

Тема: Введение в курс нормальной физиологии

План лекции:

1. Физиология определение, связь с другими науками
2. Этапы развития физиологии
3. Методы физиологических исследований
4. Понятие о регуляции функций

Физиология , определение, связь другими науками

- ▶ **Физиология** (physis-природа, logos-наука) наука, изучающая функции живых организмов, систем, органов, клеток, а также механизмы регуляции этих функций. Физиология рассматривает функции организма во взаимной связи и с учетом воздействия факторов внешней среды.

Физиология относится к биологическим наукам и она тесно связана с анатомией, гистологией, бионикой, химией, физикой, кибернетикой.

Этапы развития физиологии

I. Догарвеевский,
(эмпирический) от Гиппократата
до Гарвея

II. Гарвеевский (1628-1878)

III. Павловский этап

IV. Современный -
нейрокибернетический.

Методы физиологических исследований:

I. Острые

а) вивисекция б) м. изолированных органов

II. Хронические

III. Клинико-физиологические

IV. Вспомогательные методы

Регуляция функций организма

1. Нервная регуляция

В основе лежит рефлекс, рефлекторная дуга с участием ЦНС

2. Гуморальная регуляция

При участии химических веществ,, циркулирующих в крови (БАВ)

3. Метаболическая регуляция

В настоящее время
регуляцию рассматривают
как единую
нейрогуморальную,
в которой большое значение
играют креаторные связи.

Тема: «Возбудимость, параметры возбудимости. Биоэлектрические явления».

План лекции:

1. Физиологические свойства возбудимых тканей.
2. Возбудимость, её фазы.
3. Параметры возбудимости (порог возбуждения–реобазы, полезное время, аккомодация, лабильность).
4. Электрические явления в возбудимых тканях.

Возбудимость – это свойство живых тканей отвечать на раздражение процессом возбуждения.

Возбуждение – это сложный процесс, характеризующийся физиологическими, биофизическими, биохимическими и структурными изменениями в тканях.

Параметры возбудимости

- 1. Порог возбуждения** — это минимальная сила раздражителя, которая вызывает возбуждение, т.е. минимальную ответную реакцию.
- 2. Реобаза** — это минимальная сила тока выраженная в Вольтах.
- 3. Полезное время** — это наименьшее время, в течение которого должен действовать раздражающий стимул в одну реобазу.
- 4. Хронаксия** — это время, в течение которого сила тока, равная удвоенной реобазае, вызывает возбуждение.

Параметры возбудимости

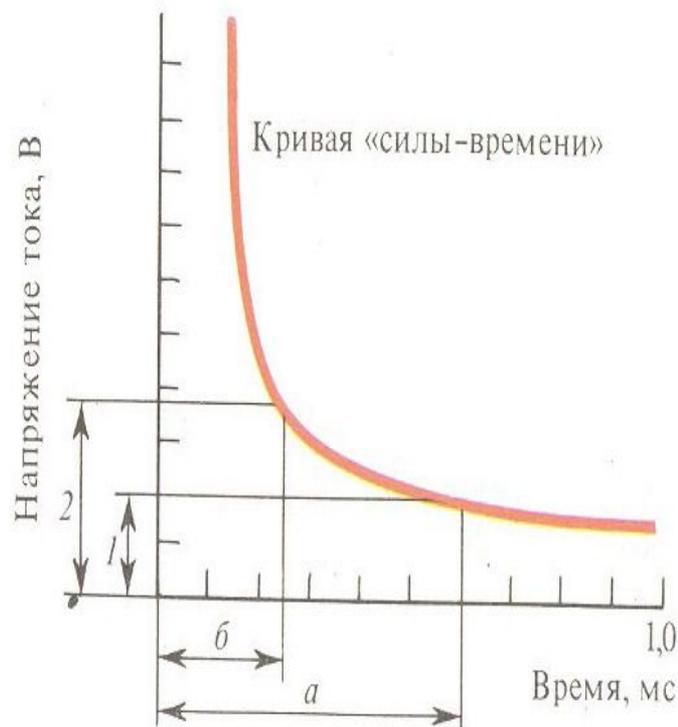
5. **Аккомодация** — это приспособление возбудимой ткани к медленно нарастающей силе раздражителя.

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;
— абсолютный рефрактерный период — 1–2 мсек.
- **мышца**: — 250–330 имп/сек;
— абсолютный рефрактерный период — 4–5 мсек.
- **синапс**: — 100–125 имп/сек;
— абсолютный рефрактерный период — 8–10 мсек.

Кривая «силы – времени»

(Гоорвег, 1892 г.; Вейс, 1901г.; Лапик, 1909 г.)



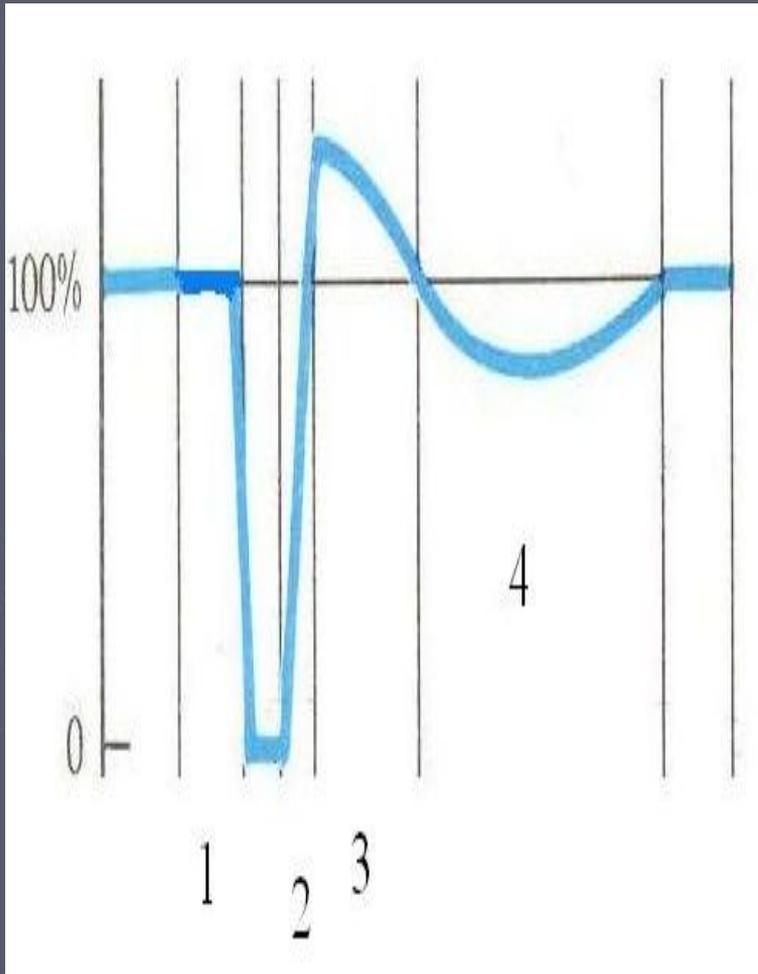
1 – реобаза;

**2 – удвоенная
реобаза.**

**a – полезное время
действия тока;**

б – хронаксия.

Фазы изменения возбудимости при возбуждении



1. Абсолютный рефрактерный период.

В этот период ни на какие раздражения извне ткань не отвечает. Продолжительность этого периода, для:

- нервного волокна – 1-2 мсек;
- мышечного – 4-5 мсек;
- мионеврального синапса – 8-10 мсек.

2. Относительный рефрактерный период.

В этот период ответные реакции возникают только при воздействии раздражителей выше пороговой силы.

3. Супернормальный период.

В этот период ткань отвечает и на ниже пороговые раздражения.

4. Субнормальный период.

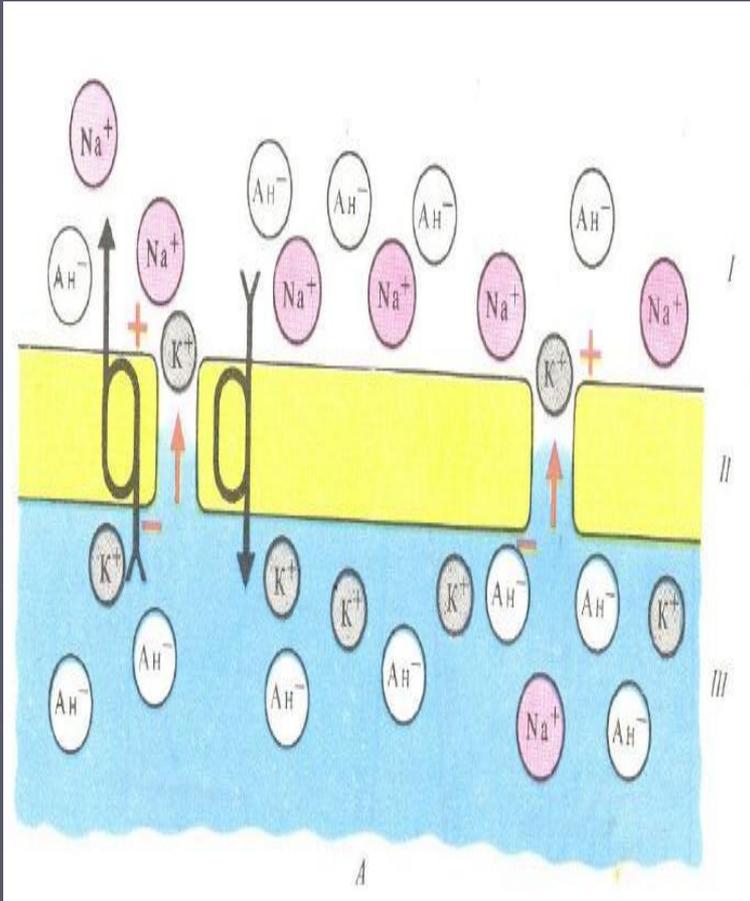
В этот период происходит снижение возбудимости и ткань отвечает на выше пороговые раздражения.

