определяет **характер проведения нервного импульса** - ПД
   1. **электротоническое**,
   2. **сальтаторное**

3. **Бездекрементное** проведение возбуждения по НВ

4. **Изолированное** проведение возбуждения по НВ в пучке

5. **Физиологическая и анатомическая целостность** нервного волокна –абсолютно необходимое условие проведения нервного импульса

Параметры возбудимости

5. **Аккомодация** – это приспособление возбудимой ткани к медленно нарастающей силе раздражителя.

6. **Лабильность** – это функциональная подвижность. Мерой лабильности является максимальное количество импульсов, которое может воспроизвести в единицу времени (в сек) возбудимая ткань в соответствии с ритмом наносимых раздражений.

- *нервная ткань*: – 500–1000 имп/сек;
  – аболютный рефрактерный период – 1–2 мсек.
- *мышца*: – 250–330 имп/сек;
  – аболютный рефрактерный период – 4–5 мсек.
- *синапс*: – 100–125 имп/сек;
  – аболютный рефрактерный период – 8–10 мсек.

УТОМЛЕНИЕ НЕРВА

Впервые Н. Е. Введенский установил, что нерв в атмосфере воздуха сохраняет способность к проведению возбуждений даже при многочасовом (около 8 ч) непрерывном раздражении. Это свидетельствует о том, что нерв в атмосфере воздуха практически не утомляем или малоутомляем.

Относительная неутомляемость нерва отчасти зависит от того, что он тратит при своем возбуждении сравнительно мало энергии.

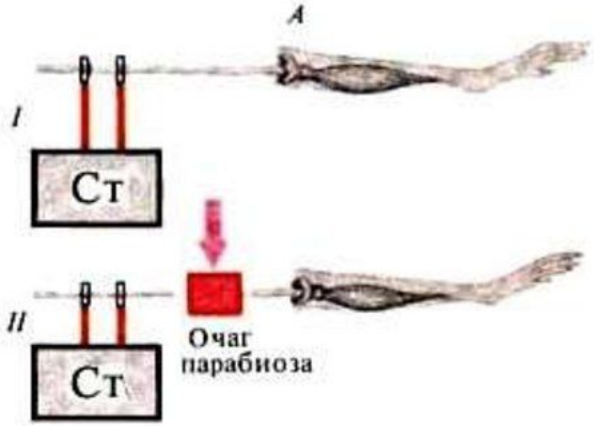
Энергетические траты при возбуждении нервных волокон связаны главным образом с работой натрий-калиевого насоса, который активируется поступлением внутрь цитоплазмы Na^+. В условиях нормального кровоснабжения нерва натрий-калиевый насос обеспечивает устойчивое поддержание ионного состава цитоплазмы, так как число ионов Na^+, поступающих внутрь волокна, и K^+, покидающих волокно при каждом импульсе, очень мало по сравнению с общим их содержанием в цитоплазме и межклеточной жидкости.

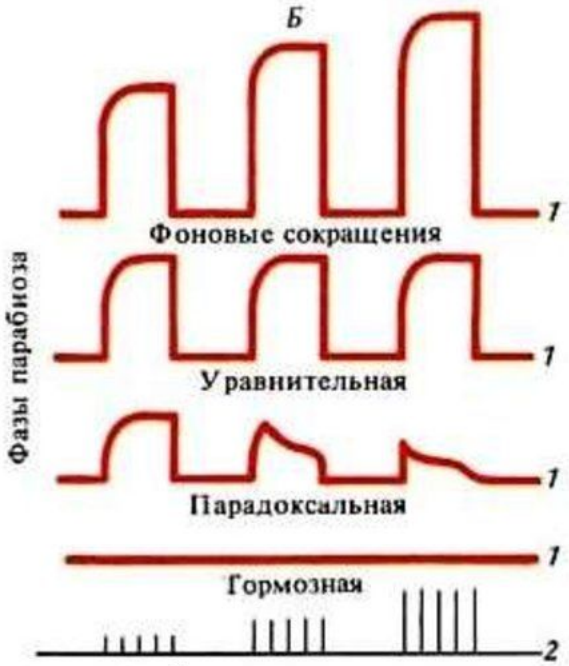
Если принять, что число ионов, пересекающих единицу площади мембраны, в различных волокнах одинаково, то в этом случае изменение концентрации этих ионов в цитоплазме должно быть обратно пропорционально диаметру волокна. Этим, по-видимому, и объясняется тот факт, что тонкие нервные волокна утомляются значительно быстрее, чем толстые.

Введенский Николай Евгеньевич и открытый им парабиоз

Парабиоз (по Н. Введенскому):

особенность функц-я нервной ткани, состоит в переходе из возбуждения в состояние пассивности, если стимуляция превышает предел устойчивости к ней.





- А — схема опыта: / — положение электродов, // — создание очага парабиоза;
- Б —кривые мышечных сокращений (тетанусы) (1) при нарастающей силе тока (2)

Парабиоз

Н. Е. Введенский, изучая влияние различных химических и физических раздражений на нерв нервно-мышечного препарата, установил изменения функционального состояния нерва в раздражаемом участке. Это явления называется парабиозом – состояние между жизнью и смертью.

Парабиоз состоит из трех фаз:

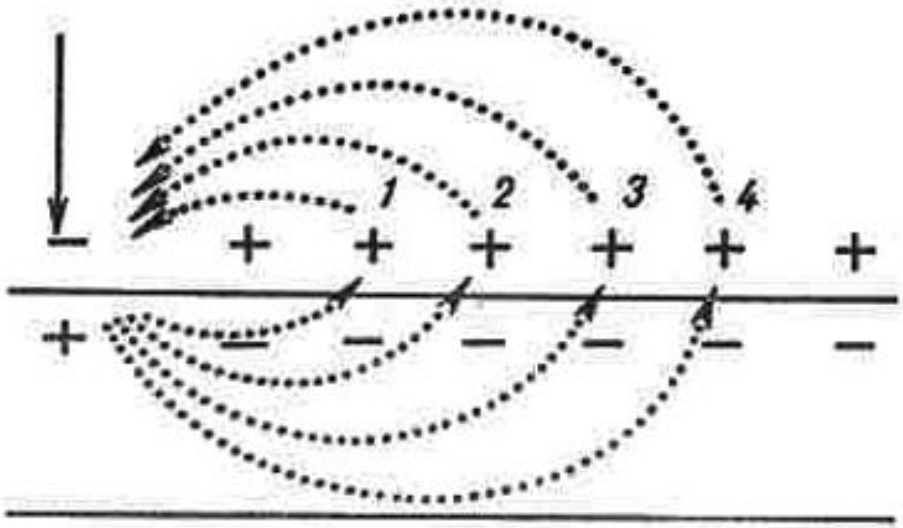
1.**Уровнительная-** При воздействии на нерв альтерирующим веществом через некоторое время на разные по силе и частоте раздражения мышца начинает отвечать одинаковыми сокращениями.

