

## Лекция №1

**Введение. Физиология возбудимых тканей. Биоэлектрические явления в возбудимых тканях.**

**Цели:** - Дать понятие о предмете нормальной физиологии, объяснить значение физиологии в подготовке педиатров, дать общее понятие о процессах возбуждения и торможения, объяснить что такое гемо- и гомеостаз.

**Задачи:** - С помощью данной лекции дать понятие студентам о важнейших процессах проходящих в живом организме.

**План:**

- Понятие о предмете нормальной физиологии.
- Значение предмета физиологии для подготовки педиатров.
- Понятие о возбудимых тканях, их свойства и функции.
- Биоэлектрические явления в возбудимых тканях.
- Мембранный потенциал, его происхождение.
- Критический уровень деполяризации.
- Потенциал действия, его происхождение.
- Рефрактерность, его фазы.

**Предмет и методы физиологии**

**Предмет физиологии.** Физиология – наука о динамике жизненных процессов. Она является одним из важнейших разделов биологических наук. Физиология изучает функции, т.е процессы жизнедеятельности живого организма, его органов, тканей, клеток и структурных элементов клеток. Физиология изучает видовое и индивидуальное развитие функций, изменение и приспособление их к постоянно меняющимся условиям внешней среды.

**Классификация физиологических дисциплин.** Физиология животных разделяется на ряд отдельных, самостоятельных, но тесно связанных между собой дисциплин. Прежде всего физиологию делят на общую, сравнительную и специальную., или частную. Общая физиология изучает природу основных жизненных процессов и общие закономерности реагирования организма и его структур на воздействие среды. Одним из разделов общей физиологии является физиология клетки.

**Сравнительная физиология** исследует специфические особенности функций организмов различных видов и организмов одного и того же вида, находящихся на разных этапах индивидуального развития; сравнительная физиология в наше время перерастает в **эволюционную** физиологию, задачей которой является изучение закономерностей и индивидуального развития функций.

**Специальные или частные разделы физиологии.** К их числу относятся: физиология отдельных классов и групп животных (например, сельскохозяйственных животных, птиц, насекомых) или физиология отдельных видов (например, коров и овец и др.), физиология отдельных органов

(например, печени, почек, сердца), тканей (например, нервной или мышечной ткани). Специальных, или частных, отделов физиологии столько же, сколько существует различных видов живых существ, сколько имеется разных органов и тканей, видов деятельности организма.

Больше других специальных областей физиологии разрабатывается физиология человека и высших животных.

Отраслями физиологии человека являются физиология труда, спорта, питания, космическая, возрастная физиология.

### **Связь физиологии с другими науками.**

Физиология в ходе исследований опирается на законы физики и химии использует их методы. Физическое и химическое направления исследований превратились в самостоятельные научные дисциплины: биологическую физику и биологическую химию.

Электрофизиология, изучающая электрические явления в живом организме, стала важным ответвлением биофизического направления.

Физиология тесно связана с анатомией, физиологией, цитологией.

Физиология опирается также на общую биологию, эволюционное учение и эмбриологию, потому что для изучения жизнедеятельности любого организма необходимо знать историю его развития – филогенетического и онтогенетического.

В последние годы большое значение для физиологии приобретает кибернетика – наука об общих принципах управления и связи в машинах и живых организмах. Оформляется как особый раздел физиологии клиническая физиология.

### **Методы физиологических исследований.**

Физиология – экспериментальная наука. При выяснении функций и значения в организме того или иного органа физиологи удаляют орган или его часть из организма (метод удаления или экстирпации) или пересаживают орган на новое место в организме (методика пересадки или трансплантации). Чтобы установить зависимость органа от влияния нервной системы, перерезают иннервирующие его нервные волокна (методика денервации). Для нарушения связи органов с сосудистой системой производят перевязку различных кровеносных сосудов (методика наложения лигатур) или соединяют между собой разные сосуды, сшивая центральный конец одного с периферическим концом другого (методика сосудистых анастомозов). Широко применяется фистульная методика, методика катетеризации.

Для искусственного возбуждения деятельности органов применяется методика раздражения путем электрического, механического, химического и других воздействий.

Применяют как острые так и хронические методы.

Функцию органов изучают не только в целостном организме, но и в условиях изолирования из организма. Для этой цели через сосуды изолированного органа пропускают определенные растворы (метод перфузии).