Биоэлектрические явления в возбудимых тканях

- ▶ 1791г. – впервые обнаружены Гальвани
- ▶ 1896г. – Чаговец предположил, что в основе их возникновения лежит ионный механизм.
- ▶ 1902г. Бернштейн предложил мембранно-ионную теорию.
- ▶ 1949-1952гг.- Ходжкин, Хаксли, Катц разработали мембранно-ионную теорию биопотенциалов, за которую получили Нобелевскую премию.

Мембранный потенциал

Мембранный потенциал – это разность потенциалов между поверхностью клеточной мембраны и её протоплазмой за счет неравномерного распределения концентрации ионов на внешней и внутренней поверхности мембраны (снаружи больше ионов натрия в 5-15 раз, внутри клетки больше тонов калия в 20-100раз). Клеточная мембрана избирательно проницаема для ионов – проницаема для калия и слабопроницаема для натрия.



Снаружи мембрана заряжена – «+»;
Внутри мембрана заряжена – «-».
Величина мембранного потенциала для мышечных волокон

(– 60)-(– 90) мв.

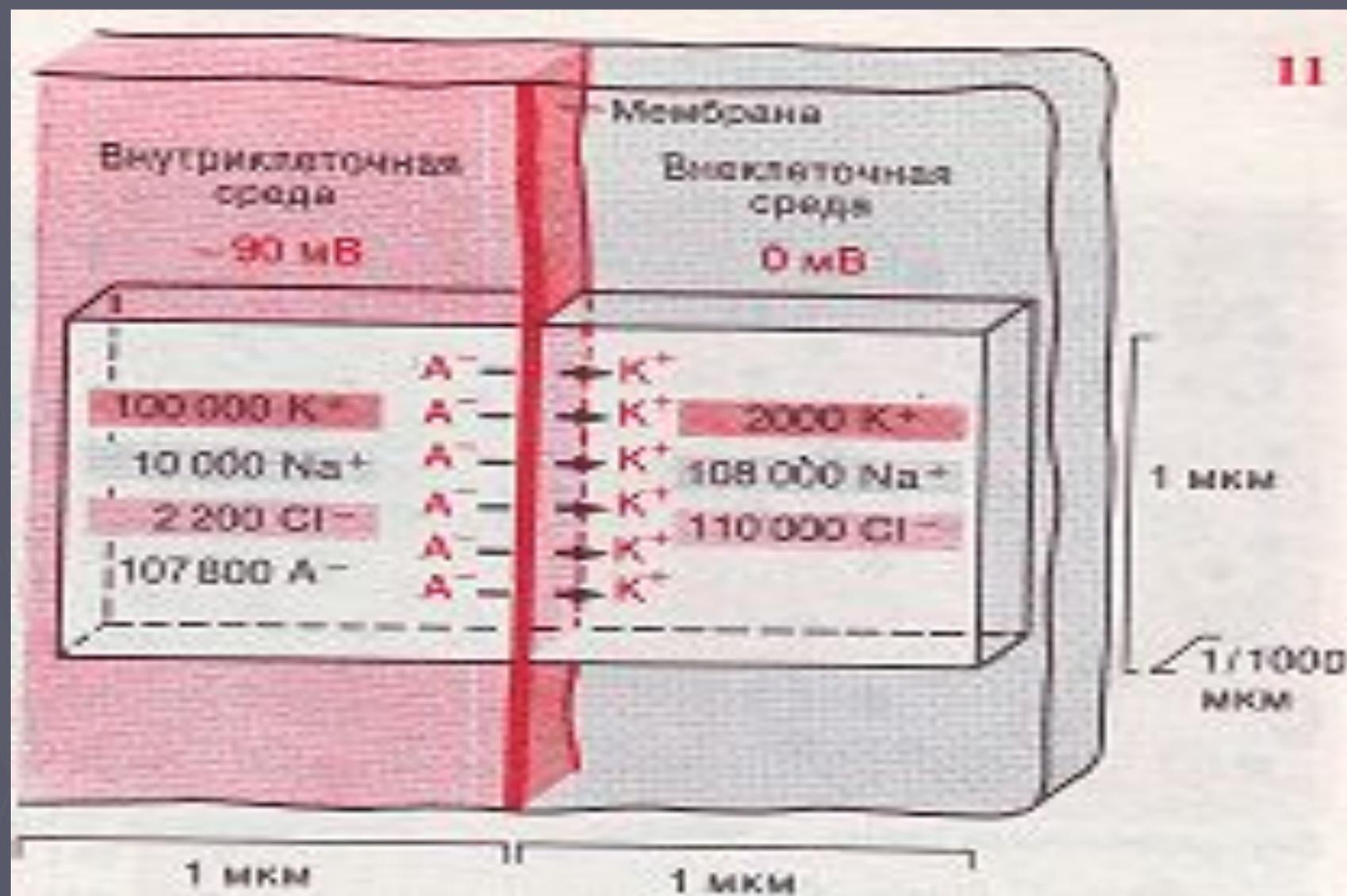
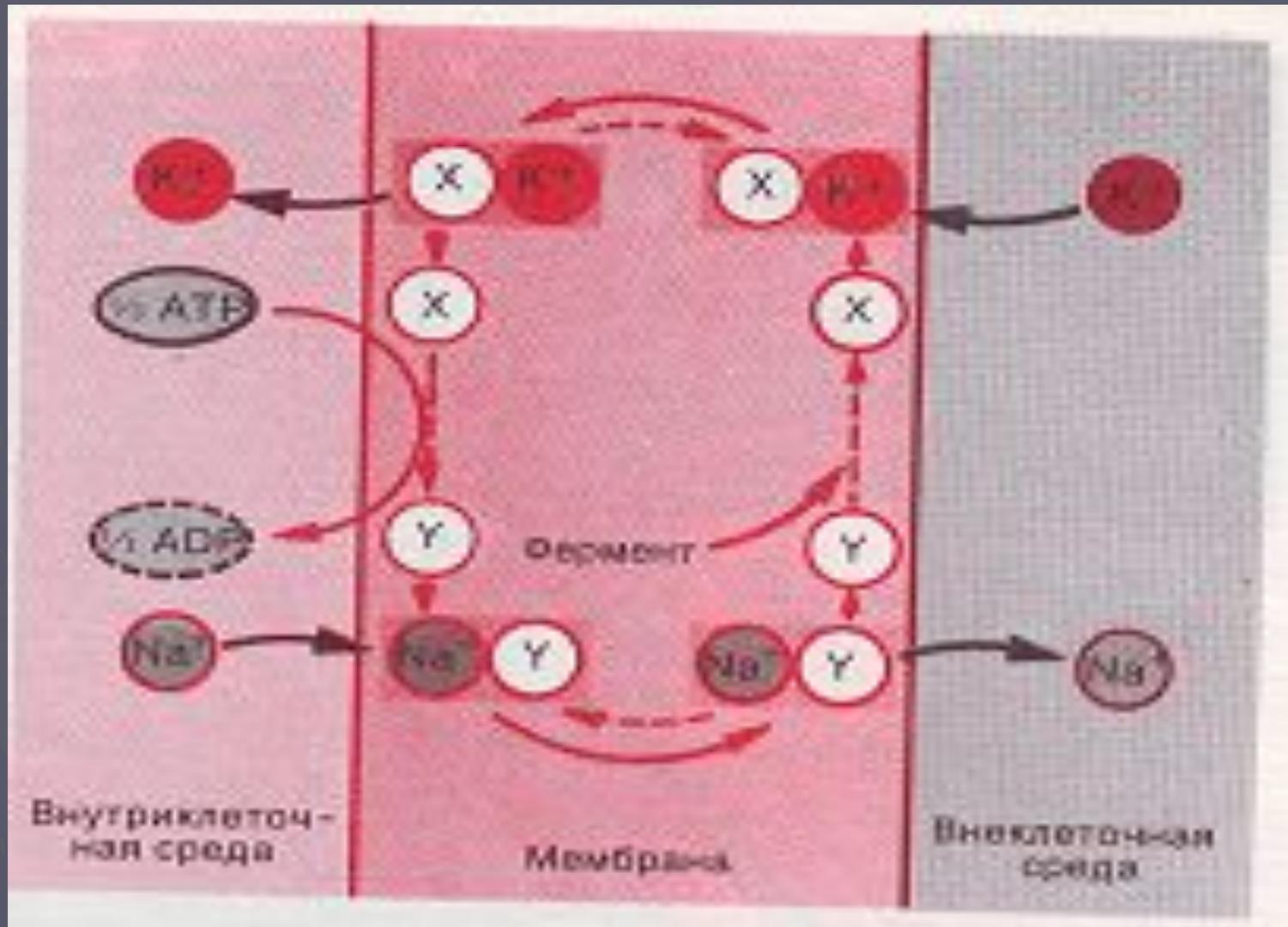
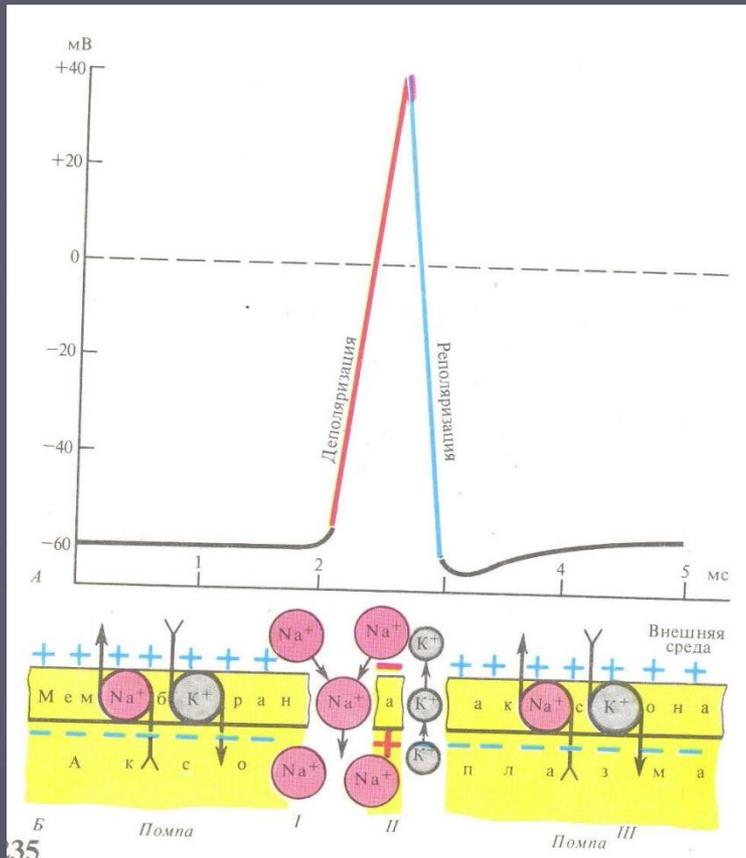