2.**Парадоксальная-** во время которой при слабых или редких раздражениях мышца сокращается сильно, а при сильных и частых она или совсем не сокращается, или реагирует очень слабо.

3.**Тормозная** - когда при воздействии на нерв раздражителем любой силы и частоты мышца не сокращается

Круговые токи при распространении импульса по нерву

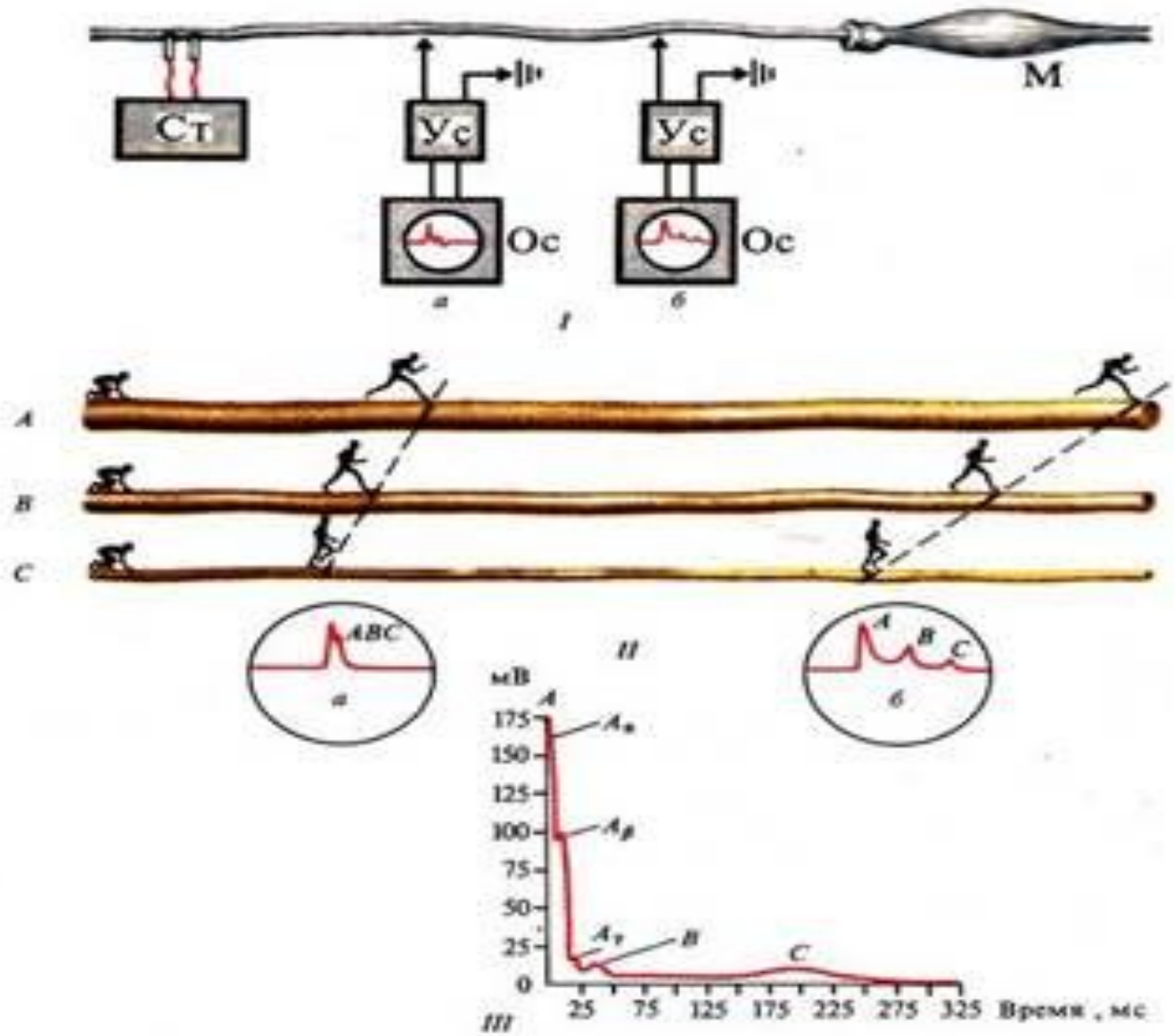
Схема распространения возбуждения по нервному волокну за счет малых круговых токов. Вертикальной стрелкой обозначено место нанесения раздражения. Круговые стрелки показывают направление движения электрического тока внутри волокна и в окружающей жидкости.



Скачкообразное распространение возбуждения в миелиновом нервном волокне от перехвата к перехвату.

Стрелками показано направление тока, возникающего между возбужденным *(А)* и соседним покоящимся *(Б)* перехватом.

