

# **Тема: Основы электролечения и физиологическое действие тока.**

---

- 
- Выполнила: Бекетова Е.Ю
  - Продолжительность занятия- 2 часа.

# Цель:

---

- Повторить и сгруппировать материал базового уровня.
- Ознакомить с инновациями по данному вопросу.
- Обобщить полученные знания.

# План лекции:

---

- Понятие электрического тока.
- Сила тока. Закон Ома. Правило Кирхгофа.
- Движение тока в электролитах, газах, атмосфере.
- Пути распространения тока в живых тканях.
- Изменения в тканях ( ионная конъюнктура, поляризация, электролиз, электроосмос).
- Уровни воздействия ( местный, рефлекторно-сегментарный, общий).
- Ответные реакции организма.

- При движении заряженных частиц в проводнике происходит перенос электрического заряда с одного места в другое. Однако если заряженные частицы совершают беспорядочное тепловое движение, как, например, свободные электроны в металле, то переноса заряда не происходит. Электрический заряд перемещается через поперечное сечение проводника лишь в том случае, если наряду с беспорядочным движением электроны участвуют в упорядоченном движении. В этом случае говорят, что в проводнике устанавливается электрический ток.

▣ **Электрический ток представляет собой направленное движение электрически заряженных частиц** (электронов, ионов). Он может быть различным по направлению, напряжению и силе. Электрический ток, не меняющий своего направления, называют постоянным. Из методов, основанных на использовании *постоянного непрерывного* тока, наиболее известны гальванизация и лекарственный электрофорез.



- Полный заряд, переносимый через любое сечение проводника равен нулю, так как заряды разных знаков перемещаются с одинаковой средней скоростью.

Электрический ток имеет определенное направление. За направление тока принимают направление движения положительно заряженных частиц. Если ток образован движением отрицательно заряженных частиц, то направление тока считают противоположным направлению движения частиц.



- 
- Движение частиц в проводнике мы непосредственно не видим. О наличии электрического тока говорят следующие действия или явления, которые его сопровождают:
1. проводник, по которому течет ток, нагревается,
  2. электрический ток может изменять химический состав проводника,
  3. ток оказывает силовое воздействие на соседние токи и намагниченные тела.

- Если в цепи устанавливается электрический ток, то это означает, что через поперечное сечение проводника все время переносится электрический заряд. Заряд, перенесенный в единицу времени, служит основной количественной характеристикой тока, называемой **силой тока**. Если через поперечное сечение проводника за время  $\Delta t$  переносится заряд  $\Delta q$ , то сила тока равна:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

---

- Сила тока равна отношению заряда  $\Delta q$ , переносимого через поперечное сечение проводника за интервал времени  $\Delta t$ , к этому интервалу времени. Если сила тока со временем не меняется, то ток называют постоянным.
- В Международной системе единиц силу тока выражают в амперах (А). Измеряют силу тока амперметрами.

---

□ Условия возникновения и существования постоянного электрического тока:

1. наличие свободных заряженных частиц;

2. на заряженные частицы должны действовать силы, обеспечивающие их упорядоченное перемещение в течение конечного промежутка времени.

- Для того чтобы в проводнике мог существовать постоянный ток проводимости, необходимо выполнение следующих условий:
- а) напряженность электрического поля в проводнике должна быть отлична от нуля и не должна изменяться с течением времени;
  - б) цепь постоянного тока проводимости должна быть замкнутой;
  - в) на свободные электрические заряды, помимо кулоновских сил, должны действовать неэлектростатические силы, называемые сторонними силами. Сторонние силы могут быть созданы источниками тока (гальваническими элементами, аккумуляторами, электрическими генераторами и др.).