### **Возникновение экспериментальной физиологии и ее развитие в XVII – XVIII столетиях.**

Физиология как наука, применяющая экспериментальный метод исследования, ведет свое начало с работы английского врача, анатома и физиолога Вильяма Гарвея (1578 – 1657), который своим открытием кровообращения «делает науку из физиологии (человека, а также животных)». Произведенные в XVI столетии исследования основоположника анатомии Везалия, а также Сервета, Колумбо, Фаллопия и других анатомов подготовили почву для физиологических открытий, в частности, для открытия кровообращения. В XVII-XVIII столетиях открытие Левенгуком и Мальпигием капилляров доказало правильность представления о кровообращении и послужило основой для понимания роли крови в обмене веществ; изучение строения желез дало возможность исследовать их функции и т.д.

Огромное значение для развития физиологии имело открытие рефлекса французским философом Декартом в первой половине XVII столетия.

Из исследований XVII – XVIII столетий, связанных с механикой, физикой и химией, наибольшее значение для физиологии имели работы Борели, изучавшего механизм дыхательных движений и роль диафрагмы, и применившего законы гидравлики к изучению движения крови в сосудах; Гелса, определившего кровяное давление; Шейнера, установившего роль сетчатки в возникновении зрительных ощущений; Реомюра и Спалланцани, занимавшихся исследованиями химизма пищеварения; Лавуазье, заложившего научные основы представлений о процессах дыхания и производившего вместе с Лапласом первые измерения энергетических затрат организма; М.В.Ломоносов в 1748 г. сформулировал закон сохранения массы вещества и движения, который в XIX столетии лег в основу важнейших физиологических исследований обмена веществ и превращения энергии в организме. (Агаджанян,7-9)

### **Развитие физиологии в XX столетии**

Важнейшим достижением физиологии явилось созданное И.П.Павловым учение о высшей нервной деятельности. И.П.Павлов чрезвычайно расширил и развил рефлекторный механизм, обеспечивающий наиболее совершенные и сложные формы реагирования человека и высших животных на воздействия внешней среды. Этим механизмом является условный рефлекс, а органом высшей нервной деятельности – кора больших полушарий.

В.А. Энгельгард и М.Н.Любимова, Сцент -Дьорди и др. вплотную подошли к выяснению природы мышечного сокращения. В 1920 году Леви открыл наличие медиаторов. Учение о действии гуморальных факторов разрабатывались при участии Л.А.Орбели, К.М.Быкова, Л.С.Штерн и др.

Регистрация электрических проявлений стало доступным благодаря открытиям струнного гальванометра (Эйнтховен, А.Ф.Самойлов), осциллографов (Гассер, Эдриан). Согласования функций, особенности протекания рефлекторных реакций спинного, продолговатого, среднего мозга, мозжечка и подкорковых ядер (исследования Н.Е.Введенского, А.А.Ухтомского, И.С.Бериташвили, Э.А.Асратяна Дюссер де Баренна, Фулти, Мэгун, Экклс). Раскрыты функции ретикулярной формации (П.К.Анохин). (Агаджанян, 13-14)

К возбудимым тканям относится нервная, мышечная и железистая.

1. Мембрана имеет 3-х-слойное строение: липиды, белки и мукополисахариды;
2. Полупроницаемая, т. е. имеет отверстия (поры или каналы);
3. Обладает селективной (избирательной) проницаемостью;
4. В спокойном состоянии в мембране открыты поры в основном для  $K^+$ , при возбуждении открываются поры для  $Na^+$ . Также различают поры для  $Ca^{2+}$  и  $Cl^-$ .
5. Наличие  $K^+ - Na^+$  насоса.

Мембранные белки всех клеток разделяются на 5 классов: насосы, каналы, рецепторы, ферменты и структурные белки.

1. Насосы – расходуют метаболическую Е для перемещения ионов и молекул против концентрационных градиентов и поддерживают необходимые концентрации этих молекул в клетке. Поскольку заряженные молекулы не могут пройти ч/з сам двойной липидный слой, клетки приобрели в процессе эволюции белковые каналы (2), обеспечивающие избирательные пути для диффузии специфических ионов и проводимость. Большинство каналов явл-ся эл./ управляемыми, т. е. их способность проводить ионы зависит от велич. мембр. П. Клеточные мембраны должны прикреплять и узнавать многие типы молекул. Эти функции выполняют рецепторные белки (3), которые представляют собой центры связывания, обладающие высокой специфичностью и сродством.

1. Ферменты – размещаются внутри мембраны или на ней, чем облегчается протекание хим. реакций у мембранной поверхности.

2. Структурные белки – обеспечивают соединение клеток в органы и поддержание субклеточной структуры.

Все живые клетки обладают раздражимостью, т. е. способностью под влиянием внешних или внутренних факторов (раздражителей) переходить из состояния физиологического покоя в состояние активности.

Различают активный и пассивный транспорт веществ через мембрану.

Пассивный транспорт – это переход веществ по концентрационному градиенту без затраты энергии.

Активный транспорт – перенос веществ против концентрационного градиента.