Схема опыта Эрлангера и Гассера



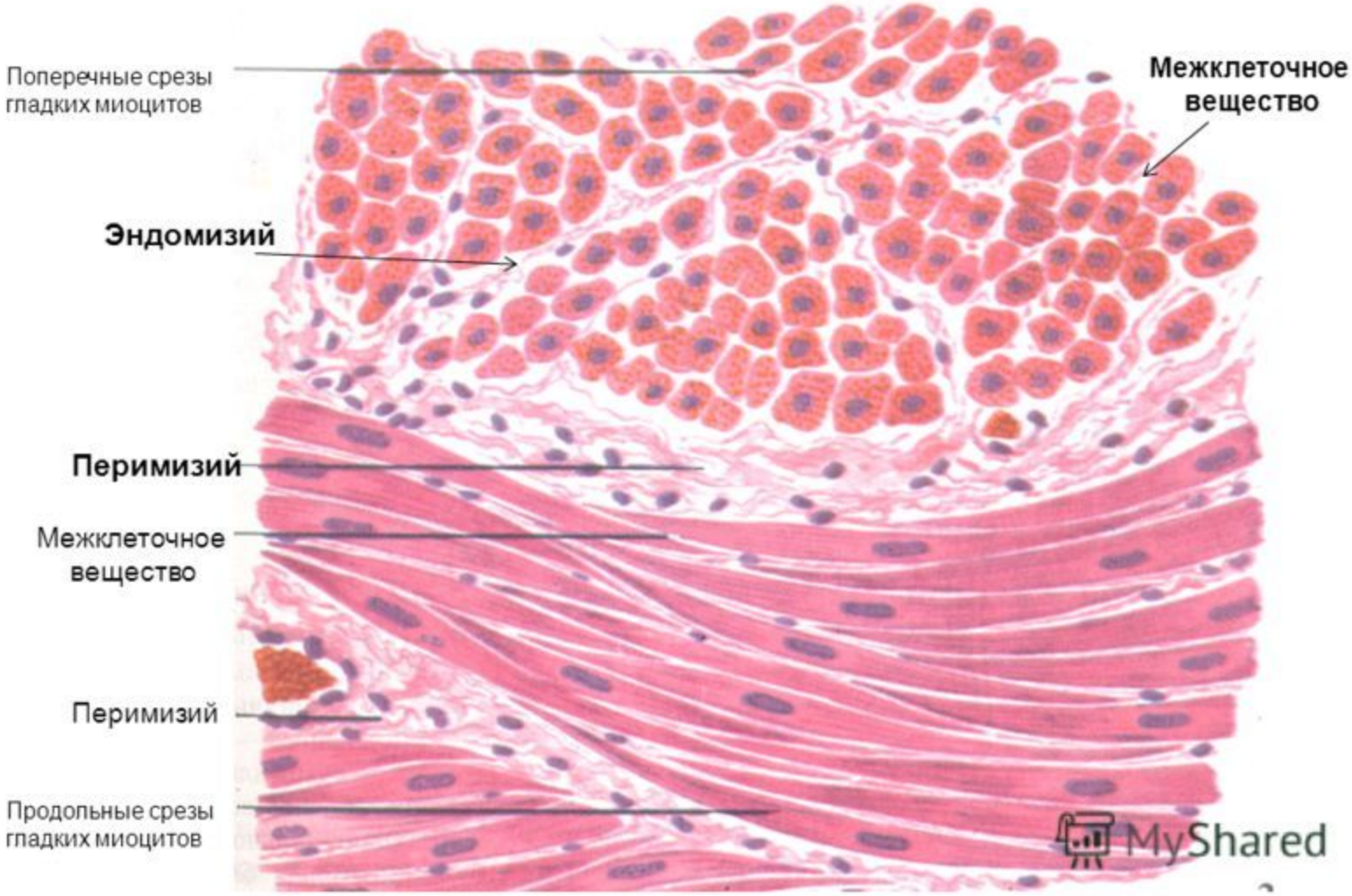
Типы нервных волокон

Тип волокна	Средний диаметр (мкм)	Скорость проведения (м/с)	Функции
A α	15	70-120	Первичные афференты мышечных веретен, двигательные волокна скелетных мышц
A β	8	30-70	Кожные афференты прикосновения и давления
A γ	5	15-30	Двигательные волокна мышечных веретен
A δ	<3	12-30	Кожные афференты температуры, боли
B	3	3-15	Симпатические преганглионарные волокна
C (немиелини-зированные)	1	0,5-2	Симпатические постганглионарные волокна. Кожные афференты боли

Виды мышечных волокон

Скорость	Медленные	Быстрые	Быстрые
Где находится	Внутренние органы, стенки сосудов	Туловище, конечности, голова и шея	Сердце
Контроль	Непроизвольно	Произвольно	Непроизвольно

Гладкие мышцы



Механизм сокращения гладкой мышечной ткани

Сокращение непроизвольное, тоническое (медленное): в саркоплазме постоянные актиновые миофиламенты, миозиновые - формируются при сокращении.

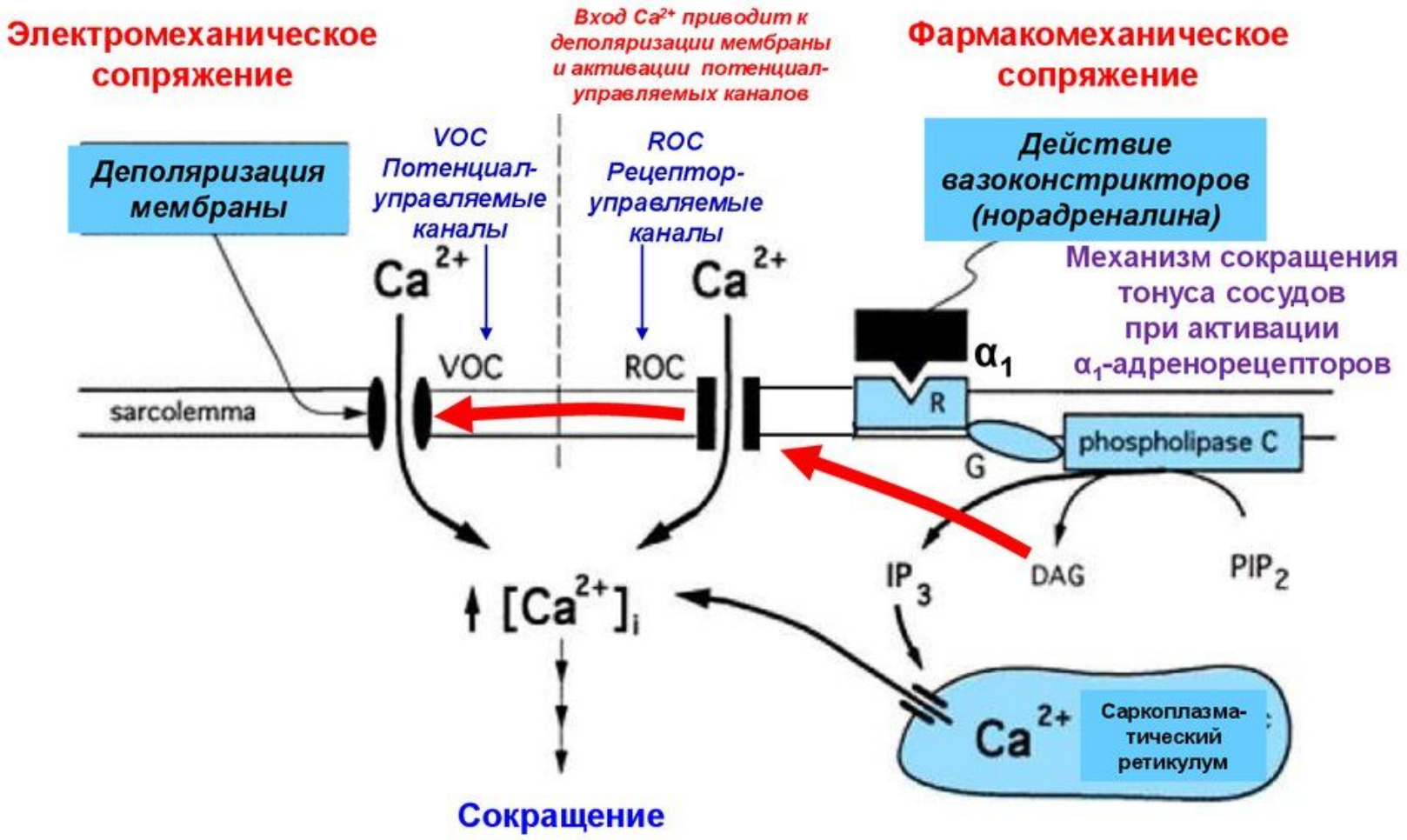
Сигнал о сокращении, выход из депо ионов Ca^{++}, они связываются с белком кальмодулином, запускается сборка миозина, АТФ-аза расщепляет АТФ, образуется энергия и миозиновая миофиламента прикрепляется к актиновой, укорочение миофибриллы и миоцита на 1/ 3 величины.

Расслабление медленное (тоническое): гидролиз АТФ и дефосфорилирование миозина, разрушение актомиозинового комплекса.

