

# Занятие №2

**Морфофизиология возбудимых  
тканей.**

- 1. В какую фазу потенциала действия в ткани развивается абсолютная рефрактерность?
- 1. Деполяризации и реверсии
- 2. Реполяризации
- 3. Отрицательный следовой потенциал (частичная деполяризация)
- 4. Положительный следовой потенциал (гиперполяризация)
- 5. Реверсия

- 1. В какую фазу потенциала действия в ткани развивается относительная рефрактерность?
- 1. Деполяризации
- 2. Реполяризации
- 3. Отрицательный следовой потенциал (частичная деполяризация)
- 4. Положительный следовой потенциал
- 5. В момент натриевой инактивации

- 2. В какую фазу потенциала действия в ткани развивается супернормальная возбудимость?
- 1. Отрицательный следовой потенциал
- 2. Деполяризация
- 3. Реверсия
- 4. Реполяризация
- 5. Положительный следовой потенциал

- 2. Ткань обладает наибольшей возбудимостью, если:
- 1. КУД = -50 мВ, ПП = -70 мВ
- 2. КУД = -30 мВ, ПП = -90 мВ
- 3. КУД = -20 мВ, ПП = -60 мВ
- 4. КУД = -40 мВ, ПП = -80 мВ
- 5. КУД = -25 мВ, ПП = -50 мВ

- 3. Какая мера возбудимости учитывает только силу раздражителя?
- 1. Порог возбуждения
- 2. Реобаза
- 3. Хронаксия
- 4. Полезное время
- 5. КУД

- 3. Какова лабильность нервной ткани?
- 1. 500 возбуждений в сек.
- 2. 0,1 возбуждений в сек.
- 3. 1 возбуждений в сек.
- 4. 100000 возбуждений в сек.
- 5. 750 возбуждений в сек.

- 4. Какова лабильность поперечно-полосатой мышечной ткани?
- 1. 500 возбуждений в секунду
- 2. 0,1 возбуждений в секунду
- 3. 100 возбуждений в секунду
- 4. 1000 возбуждений в секунду
- 5. 200 возбуждений в секунду

- 4. Уровень деполяризации мембраны, при котором возникает потенциал действия, называется:
- 1. субкритическим уровнем
- 2. нулевым
- 3. потенциалом покоя
- 4. критическим уровнем

- 5. Концентрация ионов калия внутри клетки:

- 1. Выше чем снаружи
- 2. Ниже чем снаружи
- 3. Зависит от количества натрия
- 4. Зависит от количества кальция
- 5. Одинакова по обе стороны мембраны

- 5. В какую фазу потенциала действия в ткани развивается абсолютная рефрактерность?

- 1. Деполяризации и реверсии
- 2. Реполяризации
- 3. Отрицательный следовой потенциал (частичная деполяризация)
- 4. Положительный следовой потенциал (гиперполяризация)
- 5. Реверсия

- 6. Фаза реполяризации ПД происходит благодаря:
  - 1. Открытию натриевых каналов
  - 2. Открытию каналов для хлора
  - 3. Открытию калиевых и движению калия наружу
  - 4. Закрыванию кальциевых каналов
  - 5. Закрыванию каналов для хлора

- 6. Концентрация ионов натрия внутри клетки:
  - 1. Выше чем снаружи
  - 2. Ниже чем снаружи
  - 3. Зависит от количества калия
  - 4. Зависит от количества кальция
  - 5. Одинакова по обе стороны мембраны

- 7. Проницаемость мембраны для ионов калия в фазу реполяризации:
  - 1. Резко повышается
  - 2. Повышается
  - 3. Не изменяется
  - 4. Понижается
  - 5. Резко понижается

- 7. Фаза деполяризации потенциала действия обусловлена:
  - 1. Открытием ионных каналов для калия
  - 2. Открытием ионных каналов для натрия
  - 3. Закрытием калиевых и открытием натриевых каналов
  - 4. Открытием кальциевых каналов
  - 5. Открытием кальциевых и натриевых каналов