# Закон Ома для участка цепи

---

- Сила тока в проводнике прямо пропорциональна приложенному напряжению и обратно пропорциональна, сопротивлению проводника:

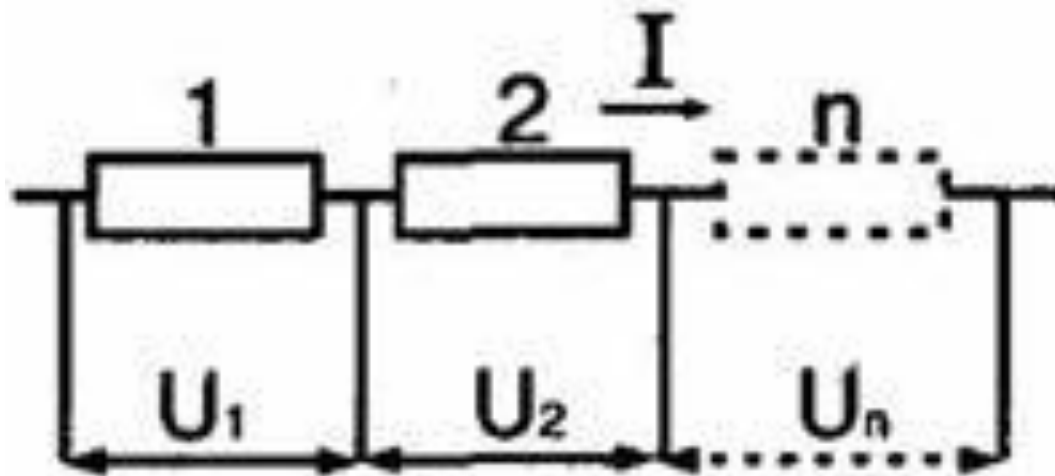
$$I = \frac{U}{R}$$

□ Сопротивление проводника  $R$  — величина, характеризующая противодействие проводника установлению в нем электрического тока. Сопротивление измеряется в омах (Ом). Если при напряжении в 1 В в проводнике устанавливается ток в 1 А, то сопротивление такого проводника равно 1 Ом.

Сопротивление проводника прямо пропорционально его длине  $l$  и обратно пропорционально площади его поперечного сечения  $S$ :

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

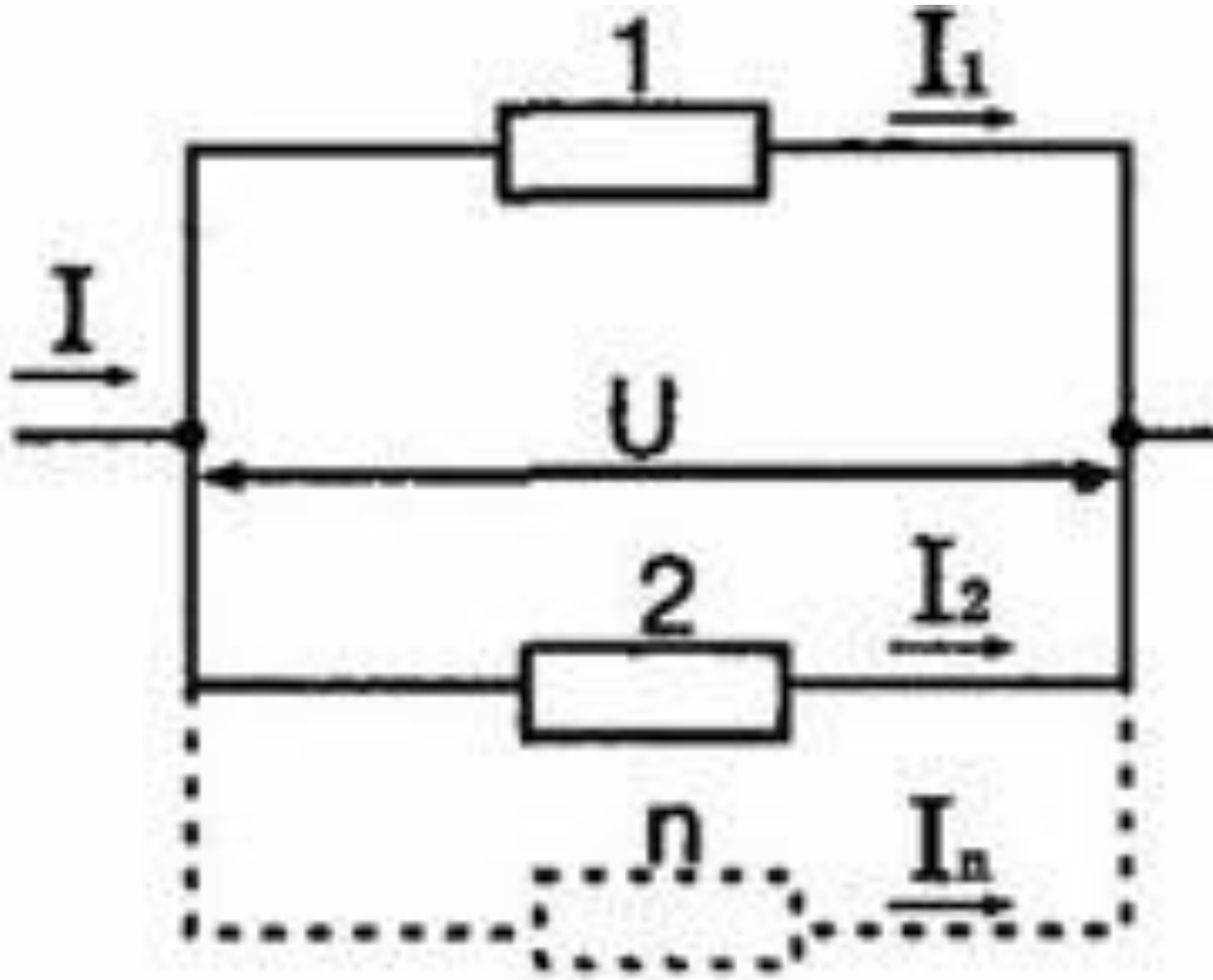
- Последовательное и параллельное соединение проводников
- Последовательное соединение проводников. При последовательном соединении электрическая цепь не имеет разветвлений. Все проводники включают в цепь поочередно друг за другом.