Внутри клетки  $K^+$  в 20-100 раз больше, чем снаружи.

$Na^+$  снаружи в 5-15 раз больше, чем внутри.  $Cl^-$  внутри в 20-100 раз меньше, чем снаружи. (Шмидт, с. 11-14, Агаджанян 14-15)

### Потенциал покоя (ПП) механизм его образования.

ПП – это пассивный транспорт веществ через мембрану по градиенту концентрации.

$K^+$  выходит из области с большей концентрации в область с меньшей и концентрируется у наружной поверхности мембраны, удерживаясь изнутри анионами (внутри клетки все соли находятся в состоянии электролитов – соединений металла с неметаллом – кислотным или щелочным остатком, имеющим (-) заряд). Эта частица не может выйти, т. к. пора для нее закрыта.

### Потенциал действия (ПД)

ПД – быстрое колеб-е мембр. потенц., возникающее при возбужд. н. мыш. и нек. др. клеток.

Если на мембрану клетки подействовать каким – нибудь раздражителем, в ней открываются поры для  $Na^+$ .  $Na^+$  со всех сторон устремляется в клетку, концентрируясь у внутренней поверхности мембраны, удерживаясь снаружи анионами. Наименьшая сила способная перевести мембрану клетки из состояния ПП в ПД – пороговая или порог раздражения.

$K^+$  -  $Na^+$  насос осуществляет свою работу против концентрационного градиента, т. к.  $Na^+$  снаружи  $>$ , насос постоянно выкачивает  $Na^+$  из клетки, закачивая  $K^+$  в клетку, затрачивая на это определенную Е.

Работа  $K^+$  -  $Na^+$  насоса постоянна. Если нарушить его работу, сразу же выравнивается концентрация ионов внутри и с наружи клетки. (Агаджанян, 15-16)

То, что мембрана обеспечивает себе ПП и ПД, можно доказать на опыте с мембраной, снабженной порами и обладающей избирательной проницаемостью.

В сосуд, разгороженный такой мембраной, в одну  $1/2$  наливают раствор  $K_2SO_4$  большей концентрации и в другую  $1/2$  раствор меньшей концентрации.  $K_2SO_4$  диссоциирует на  $K^+$  и  $SO_4^{2-}$ .  $K^+$ - катион по размеру мал,  $SO_4^{2-}$  анионы имеют большие размеры. Мембрана пропускает только  $K^+$ . Если сюда опустить электроды и соединить с гальванометром, стрелка гальванометра отклонится, регистрируя наличие потенциалов.

Для измерения разности потенциалов применяют технику внутриклеточных микроэлементов.

У различных клеток ПП варьирует

От – 50 до - 90 mV.

## ПД и его фазы.

Если на мембрану подействовать раздражителем, записывается кривая ПД, состоящая из 3-х частей:

1. фаза деполяризации. В это время в мембране постепенно открываются поры для  $\text{Na}^+$  и закрываются для  $\text{K}^+$
- 2 – пик ПД (в это время открыты почти все поры для  $\text{Na}^+$  и закрыты для  $\text{K}^+$ )
3. фаза реполяризации – постепенно открываются поры для  $\text{K}^+$  и закрываются для  $\text{Na}^+$ , усиливается работа  $\text{K}^+$  -  $\text{Na}^+$  насоса. Вновь восстанавливается ПП .

ПП может восстанавливаться не сразу, а постепенно, это называется следовой потенциал.

(-) следовой потенциал или следовая деполяризация, т. к. долго сохраняются открытыми поры для  $\text{Na}^+$  (дольше, чем в норме).

(+) следовой потенциал или следовая гиперполяризация мембраны, это значит очень быстро закрыв. Поры для  $\text{Na}^+$  и очень быстро открываются поры для  $\text{K}^+$  в количестве даже большем, чем в норме.

• Закон «Все или ничего» - на под пороговое раздражение в возбудимой ткани ответа нет, на пороговое и сверхпороговое раздражение возникает максимальный ответ. (Шмидт, 27-31, Н.Н.Алипов, 3-6, Агаджанян, 18-19)

## Особенности местного и распространяющегося возбуждения.

Различают такие силы стимула, которые могут перевести мембрану из состояния покоя в ПД.

Минимальная сила, способная это сделать порог раздражения или пороговая сила. Сила меньше пороговой – подпороговая. Сила выше пороговой – сверхпороговая.

Локальный ответ – ответ на подпороговую силу.

Отличия локального ответа от ПД.