Механизм сокращения гладкой мышцы

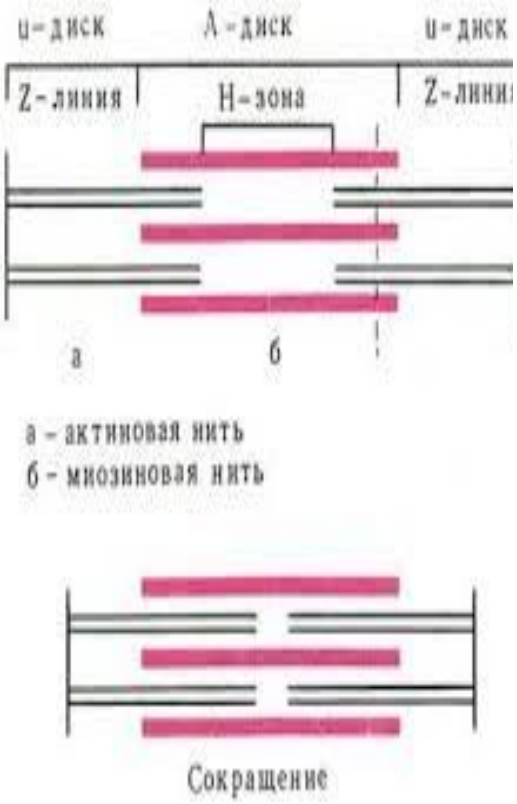
- Важнейшей особенностью гладкомышечных клеток является то, что они возбуждаются под влиянием многочисленных раздражителей. Сокращение скелетной мышцы в норме инициируется только нервным импульсом, приходящим к нервно-мышечному синапсу. Сокращение же гладкой мышцы может быть вызвано, как под влиянием нервных импульсов, так и под действием гормонов, нейромедиаторов, простагландинов, некоторых метаболитов, а также при воздействии физических факторов, например растяжении. Кроме того, возбуждение и сокращение гладкой мышцы может произойти спонтанно - за счет автоматии.

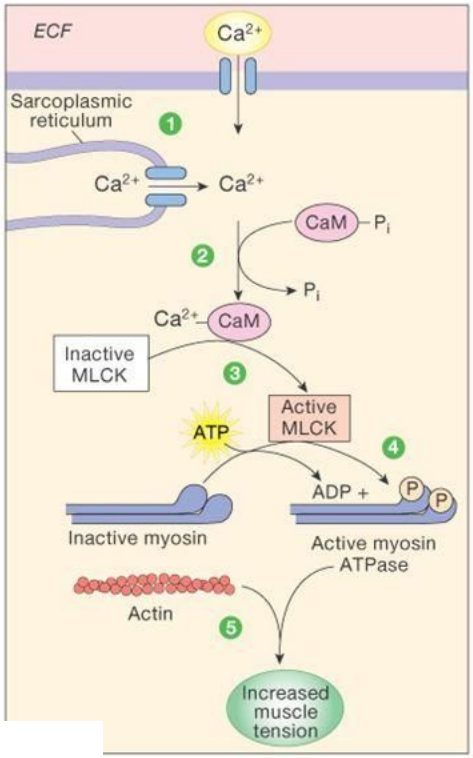
Два механизма запуска сокращения гладкой мышцы



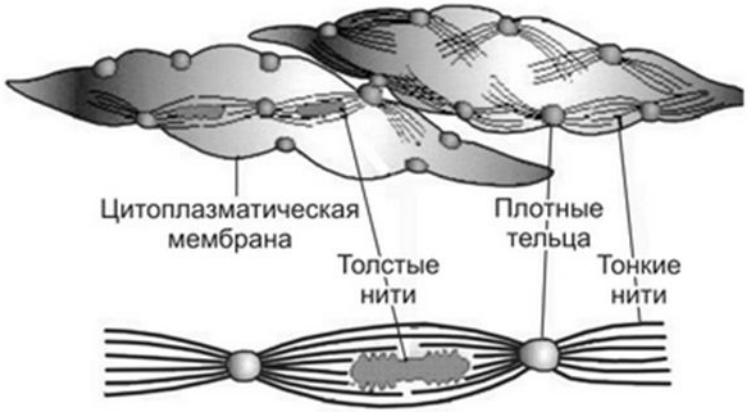
Что такое «рецептор-управляемые кальциевые каналы»?