# Параллельное соединение проводников

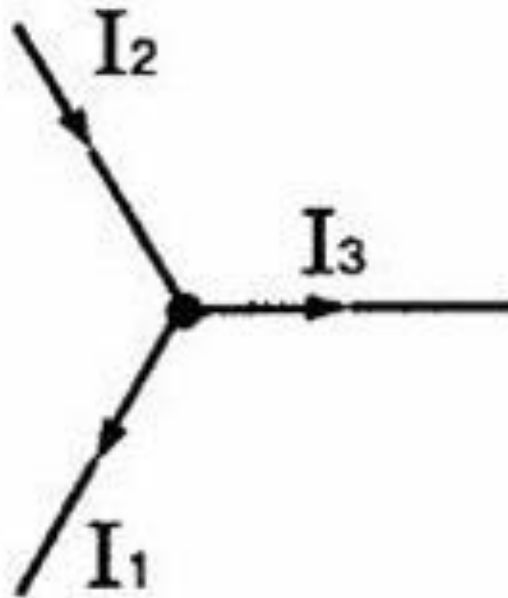
---



- 
- Параллельное соединение – самый распространенный способ соединения различных потребителей. В этом случае выход из строя одного прибора не отражается на работе остальных, тогда как при последовательном соединении выход из строя одного прибора замыкает цепь.

# Правила Кирхгофа

- 1. В каждой точке разветвления проводов алгебраическая сумма сил токов равна нулю. Токи, идущие к точке разветвления, и токи, исходящие из нее, следует считать величинами разных знаков.



## закон Джоуля-Ленца:

---

- : количество теплоты, которое выделяется током в проводнике, прямо пропорционально силе тока, времени его прохождения по проводнику и падению напряжения на нем.

# Электрический ток в электролитах

---

- Опыты показывают, что жидкости могут быть диэлектриками, полупроводниками или проводниками. Самой известной жидкостью - диэлектриком является вода. В том, что вода — диэлектрик, легко убедиться, если опустить в банку с водой два электрода, подключив их к источнику тока. В такой цепи тока практически не будет.

- Совсем по-другому будет обстоять дело, если воду заменить на какой-либо проводящий раствор. Подобные растворы, обладающие электрической проводимостью, называют электролитами. При создании в электролитах электрического поля в них возникает ток, вследствие чего положительные ионы начинают двигаться к катоду, а отрицательные ионы (и электроны) — к аноду.

- Ионная проводимость в таких электролитах, каковыми являются растворы кислот, щелочей и солей, объясняется электролитической диссоциацией. Диссоциация — это распад молекул на ионы под действием электрического поля полярных молекул растворителя. Разноименно заряженные ионы при столкновении могут снова объединиться в нейтральные молекулы — рекомбинировать.