Схема натрий-калиевого насоса



Потенциал действия



Потенциал действия – это колебание мембранного потенциала в период возбуждения (происходит перезарядка мембраны).

Фазы потенциала действия

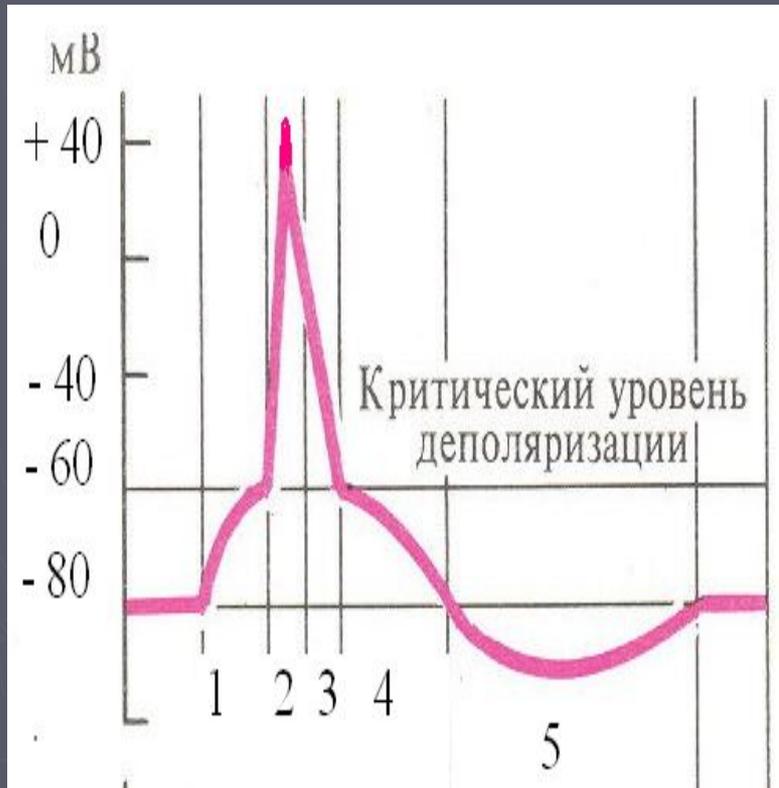
1. Локальный ответ

(открываются медленные натриевые каналы – ионы натрия поступают в клетку и происходит медленная деполяризация мембраны).

2. Деполяризация (при достижении критического уровня медленная деполяризация сменяется быстрой, открываются быстрые натриевые каналы и ионы натрия устремляются в клетку и мембранный потенциал становится «+». Т.е. происходит перезарядка мембраны).



Фазы потенциала действия

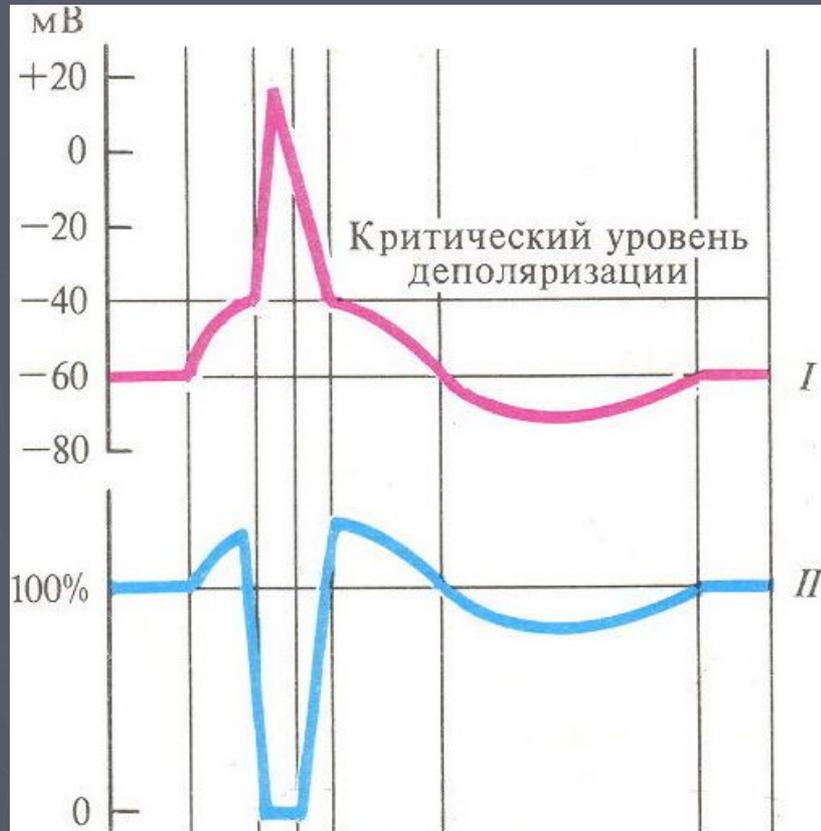


3. Реполяризация (это фаза восстановления-натриевые каналы закрываются и открываются калиевые, ионы калия выходят из клетки).

4. Отрицательный следовой потенциал (ионы калия медленно выходят из клетки).

5. Положительный следовой потенциал (связан с активацией натриевого насоса, который удаляет ионы натрия из клетки).

Фазовые изменения возбудимости ткани во время её возбуждения



I – потенциал действия.

II – возбудимость ткани.

Тема: «Физиологические свойства мышц».