	Локальный ответ	ПД
--	-----------------	----

<ol style="list-style-type: none"> <li>1.</li> <li>2.</li> <li>3.</li> <li>4.</li> </ol>	<p>Возникает на подпороговое раздражение</p> <p>Заряд мембраны изменяется только в определенном месте (locus – место).</p> <p>Не подчиняется закону «Все или ничего», т. е. при увеличении силы стимула локальный ответ, постепенно усиливаясь, может перейти в ПД.</p> <p>Не способен к распространению вдоль мышцы или нерва (местное возбуждение).</p>	<p>Возникает на пороговые и сверхпороговые раздражения.</p> <p>Заряд мембраны изменяется вдоль всей мембраны.</p> <p>Подчиняется закону «Все или ничего».</p> <p>Способен к распространению вдоль нерва или мышцы (распространяющееся возбуждение)</p>
--	---	--

(Агаджанян, 17-18)

**Рефрактерность и ее виды. Соотношение фаз возбудимости с фазами потенциала действия.**

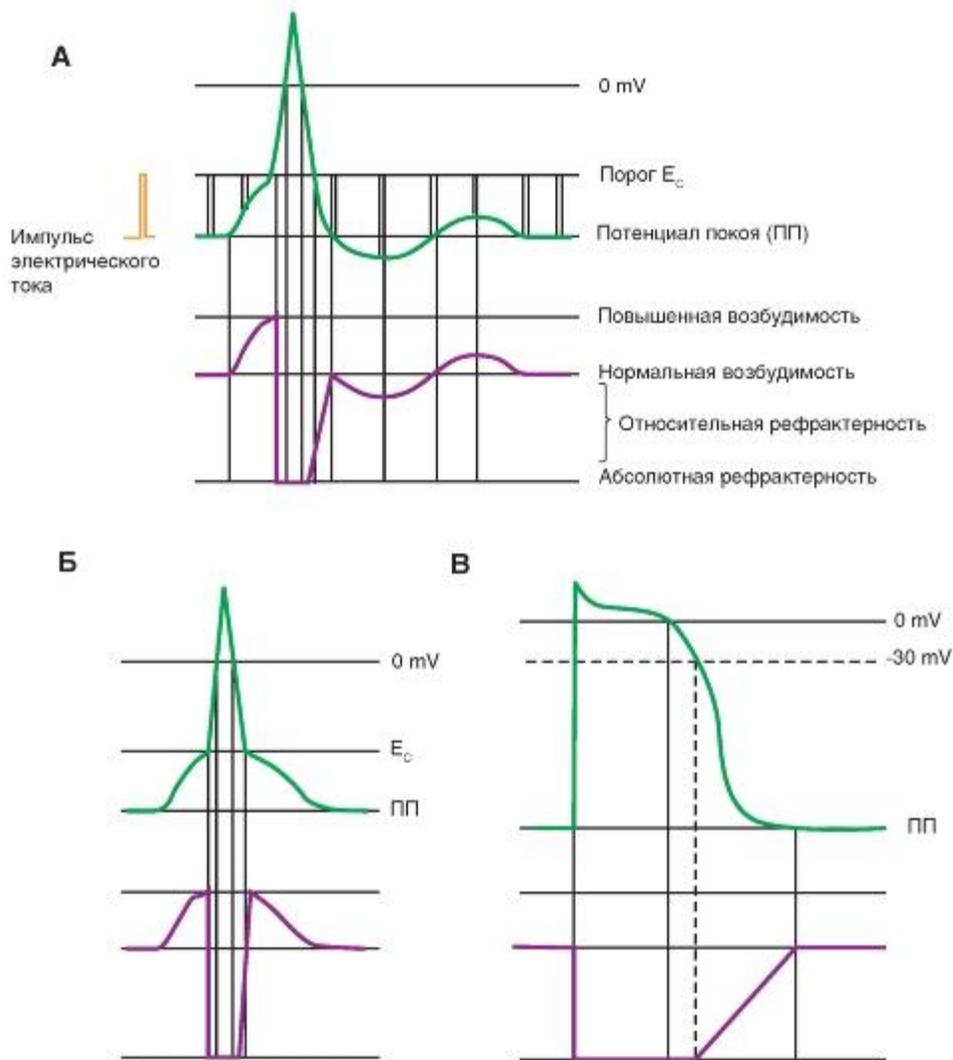
Рефрактерность – снижение возбудимости.

Различают два вида рефрактерности:

1. Абсолютная – полное отсутствие возбудимости на любую частоту и силу раздражений.

2. Относительная – незначительное снижение возбудимости: если в это время подействовать достаточно сильным раздражителем, получить ПД.

**Соотношение фаз возбудимости с фазами потенциала действия.**



Потенциал покоя (1) соответствует нормальной возбудимости (а), фаза деполяризации (2) и реполяризации (4) соответствуют относительной рефрактерности (б, г), пику ПД (3) соответствует абсолютной рефрактерности (в). (Н.Н.Алипов 3-6, Шмидт 31-33).