- 8. Фаза ПД сменяющая фазу деполяризации:
  - 1. Реполяризация
  - 2. Следовые потенциалы
  - 3. Полное восстановление потенциала покоя
  - 4. Гиперполяризация
  - 5. Реверсия

- 8. Проницаемость мембраны для натрия в фазу реполяризации:
  - 1. Резко повышается
  - 2. Повышается
  - 3. Не изменяется
  - 4. Понижается
  - 5. Резко понижается

- 9. Фаза деполяризации происходит благодаря открытию:
  - 1. Na-каналов
  - 2. K-каналов
  - 3. Cl-каналов
  - 4. Ca-каналов
  - 5. Mg-каналов

- 9. Как изменится возбудимость при действии слабого постоянного тока?
  - 1. Не изменится
  - 2. Под катодом и анодом уменьшится
  - 3. Под катодом увеличится, анодом - уменьшится
  - 4. Под катодом уменьшится, анодом - увеличится
  - 5. Под катодом увеличится, анодом не изменится

10. Как изменится поляризация мембраны при действии постоянного тока?

1. Под катодом - деполяризация, анодом - гиперполяризация
2. Под катодом - гиперполяризация, анодом - деполяризация
3. Под катодом - гиперполяризация, анодом - реверсия
4. Под катодом и анодом гиперполяризация
5. Потенциал мембраны не меняется

- 10. Фаза полной невозбудимости клетки называется
- 1. относительной рефрактерностью
- 2. субнормальной возбудимостью
- 3. экзальтацией
- 4. абсолютной рефрактерностью

- 11. Нисходящая фаза потенциала действия связана с повышением проницаемости для ионов

- 1. натрия
- 2. кальция
- 3. хлора
- 4. калия

- 11. Обеспечение разности концентрации ионов натрия и калия между цитоплазмой и окружающей средой является функцией

- 1. натриевого селективного канала
- 2. мембранного потенциала
- 3. неспецифического натрий-калиевого канала
- 4. натриево - калиевого насоса

## Занятие 2. Тема: Физиологические свойства возбудимых тканей. Биоэлектрические явления"

### Задачи в плане УИРС:

1. Строение нейрона, нервных волокон и нервов.
2. Определение порога раздражения.
3. Проведение возбуждения по нервному волокну.
4. Определение чувствительных нервов.

Зарисовать: строение нейрона, нервного волокна, ПД (возбуждение, возбудимость).

### Разобрать:

1. Строение нейрона ( по анатомическому, по функциональному строению биполярный, униполярный).
2. ПД (возбуждение, возбудимость) в мышечной и нервной ткани
3. Миелиновые и безмиелиновые волокна – в чем различия – в проведении.
4. 3 закона: сила, время, инградиент.

**Дома:** 7-13 вопросы.

# Работа 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГА РАЗДРАЖЕНИЯ.

- Для работы необходимо: Электростимулятор "Нейрон-02", электроды.
- Тыльная поверхность предплечья накладывается на красный электрод. Синий (активный) электрод плотно прижимается к двигательной точке выбранной мышцы. Регулятор частоты устанавливается в положение 2 Гц. Медленно увеличивая амплитуду стимула найти минимальную силу раздражения, вызывающую едва заметное сокращение пальцев кисти. Сравнить величину порога раздражения для различных мышц. Результат записать и объяснить. Величина амплитуды стимула выражается в относительных единицах.

- **Работа 2. ПРОВЕДЕНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ ПО НЕРВНОМУ ВОЛОКНУ.**
- Сделать как в работе 1, но активный электрод наложить на кожу над локтевым нервом. Определить порог раздражения, увеличивая амплитуду стимула добиться сокращения мышц сгибателей пальцев кисти. Записать и объяснить полученный результат.