План лекции:

- 1. Структура и функциональное значение мышц.**
- 2. Физиологические свойства мышц.**
- 3. Виды мышечных сокращений.**
- 4. Современные представления о мышечном сокращении и расслаблении.**
- 5. Мышечное утомление.**

Виды мышечной ткани:

- 1. Поперечно-полосатые мышцы скелета;**
- 2. Поперечно-полосатые мышцы сердца;**
- 3. Гладкие мышцы.**

Скелетные мышцы выполняют следующие функции:

- обеспечивают позу тела человека;**
- перемещают тело в пространстве;**
- перемещают отдельные части тела относительно друг друга;**
- являются источником тепла (участвуют в терморегуляции).**

Физиологические свойства мышц

- 1. Возбудимость** — это способность мышцы отвечать на раздражение возбуждением;
- 2. Проводимость** — это способность проводить возбуждение вдоль всего мышечного волокна;
- 3. Сократимость** — это способность изменять длину или напряжение при возбуждении;
- 4. Эластичность** — это способность мышцы после сокращения принимать первоначальную форму;
- 5. Автоматия** - это способность ткани сокращаться за счет импульсов возникающих в ней самой без раздражения из вне.
- 6. Пластичность** — это способность сохранять приданную растяжением длину без изменения напряжения.

Скорость проведения возбуждения:

- в скелетных мышцах – от 3,5 до 14 м/сек;**
- в сердечной – от 0,5 до 1 м/сек;**
- в гладких мышцах – от 0,5 мм до 5-10 см/сек.**

Виды сокращения мышц

I. В зависимости от условий, в которых происходит мышечное сокращение:

- изометрический режим;
- изотонический режим.
- ауксотонический режим.

II. С количественной стороны:

- одиночное мышечное сокращение;
- суммированное мышечное сокращение:
 - а) неполная суммация;
 - б) полная суммация.
- тетанус:
 - а) зубчатый тетанус;
 - б) гладкий тетанус.

Одиночное мышечное сокращение (ОМС)

ОМС – возникает при нанесении одного импульса.



- 1. Латентный период – 0,01 сек;**
- 2. Фаза сокращения – 0,05 сек;**
- 3. Фаза расслабления – 0,05-0,06 сек.**

Тетанус – это длительное сокращение мышцы в ответ на часто поступающие друг за другом раздражения.



I. Зубчатый тетанус
возникает при малой частоте раздражений
(↑ 10, но ↓ 20 Гц).



II. Гладкий тетанус
возникает при большой частоте раздражений
(↑ 20 Гц).

Оптimum и пессимум частоты раздражения (Н.В. Введенский)



Оптимум – это максимальная (оптимальная) частота раздражения при которой тетанус достигает наибольшей высоты.

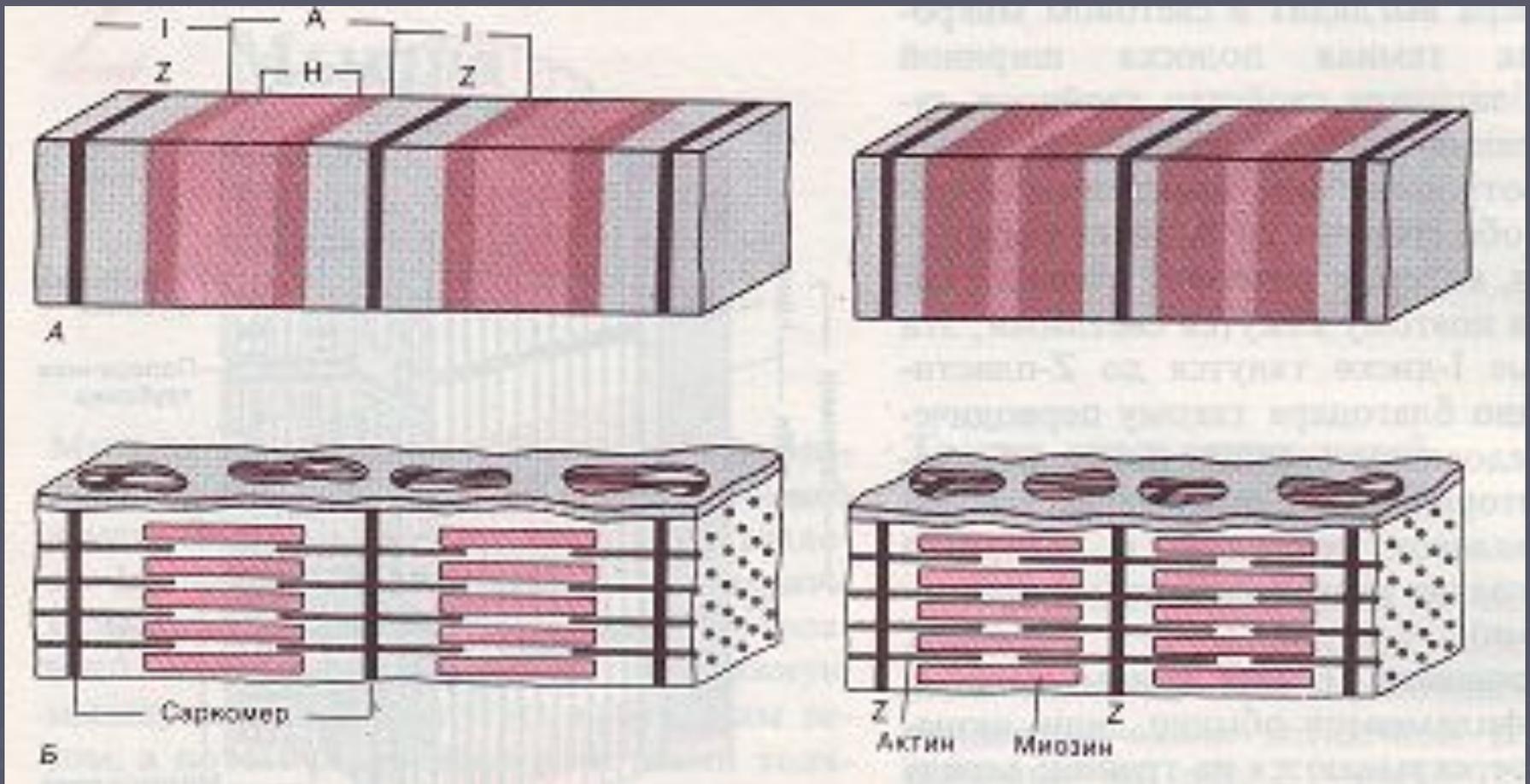
Пессимум – это большая частота раздражения при которой амплитуда тетануса уменьшается.

Механизм мышечного сокращения

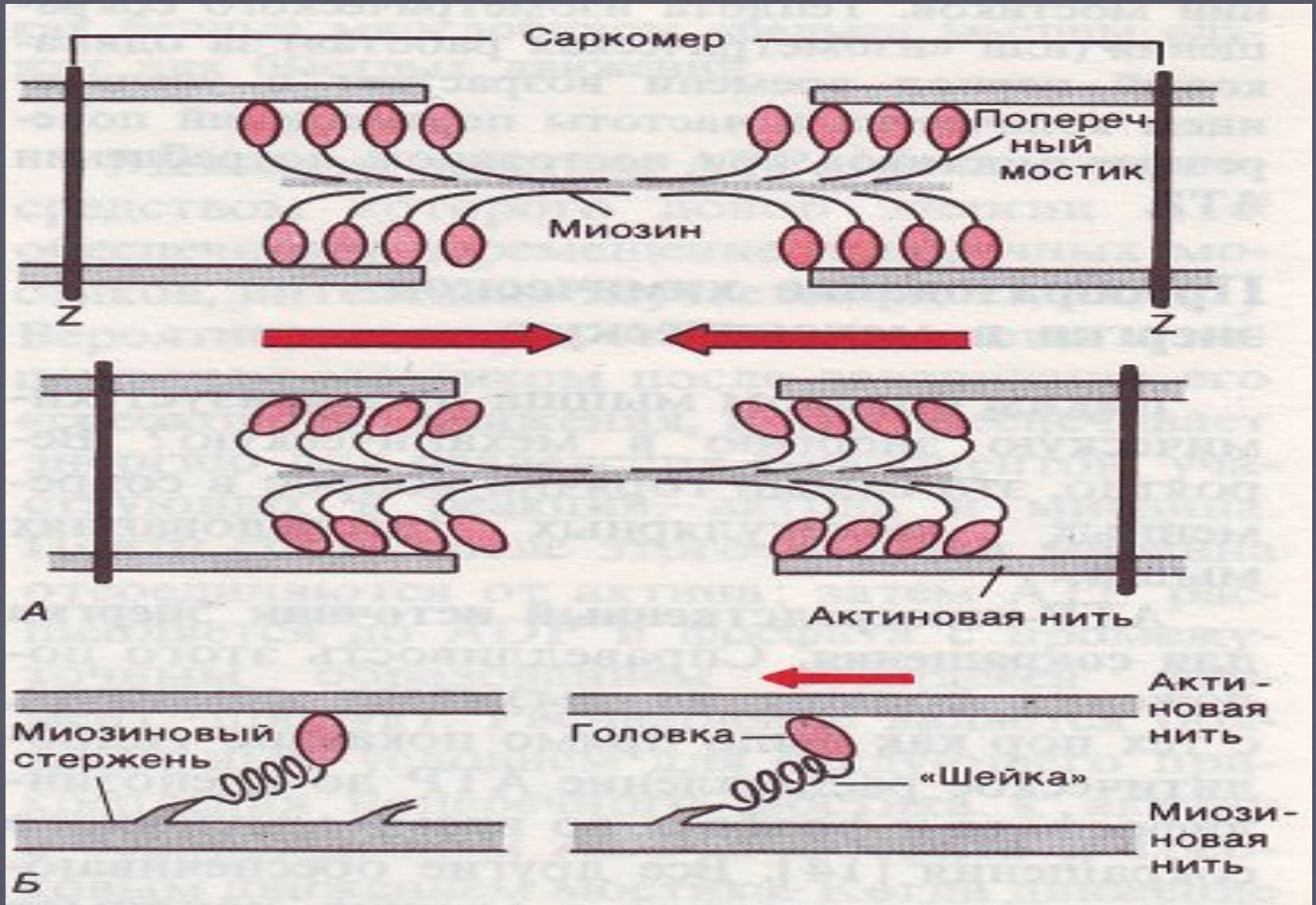
- ▶ Механизм мышечного сокращения объясняет теория «скольжения» разработанная Хаксли и Хансоном
- ▶ Мышечное волокно состоит из миофибрилл.
- ▶ Миофибриллы состоят из саркомеров.
- ▶ Саркомер является структурно-функциональной единицей мышцы.
- ▶ Саркомер представлен сократительными - белками (миозин, актин, тропомиозин, тропонин)