Основные этапы сокращения гладких мышц



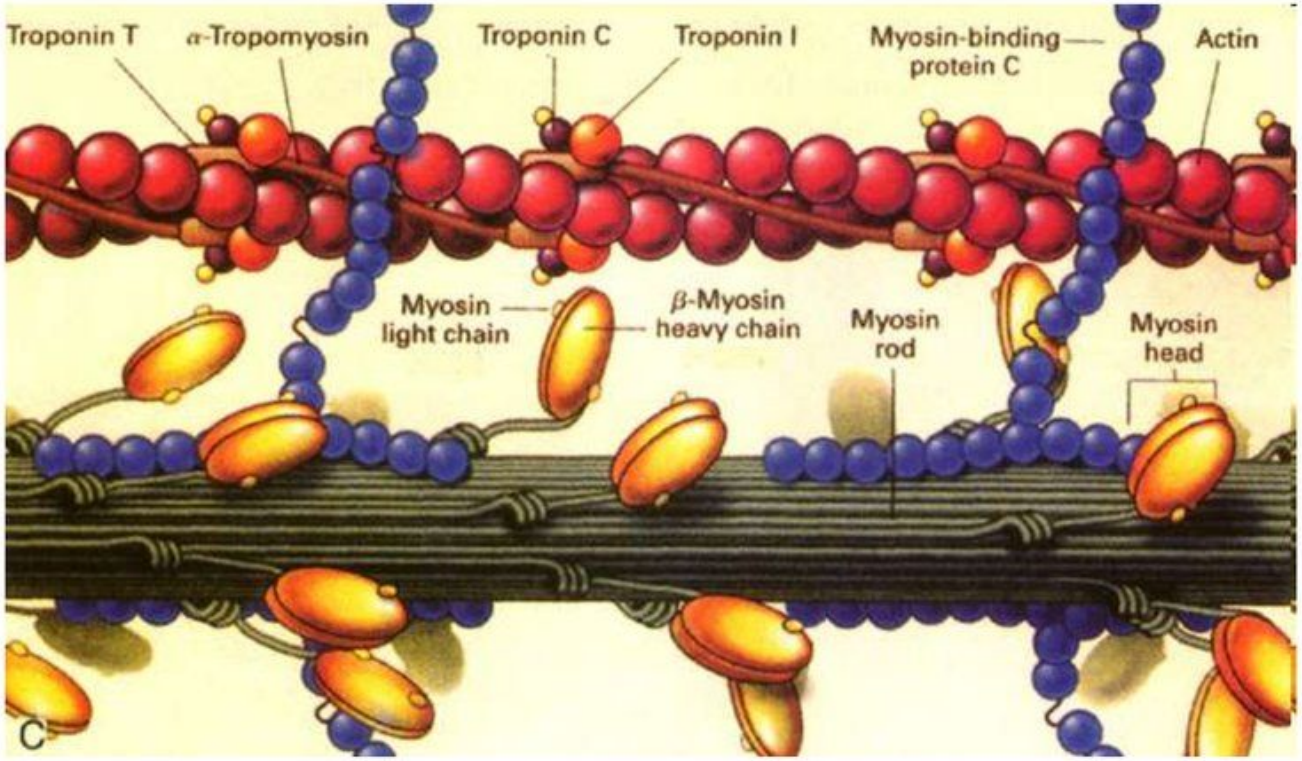


1. Увеличение внутриклеточной концентрации иона кальция
2. Са связывается с калмодулином (СаМ)
3. СаМ активирует киназу легких цепей миозина (MLCK)
4. MLCKфосфорилирует легкие цепи миозиновых головок и увеличивает активность миозин АТРазы
5. Происходит образование поперечных мостиков и скольжение миозина по актину