- **Работа 3. РАЗДРАЖЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ НЕРВОВ.**

- Найти расположение одного или нескольких кожных чувствительных нервов. Для этого обнажить часть плеча и прикоснуться к коже краем диска активного электрода. Установить силу стимула так, чтобы при прижатии края диска возникло ощущение легкого покалывания. Электрод медленно продвигать по плечу. Локальное ощущение покалывания и пощипывания постепенно переходит в фибрилляцию и распространяется вниз по руке.

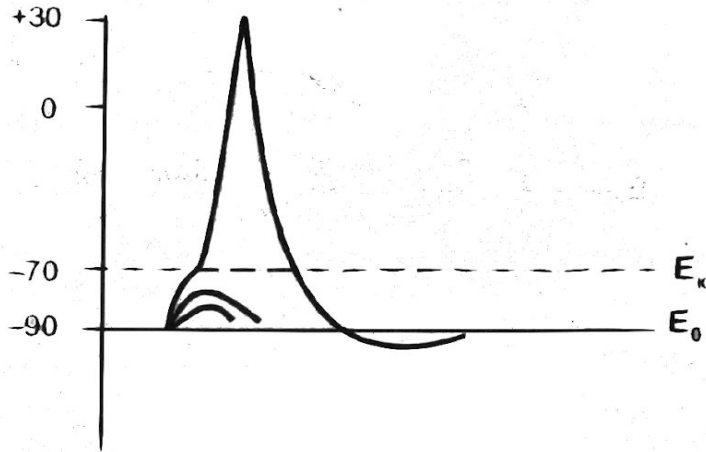


# Законы раздражения возбудимых тканей

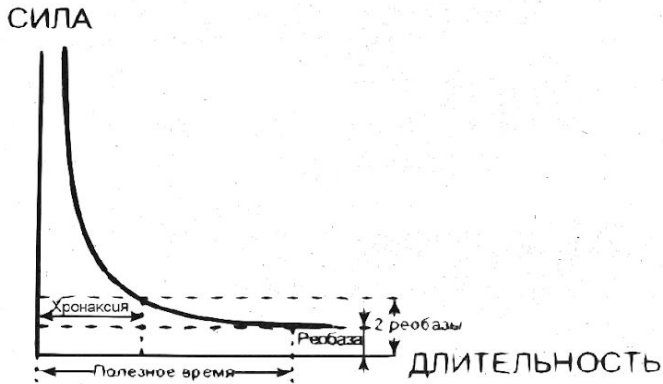
Эти законы отражают определенную зависимость между действием раздражителя и ответной реакцией возбудимой ткани. К законам раздражения относятся:

- **закон силы,**
- **закон «все или ничего»,**
- **закон раздражения Дюбуа-Реймона (аккомодации),**
- **Закон силы-времени (силы-длительности),**
- **закон полярного действия постоянного тока,**
- **закон физиологического электротона.**

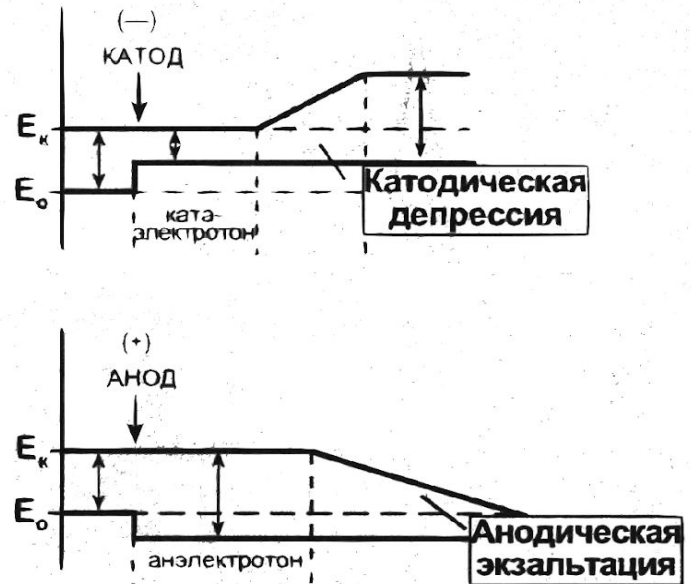
## ЗАКОН «ВСЕ ИЛИ НИЧЕГО»