- ▶ Саркомер ограничивается мембранами Z.
- ▶ В центре саркомера находится анизотропный диск (темный), который состоит из нескольких тысяч нитей миозина.
- ▶ На обоих концах саркомера находятся тонкие нити актина – изотропный (светлый) диск. Нити актина пронизывают мембрану Z.
- ▶ Миозиновые и актиновые нити входят концами в промежутки друг друга.

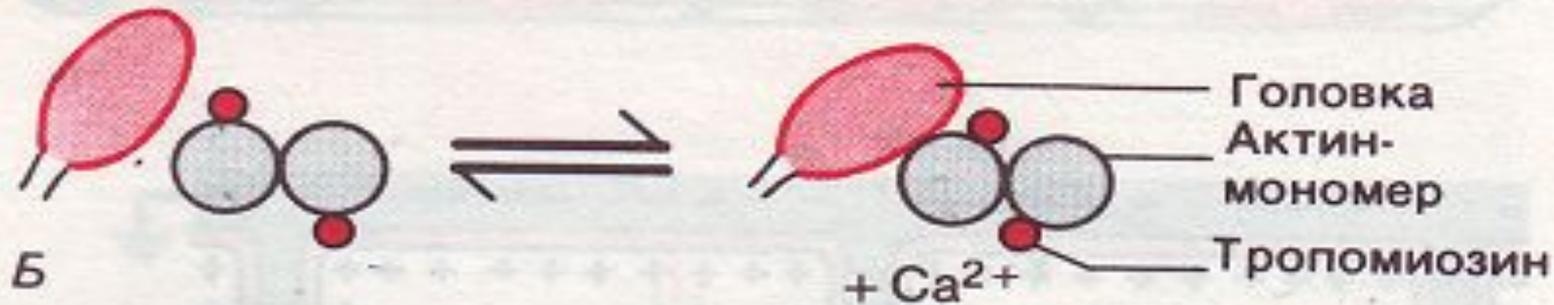
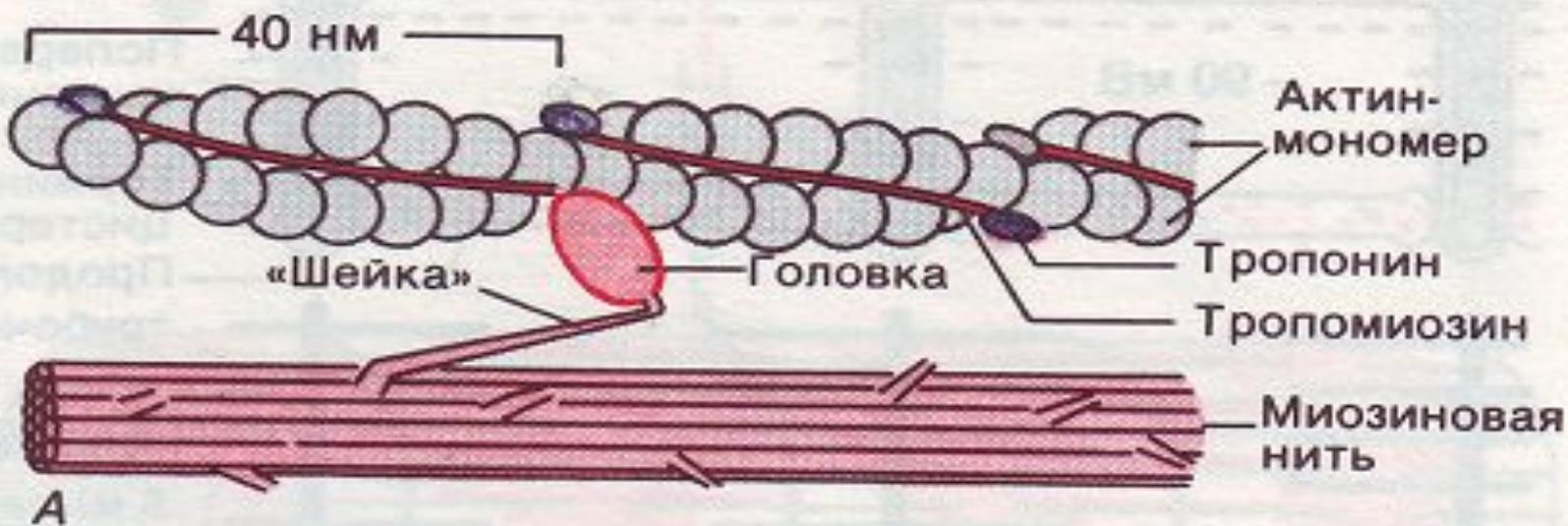
Структура саркомера