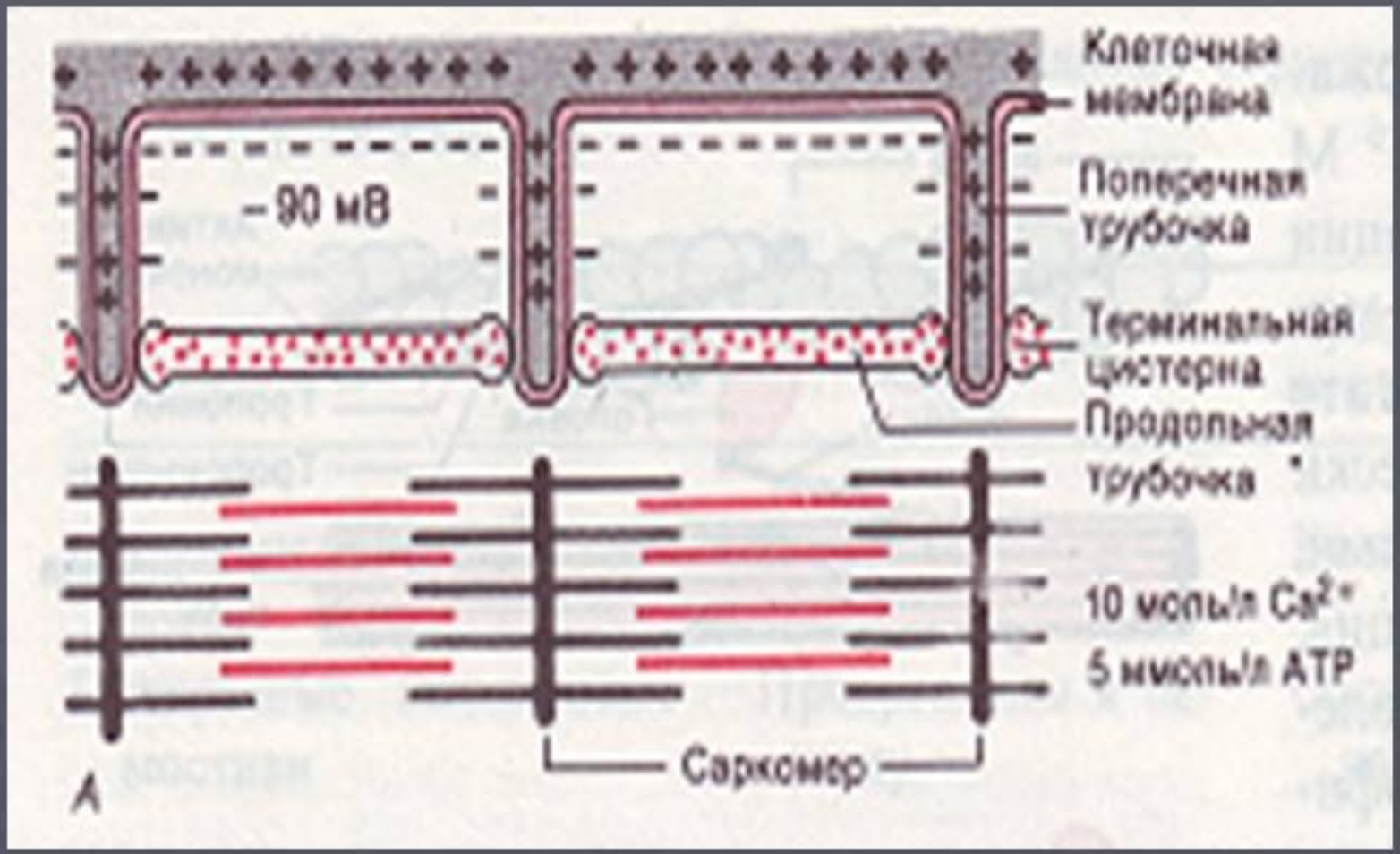
MyShared

Механизм мышечного сокращения

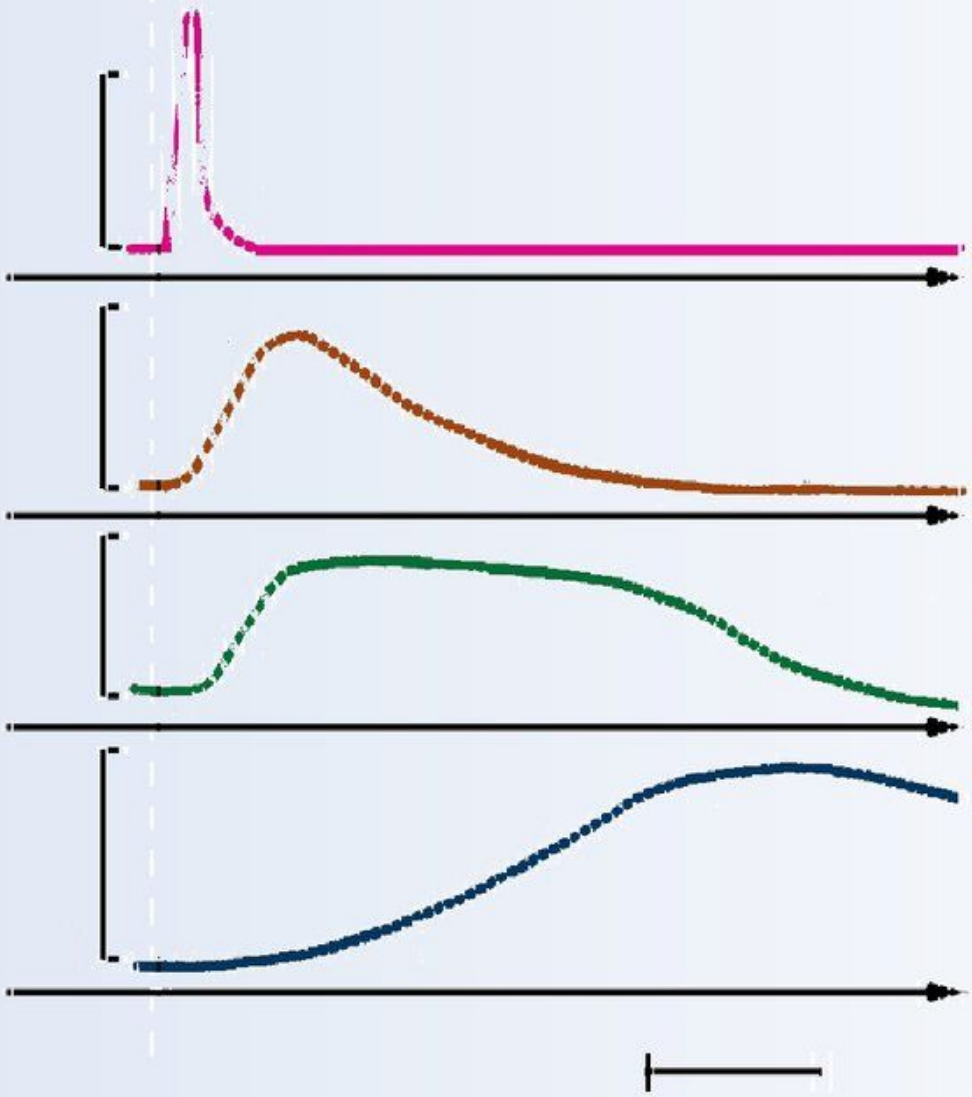


- В 1954 г. Хаксли предложил теорию скольжения при сокращении длина А-диска не изменяется, сокращение происходит за счет изменения длины J-дисков. Таким образом, в основе мышечного сокращения лежит скольжение актиновых нитей между миозиновыми, а затем возвращение обратно.