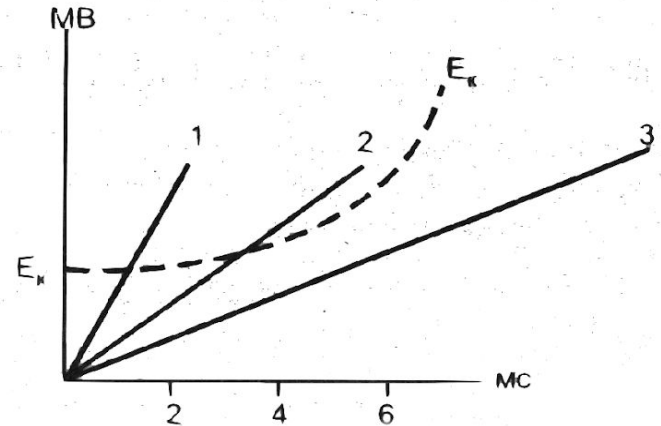
## ЗАКОН «СИЛА — ДЛИТЕЛЬНОСТЬ»



## ПОЛЯРНЫЙ ЗАКОН



## ЗАКОН ГРАДИЕНТА РАЗДРАЖЕНИЯ (АККОМОДАЦИЯ)



# ЗАКОН СИЛЫ:

- **чем больше сила раздражителя, тем больше величина ответной реакции.** В соответствии с этим законом функционирует скелетная мышца. Амплитуда ее сокращений постепенно увеличивается с увеличением силы раздражителя вплоть до достижения максимальных значений.
- Это обусловлено тем, что скелетная мышца состоит из множества мышечных волокон, имеющих различную возбудимость. На пороговые раздражители отвечают только волокна, имеющие самую высокую возбудимость, амплитуда мышечного сокращения при этом минимальна. Увеличение силы раздражителя приводит к постепенному вовлечению волокон, имеющих меньшую возбудимость, поэтому амплитуда сокращения мышцы усиливается. Когда в реакции участвуют все мышечные волокна данной мышцы, дальнейшее повышение силы раздражителя не приводит к увеличению амплитуды сокращения.

# **ЗАКОН «ВСЕ ИЛИ НИЧЕГО» :**

**подпороговые раздражители не вызывают ответной реакции («ничего»), на пороговые раздражители возникает максимальная ответная реакция («все»).** По закону «все или ничего» сокращаются сердечная мышца и одиночное мышечное волокно. Закон «все или ничего» не абсолютен. Во-первых, на раздражители подпороговой силы не возникает видимой ответной реакции, но в ткани происходят изменения мембранного потенциала покоя в виде возникновения местного возбуждения (локального ответа). Во-вторых, сердечная мышца, растянутая кровью, реагирует по закону «все или ничего», но амплитуда ее сокращения будет больше по сравнению с таковой при сокращении нерастянутой сердечной мышцы.

# **ЗАКОН РАЗДРАЖЕНИЯ ДЮБУА-РЕЙМОНА (АККОМОДАЦИИ)**

**- стимулирующее действие постоянного тока зависит не только от абсолютной величины силы тока, но и от скорости нарастания тока во времени. При действии медленно нарастающего тока возбуждение не возникает, так как происходит приспособление возбудимой ткани к действию этого раздражителя, что получило название аккомодации. Аккомодация обусловлена тем, что при действии медленно нарастающего раздражителя в мембране происходит повышение критического уровня деполяризации. При снижении скорости нарастания силы раздражителя до некоторого минимального значения ПД не возникает, так как деполяризация мембраны является пусковым стимулом к началу двух процесс**

# ЗАКОН СИЛЫ-ВРЕМЕНИ

раздражающее действие постоянного тока зависит не только от его величины, но и от времени, в течение которого он действует. Чем больше ток, тем меньше времени он должен действовать для возникновения возбуждения.