Миозиновая нить с поперечными мостиками



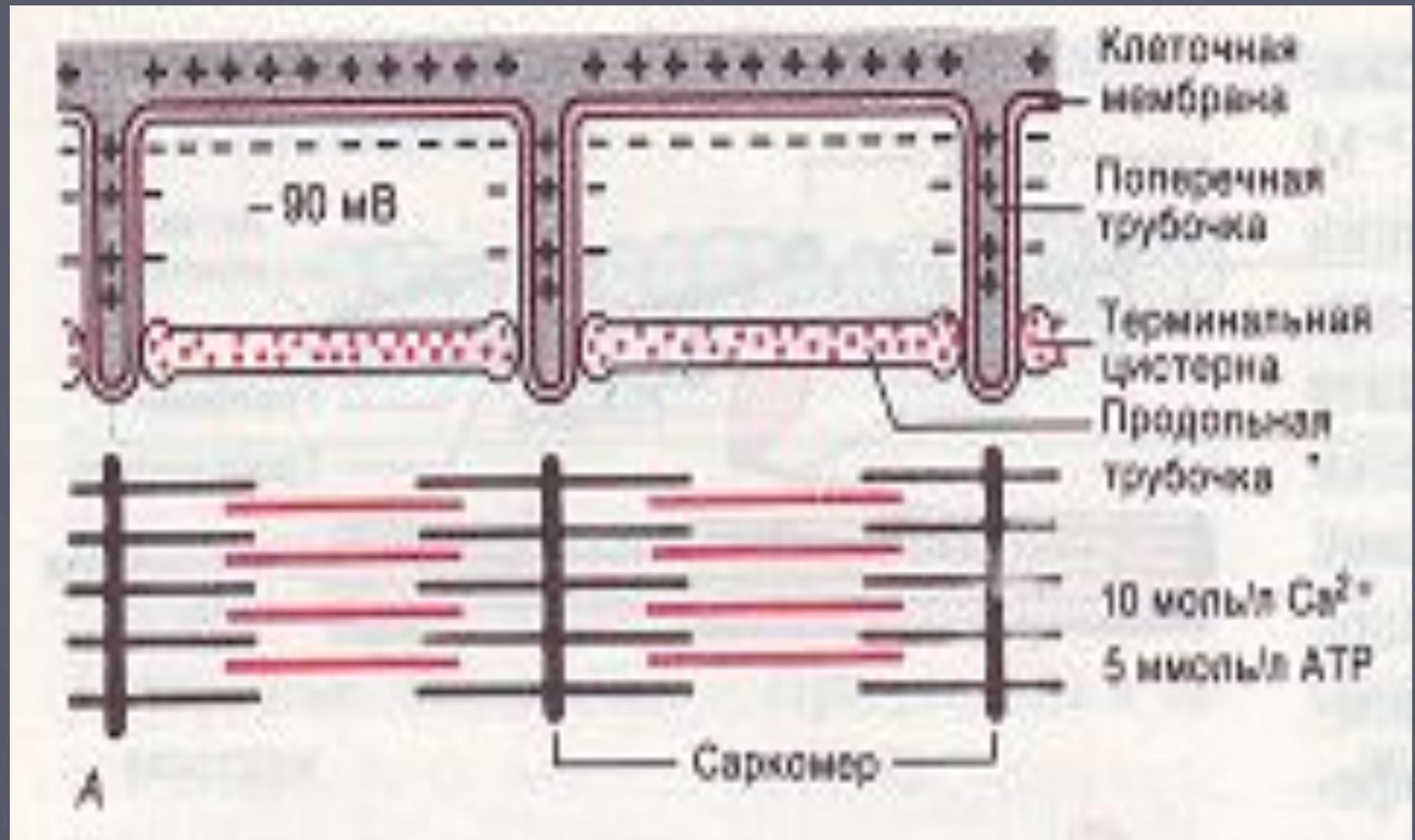
Актиновая нить

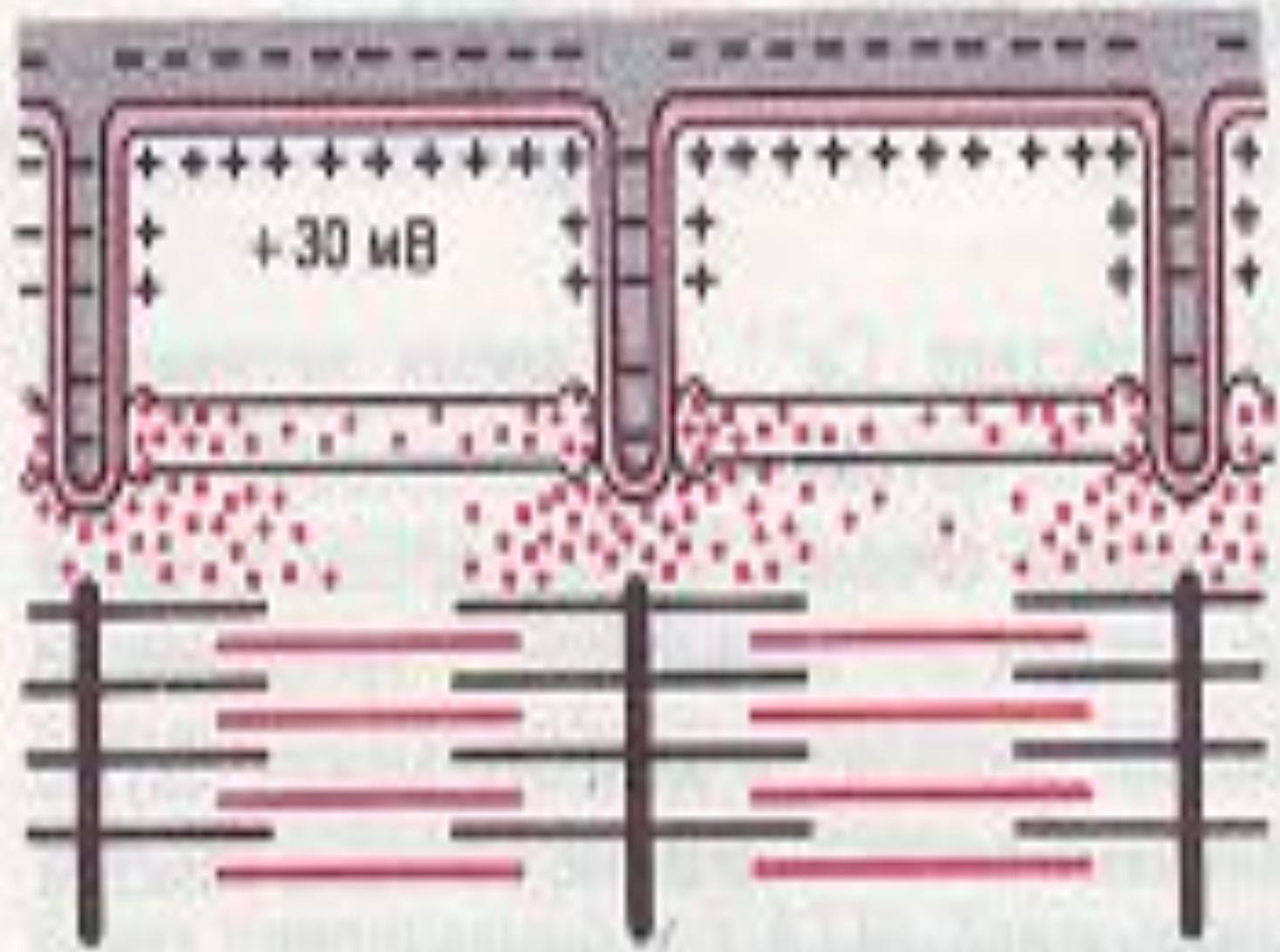


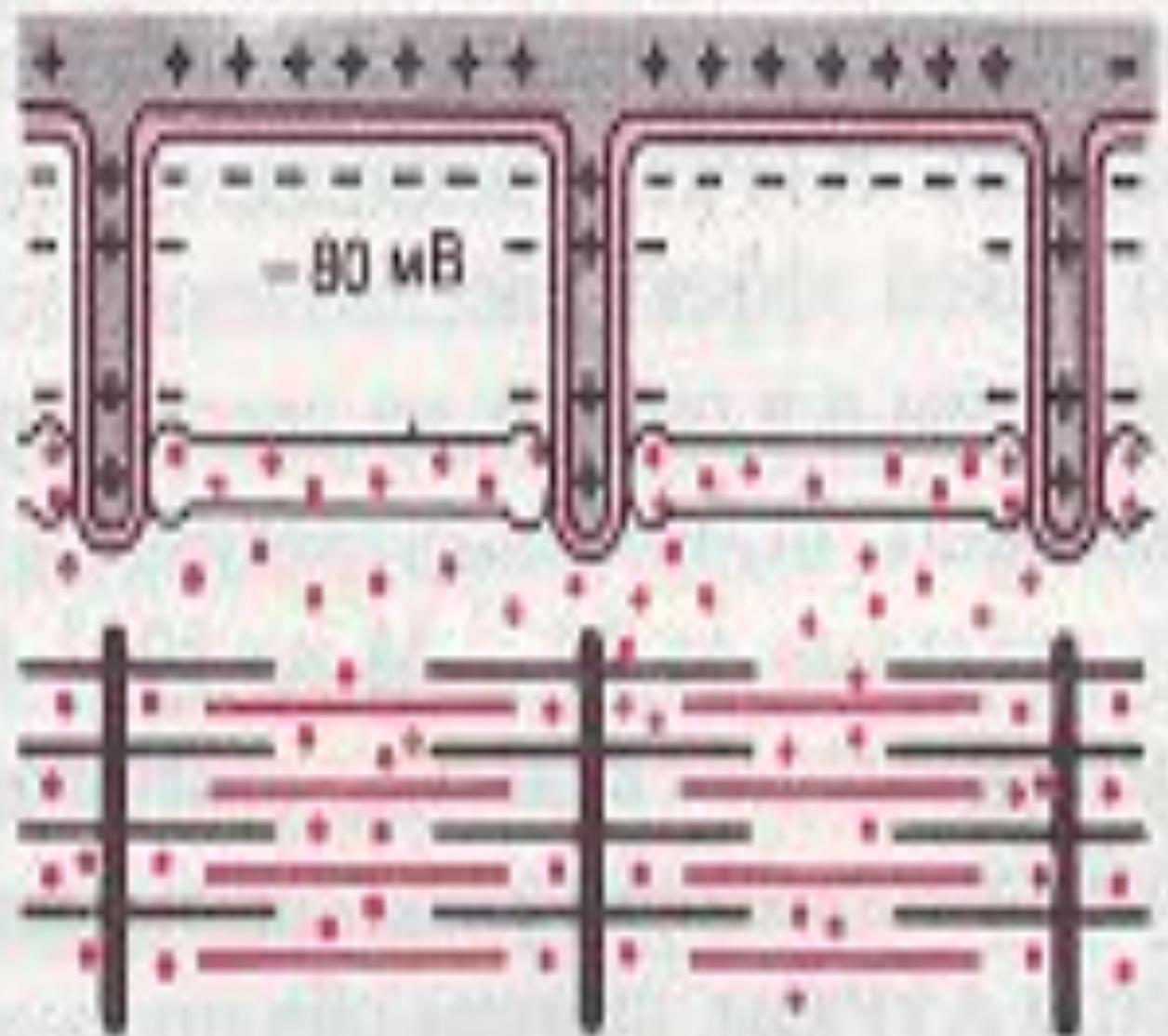
- ▶ В расслабленном состоянии миофибрилл молекулы тропомиозина блокируют прикрепления поперечных мостиков миозина к актиновым нитям.
- ▶ В процессе взаимодействия актина и миозина ключевую роль играют ионы кальция.