Схема электромеханического сопряжения



Последовательность событий при сокращении скелетной мышцы

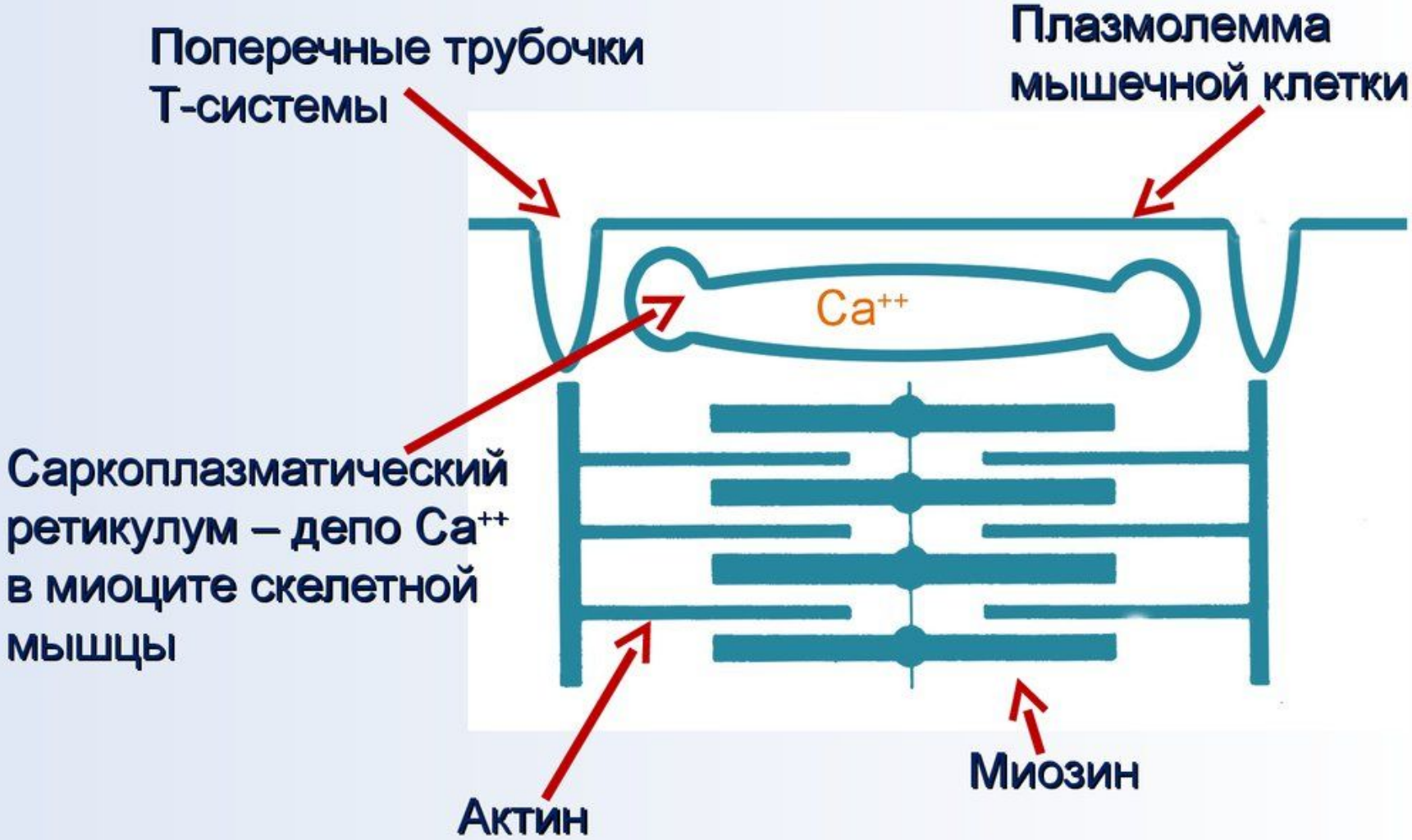


Потенциал действия

Выход Ca^{++} из саркоплазматического ретикулума

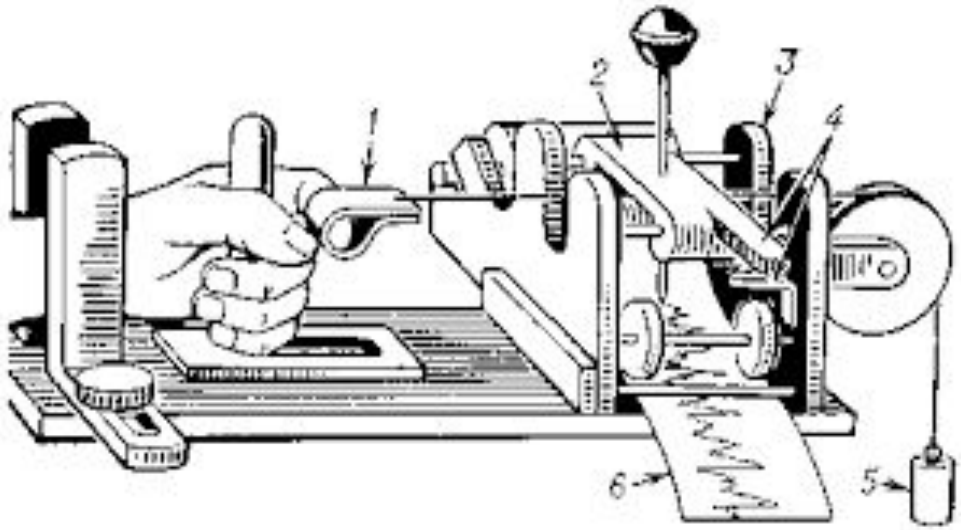
Связывание Ca^{++} с тропонином

Сокращение

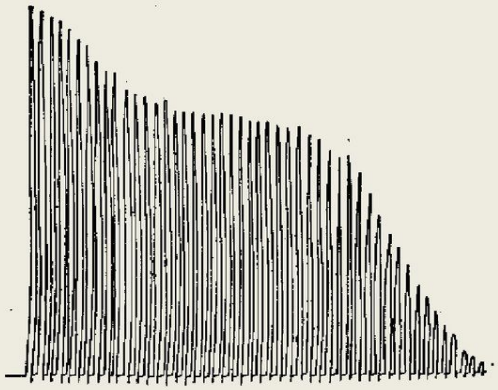


К трубочкам Т-системы прилегают цистерны саркоплазматического ретикулума

Эргограф позволял исследовать сокращение и утомление скелетных мышц



Кривая утомления мышцы



Утомление – временное снижение работоспособности, наступающее в процессе выполнения мышечной работы и исчезающее после отдыха.

Причины утомления:

1. Накопление продуктов обмена (молочная кислота) в мышцах, что ведет к угнетению генерации потенциала действия.

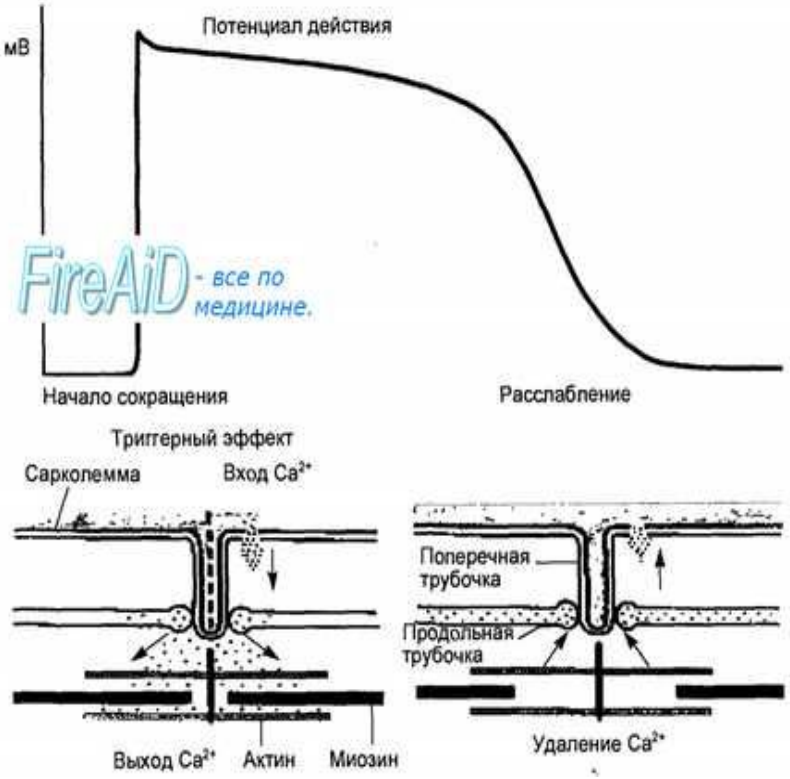
2. Кислородное голодание, т.е. к мышце не успевает доставляться кислород.

3. Истощение энергии.

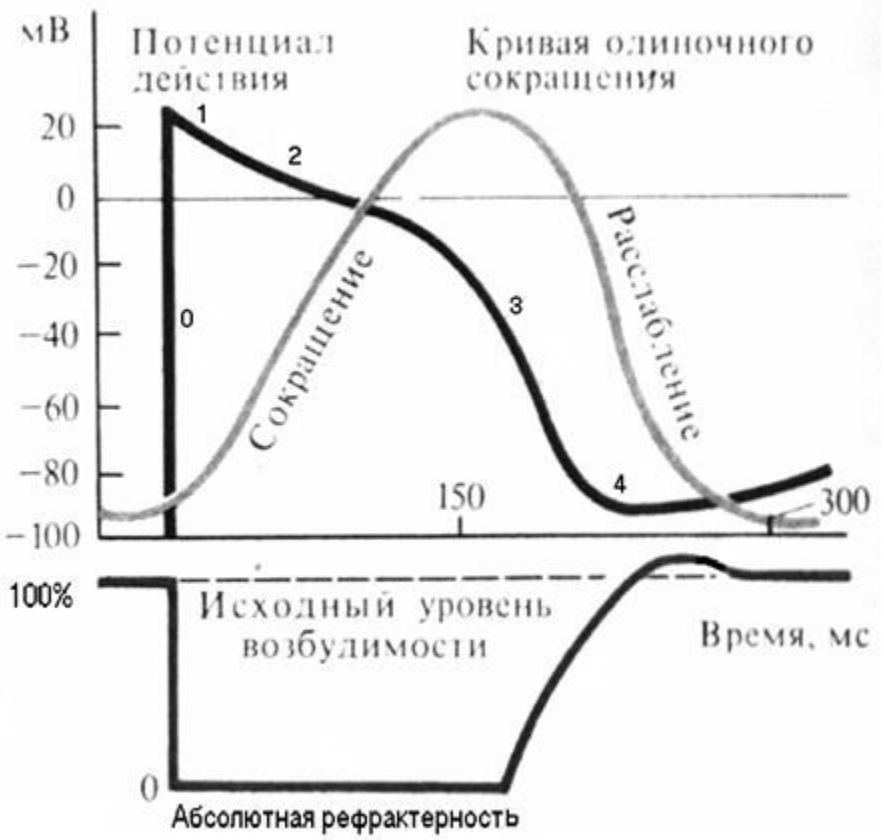
4. Центрально-нервная теория утомления. По этой теории утомление нервных клеток наступает быстрее, чем мышц.

5. Утомление синапсов, через которые импульсы передаются к мышцам.

Механизм сокращения сердечной мышцы



FireAid - все по медицине.