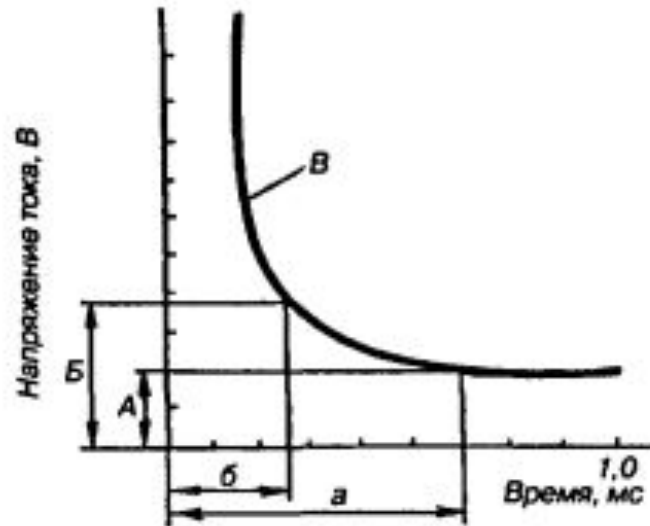


Рис.3. Зависимость между силой тока и временем его действия:  
А — реобазис; В — удвоенная реобазис; В — кривая силы времени;  
а — полезное время действия тока; б — хронаксия

По этой кривой видно, что раздражитель ниже некоторой минимальной силы не вызывает возбуждения как бы долго оно не действовало. Минимальная сила раздражителя названа Лапиком реобазой. Наименьшее время в течение которого должен действовать раздражитель, величиной в 1 реобазу, чтобы вызвать реакцию, называют **полезным временем**. Это означает, что дальнейшее увеличение времени не имеет смысла для возникновения потенциала действия (ПД).

**Хроноксия** – это время, в течение которого должен действовать раздражитель удвоенной реобазы, чтобы вызвать возбуждение. Хроноксия нервных и мышечных волокон равна тысячным долям секунд. Для ее определения в клинике используют метод хроноксиметрии. Этот метод определения пороговой возбудимости ткани с помощью специального прибора.



# ЗАКОНЫ ДЕЙСТВИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Действие постоянного тока имеет свои особенности в отличии от переменного тока высокой частоты. Законы были открыты в 1959 г. Пфлюгером – (2 закона) .

**1 закон** - Полярный закон действия постоянного тока **пороговой** величины (способного вызывать ответные реакции)

**2 з-н** физиологического электротонического действия постоянного тока **подпороговой** величины (не способен вызывать ответную реакцию).

# 1-ый ЗАКОН ДЕЙСТВИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

Закон полярного действия  
постоянного тока: при  
замыкании тока возбуждение  
возникает под катодом, а при  
размыкании - под анодом.