- ▶ Запускает механизм мышечного сокращения ПД, который доходя до поперечных трубочек захватывает боковые цистерны, из которых выходят ионы кальция в саркоплазму.
- ▶ Ионы кальция действуют на тропонин, который деформируется и погружает тропомиозин в желобок между цепями актина, открывая активные участки для прикрепления головки миозиновой нити.

Схема электромеханического сопряжения







10^{-5}
ммоль/л
 Ca^{2+}

5 ммоль/л
АТФ

В

Механизм мышечного сокращения

1. Раздражение →
2. Возникновение потенциала действия →
3. Проведение его вдоль клеточной мембраны и в глубь волокна по поперечным трубочкам →
4. Освобождение Ca^{2+} из боковых цистерн саркоплазматического ретикулума и диффузия его к миофибриллам →
5. Взаимодействие Ca^{2+} с тропонином →
6. Деформация тропонина →

Механизм мышечного сокращения

7. Погружение тропомиозина в актиновые желобки →

8. Взаимодействие поперечных мостиков с активными центрами актина →

9. Скольжение актиновых нитей, приводящее к укорочению миофибриллы →

10. Активация кальциевого насоса →

11. Снижение концентрации свободных ионов Ca^{2+} в саркоплазме →

12. Отсоединение поперечных мостиков →

13. Расслабление миофибрилл

Физиологические особенности гладких мышц

- ▶ Менее возбудимы, чем скелетные (порог возбуждения выше, хронаксия длиннее)
- ▶ ПД незначителен и стабилен, равен 60-70 мВ
- ▶ Рефрактерный период = 1-3сек
- ▶ Латентный период до 0,25 сек
- ▶ Продолжительность ОМС до 1 мин
- ▶ Обладают пластичностью и автоматизмом
- ▶ Иннервируются ВНС

Утомление – это временная потеря работоспособности клетки, органа или целого организма наступающая в результате работы и исчезающая после отдыха.

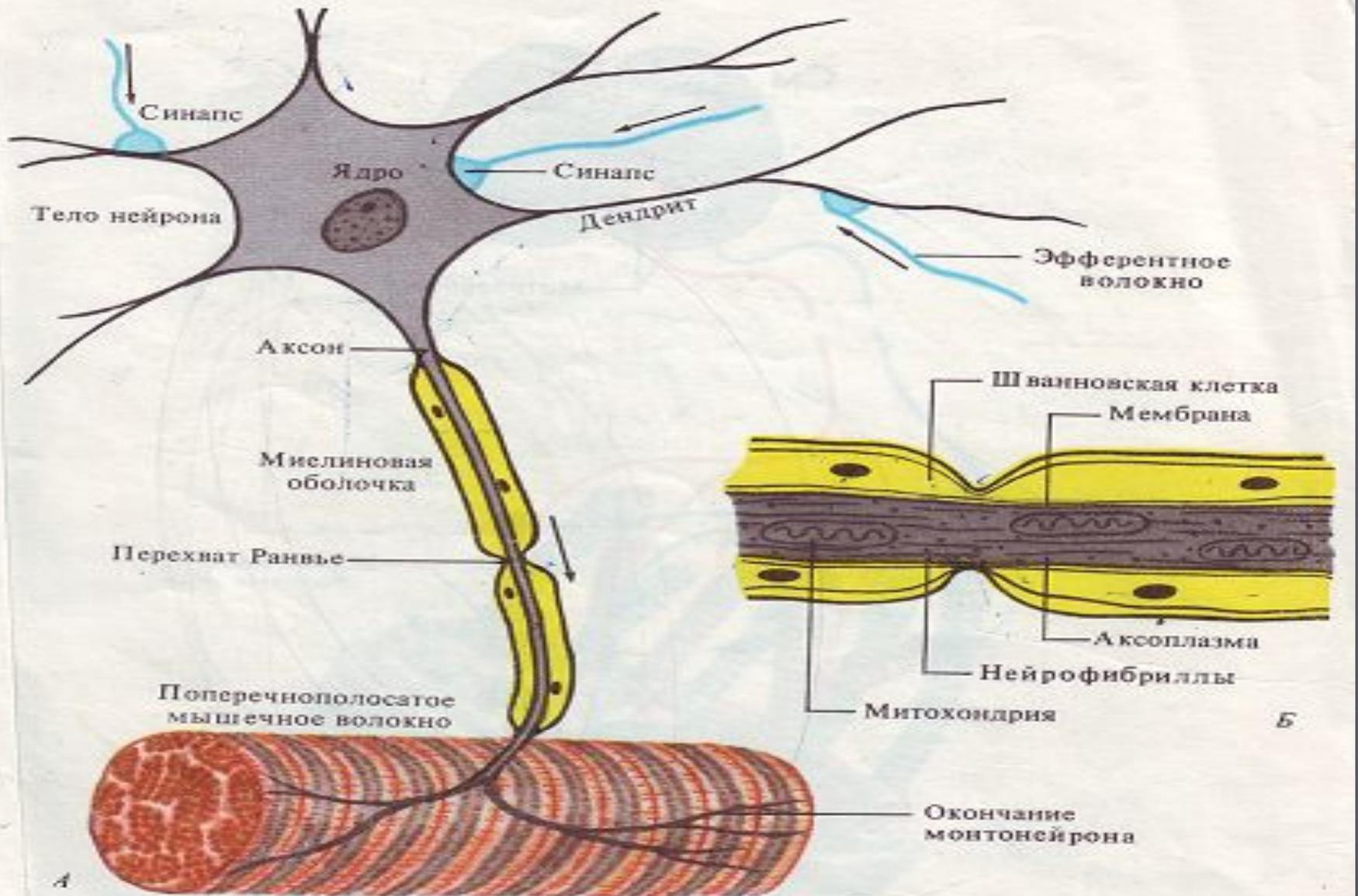
Существует понятие об „активном отдыхе,, (И.М. Сеченов).

Тема: «Физиологические свойства нервных волокон. Учение Н.Е. Введенского о парабиозе. Действие постоянного тока на возбудимые ткани. Полярные законы, электротон, катодическая депрессия».

План лекции:

- 1. Структурно – физиологические особенности нервного волокна**
- 2. Физиологические свойства нервного волокна.**
- 3. Распространение возбуждения по нервным волокнам.**
- 4. Скорость проведения возбуждения.**
- 5. Законы проведения возбуждения. Относительная неутомляемость нерва.**
- 6. Парабиоз, фазы.**
- 7. Действие постоянного тока.**

Структура нейрона



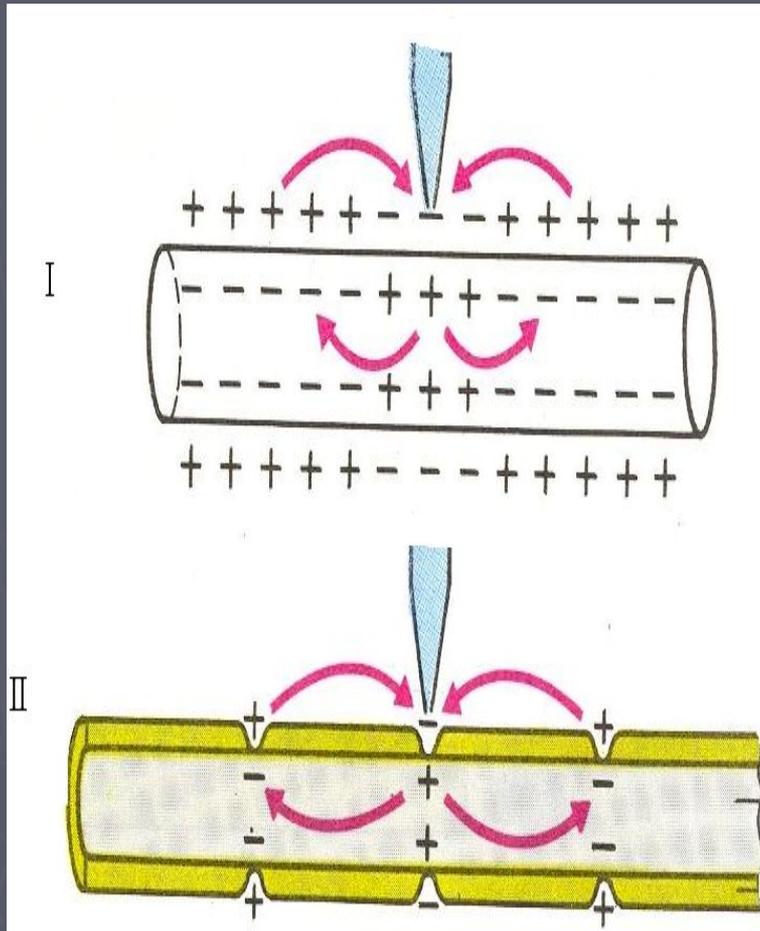
Строение нервного волокна

- ▶ Делятся на миелиновые (мякотные) и безмиелиновые (безмякотные).
- ▶ Безмиелиновые состоят из осевого цилиндра, покрытого мембраной. Внутри цилиндра имеется аксоплазма с органеллами.
- ▶ Миелиновое волокно дополнительно имеет миелиновую оболочку, которая прерывается, образуя перехваты Ранвье.