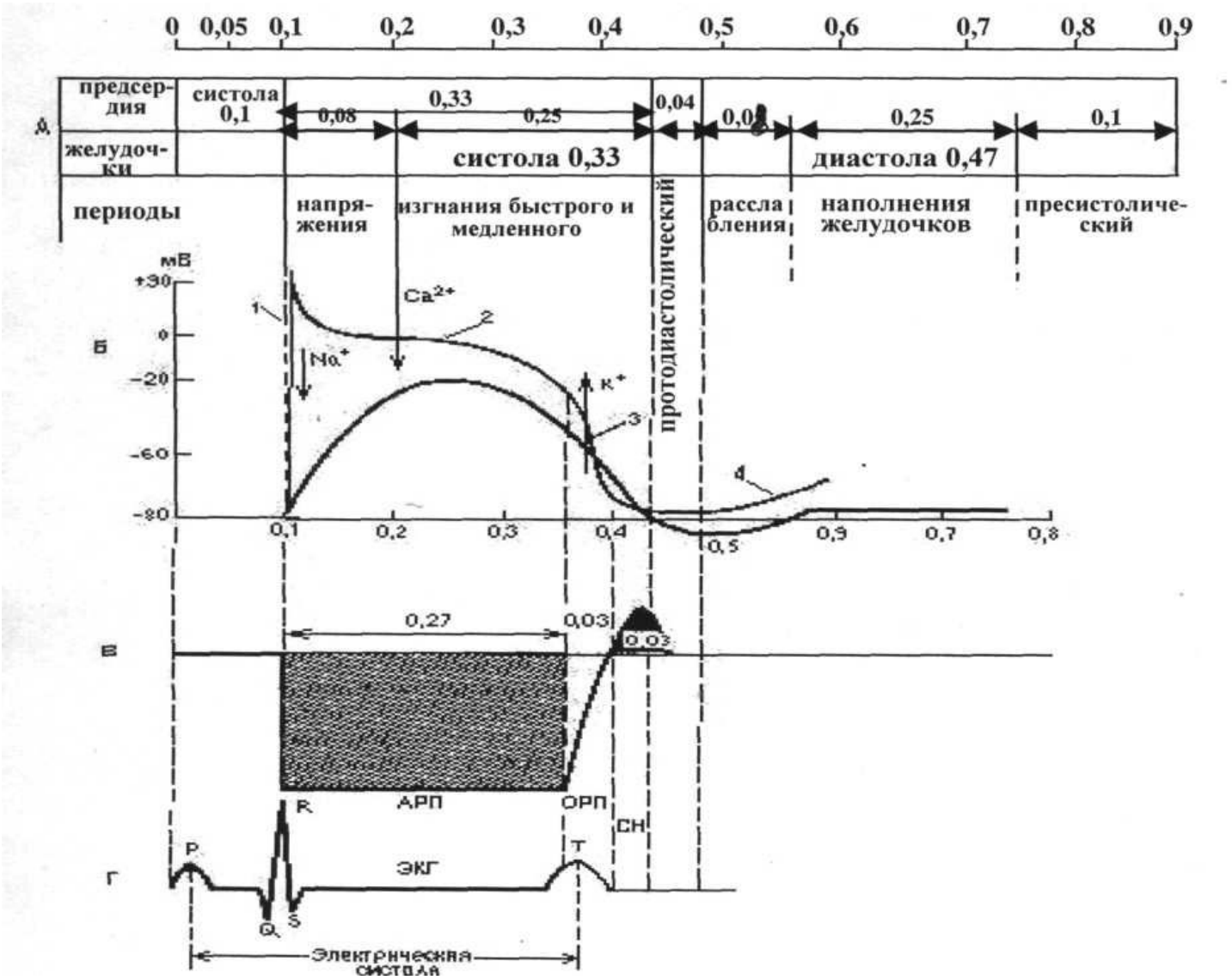


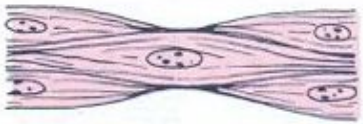
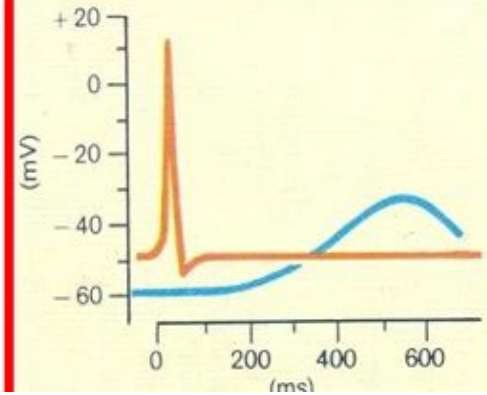
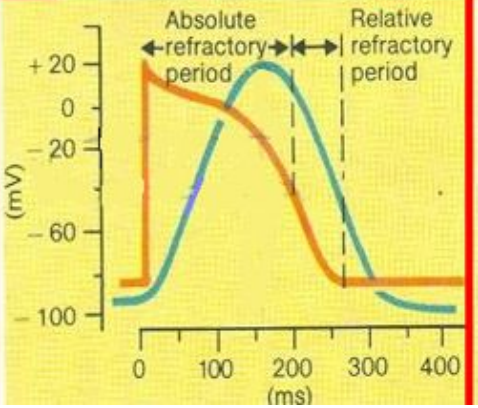
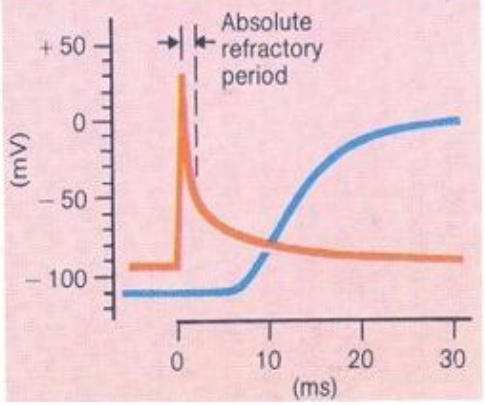
Свойства сердечной мышцы

(сочетание свойств поперечно-полосатых и гладких мышц)

- ***Автоматия*** – способность сердца приходить в состояние возбуждения и сокращаться под действием импульсов, возникающем в нем самом;
- ***Возбудимость***
- ***Проводимость***
- ***Сократимость***
- ***Тоничность*** – способность мышцы сердца сопротивляться максимальному расслаблению в фазу диастолы.

Электромеханическое сопряжение в сердечной мышце



	Гладкая мышца	Сердечная мышца	Скелетная мышца
			
Моторная концевая пластинка	нет	нет	есть
Волокна	веретеновидные, короткие	разветвленные	цилиндрические,длинные, до 15 см
Митохондрии	относительно немного	много	относительно немного
Ядро	одно	чаще одно	много
Саркомер	нет	есть, макс. длина - 2,6 мкм	есть, макс. длина - 3,65 мкм
Синцитий	есть	функциональный синцитий	нет
Саркоплазматический ретикулюм	слабо развит	хорошо развит	максимально развит
АТФаза	наименее активная	средняя активность	максимальная активность
Пейсмекер	есть, медленный	есть, быстрый	нет
Ответ	градуальный	"все или ничего"	градуальный
Тетанус	возможен	невозможен	возможен
Потенциал Сокращение			

Лекция окончена.
Спасибо за внимание.