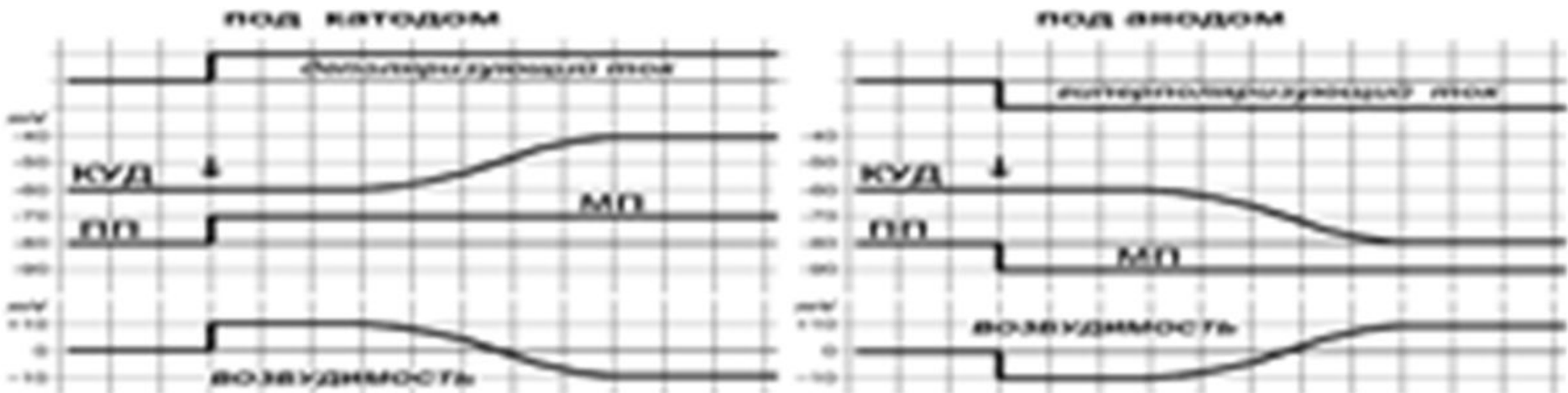
**Под катодом** потенциал будет уменьшаться → пассивная деполяризация мембраны (снизили электродом. Na будет заходить в клетку → снижается потенциал и быстро достигает критического уровня и дальше происходит открытие Na каналов и пассивная деполяризация сменяется активной – возникает возбуждение.

**Под анодом.** "+" заряженный слой на мембране и добавляется "+" заряд → величина «+» заряда на мембране становится больше и увеличивается мембранный потенциал, станет больше – 100 мВ. Под анодом - пассивная гиперполяризация мембраны и возбуждение не возникает. Но при этом под анодом критический уровень деполяризации смещается к уровню потенциала покоя. (Поэтому при размыкании цепи тока гиперполяризация на мембране исчезает, и потенциал покоя, возвращаясь к исходной величине, достигает смещенного критического уровня и возникает возбуждение).

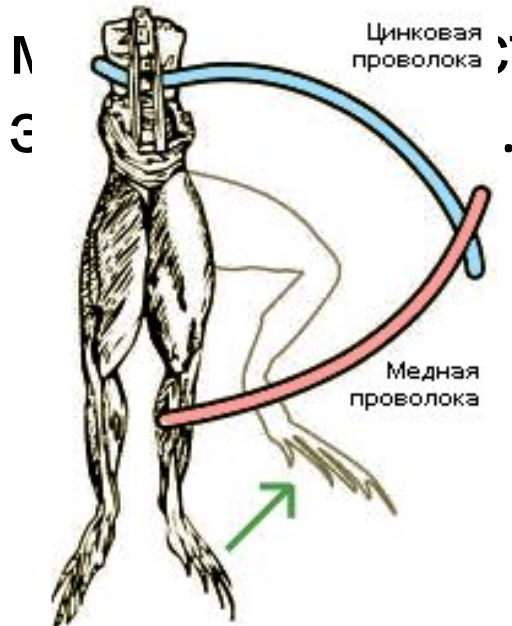
## 2-ой закон ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОТОНА

При прохождении постоянного тока через нерв или мышцу порог раздражения под катодом и соседних с ним участках понижается вследствие деполяризации мембраны - возбудимость повышается. В области приложения анода происходит повышение порога раздражения, т. е. снижение возбудимости вследствие гиперполяризации мембраны. Эти изменения возбудимости под катодом и анодом получили название **электротона** (электротоническое изменение возбудимости). **Повышение возбудимости под катодом называется катэлектротон**, а **снижение возбудимости под анодом – анэлектротон**.