Физиологические свойства нервного волокна

1. **Возбудимость.**
2. **Проводимость.**

Механизм проведения возбуждения в нервных волокнах



I. Безмиелиновые волокна;

- возбуждение распространяется непрерывно.

II. Миелиновые волокна.

- возбуждение распространяется скачкообразно, т.е. сальтаторно.

Скорость проведения возбуждения по нервным волокнам

| Группа волокон | Диаметр волокон (мкм) | Скорость проведения (м/с) |
|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|
| A | | |
| Aα | 12-22 | 70-120 |
| Aβ | 8-12 | 40-70 |
| Aγ | 4-8 | 15-40 |
| Aδ | 1-4 | 5-15 |
| B | 1-3 | 3-14 |
| C | 0,5-1,0 | 0,5-2 |

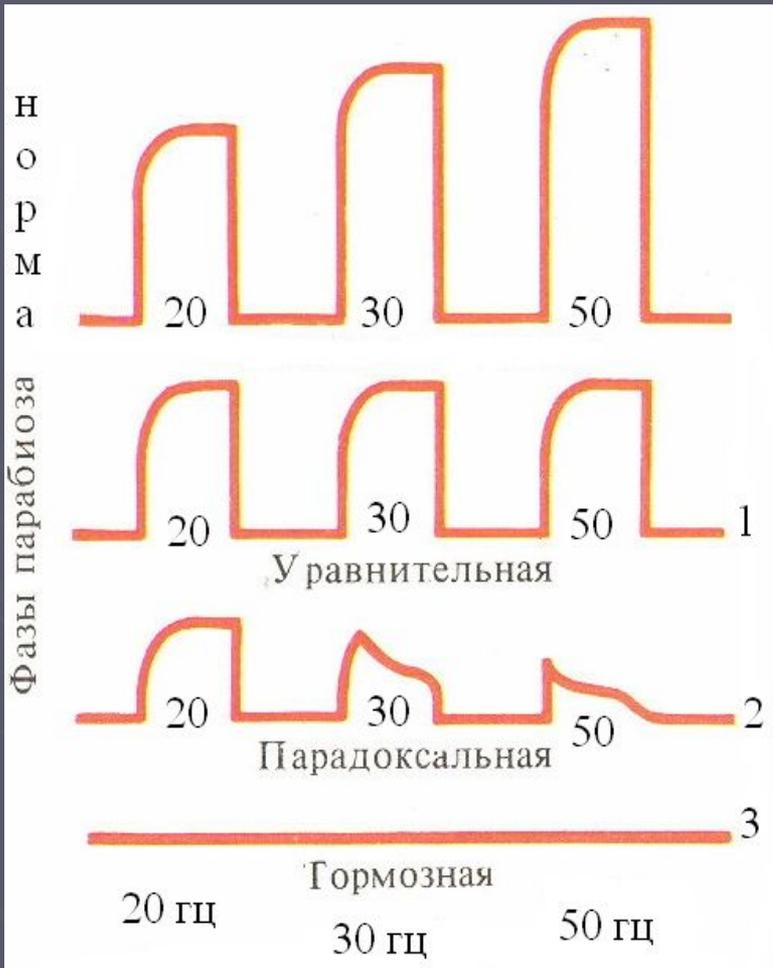
Законы проведения возбуждения в нервах.

- 1. Анатомической и физиологической целостности нервного волокна.**
- 2. Двухстороннего проведения возбуждения.**
- 3. Изолированного проведения возбуждения.**

Относительная неустоляемость нервного волокна

- ▶ Относительная неустоляемость
нервного волокна обусловлена
низкими энерготратами нерва при
возбуждении и быстрым ресинтезом.
- ▶ В атмосфере азота нерв утомляется.

Парабиоз и его фазы



Парабиоз (para – около, bios – жизнь) – это снижение лабильности, вызванное действием альтерирующего фактора.

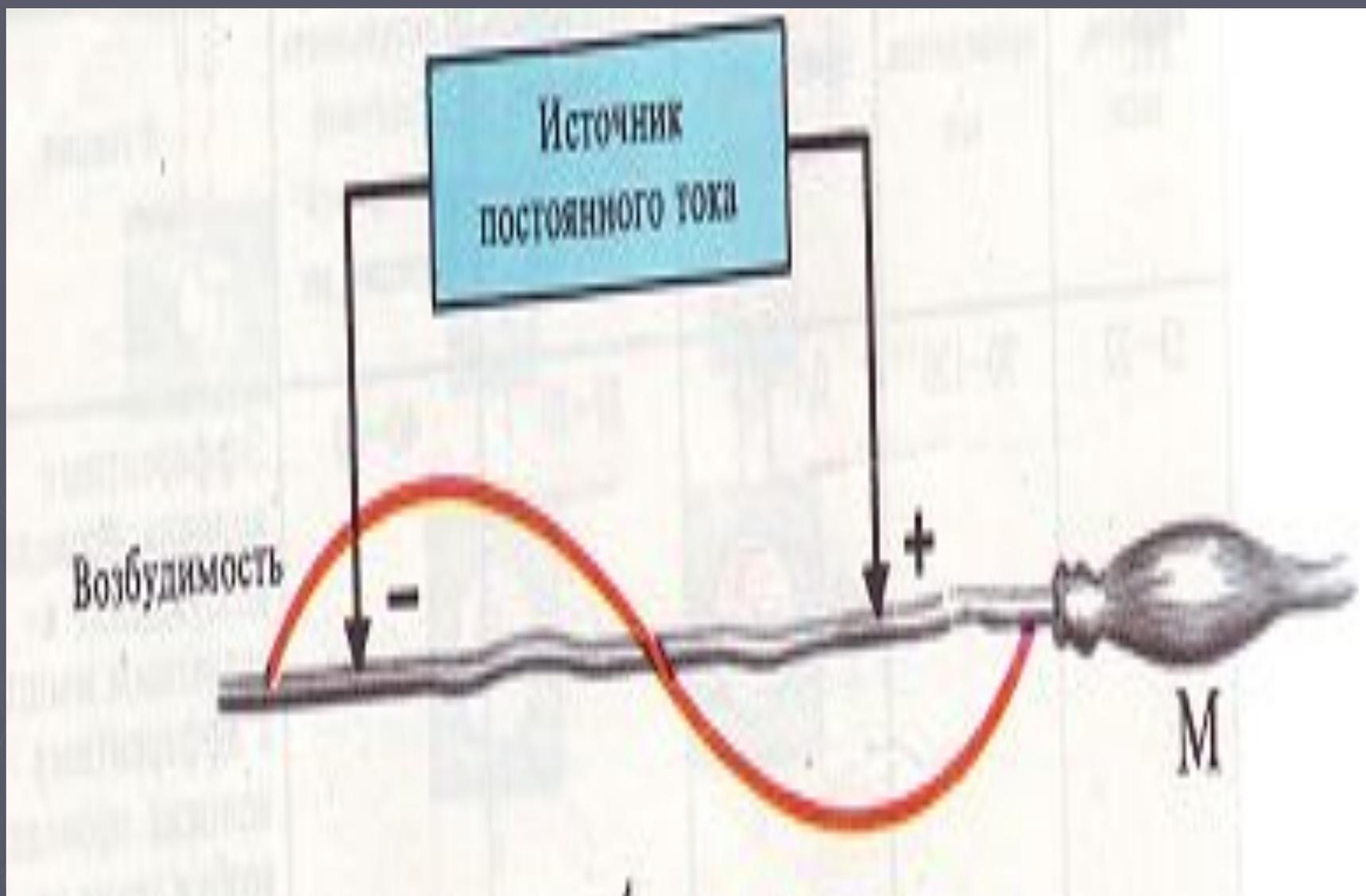
Фазы парабиоза:

1. Уравнительная фаза;
2. Парадоксальная фаза;
3. Тормозная фаза.

При полном парабиозе развивается особое состояние нераспространяющегося возбуждения, локализованное на участке действия альтерирующего агента («стационарное возбуждение»).

Действие постоянного тока на возбудимые ткани (Пфлюгер 1759г)

- ▶ **Законы полярного действия постоянного тока**
 - 1. Раздражающее действие происходит только в момент замыкания и размыкания.**
 - 2. При замыкании возбуждения возникает на катоде, при размыкании на аноде.**
 - 3. Замыкательный удар постоянного тока сильнее размыкательного.**



- ▶ **Катэлектротон** – это повышение возбудимости и проводимости под катодом при действии постоянного тока
- ▶ **Анэлектротон** - это снижение возбудимости и проводимости под анодом при действии постоянного тока

- ▶ **Катодическая депрессия** – это снижение возбудимости и проводимости под катодом при длительном действии постоянного тока.
- ▶ **Анодическая экзальтация** - это повышение возбудимости и проводимости под анодом при длительном действии постоянного тока.