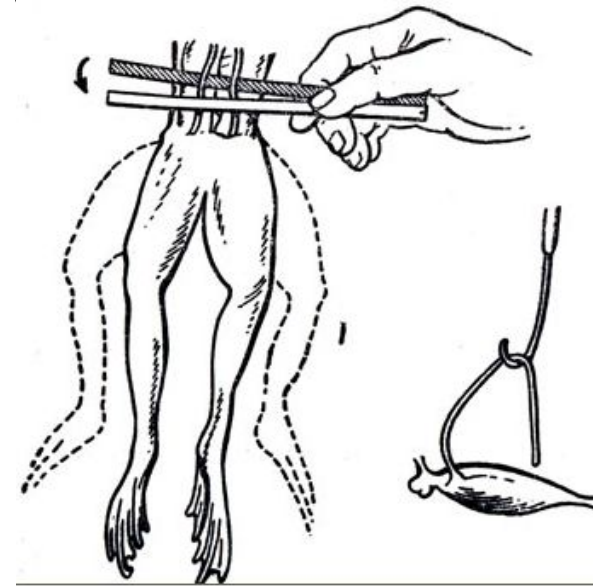
Вериго значительно дополнил наблюдения Э. Пфлюгера и показал, что как повышение возбудимости под катодом, так и снижение её под анодом характерно только для первоначального действия постоянного подпорогового тока, т.е. это явление временное. Если ток действует достаточно долго, то под катодом возбудимость снижается - **катодическая депрессия**, становясь меньше исходной (в состоянии покоя), а под анодом может повыситься - **анодная экзальтация**.



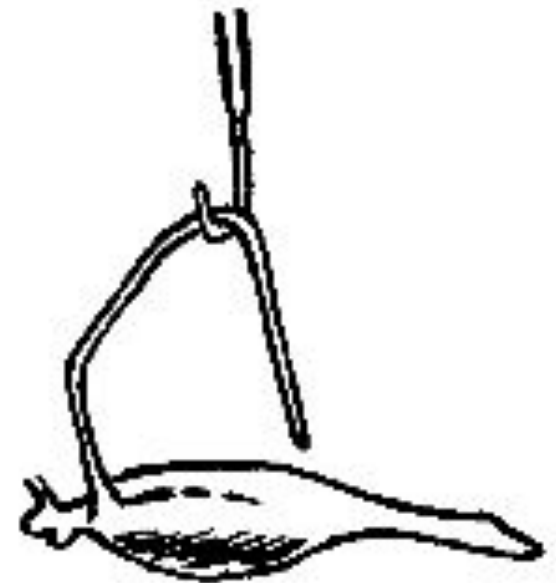
- **Опыт Гальвани (первый опыт Гальвани, балконный опыт).** Л.Гальвани в 1786 г. при изучении влияния атмосферного электричества на живой организм размещал на железной решетке балкона задние лапки лягушки, закрепленные на медных крючках. При соприкосновении лапок с железной решеткой балкона наблюдалось сокращение мышц. На основании этих наблюдений Гальвани высказал



создании теории животного электричества



- **Опыт Гальвани (второй опыт Гальвани).** Второй опыт Гальвани проделал в 1794 г. без металла. Приподнимая нерв нервно-мышечного препарата стеклянным крючком, он набрасывал его на поврежденный участок мышцы и наблюдал ее сокращение. Так было доказано существование животного электричества.



- **Опыт Маттеуччи (опыт вторичного сокращения).** Готовят два нервно-мышечных препарата. Нерв одного препарата оставляют с кусочком позвоночника, а у другого кусочек позвоночника удаляют. Нерв одного нервно-мышечного препарата (с кусочком позвоночника) с помощью стеклянного крючка помещают на электроды, которые соединены со стимулятором. На мышцы этого препарата в продольном направлении набрасывают нерв второго нервно-мышечного препарата. Нерв первого нервно-мышечного препарата подвергают ритмичному раздражению, потенциалы действия, возникающие в мышце при ее сокращении, вызывают возбуждение наложенного на неё нерва второго нервно-мышечного препарата и сокращение его мышцы.