В отсутствие электрического поля в растворе устанавливается динамическое равновесие, когда процессы диссоциации и рекомбинации уравнивают друг друга.

При прохождении через электролит тока наблюдается процесс электролиза — выделения на электродах веществ, входящих в состав электролита.



# ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДЕЙСТВИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

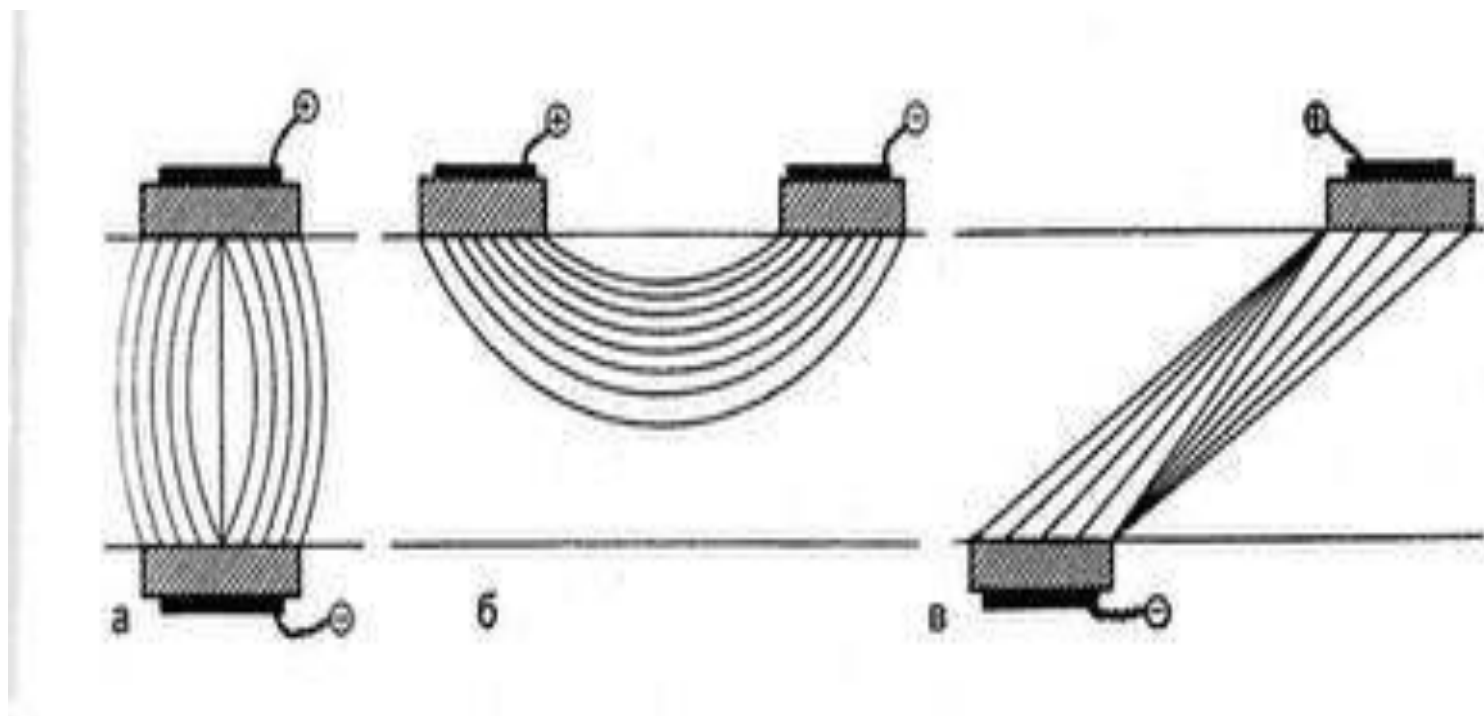
---

- ▣ **Неповрежденная кожа человека обладает высоким омическим сопротивлением и низкой удельной электропроводностью, поэтому в организм ток проникает в основном через выводные протоки потовых и сальных желез, межклеточные щели. Поскольку их общая площадь не превышает 1/200 части поверхности кожи, то на преодоление эпидермиса, обладающего наибольшим электросопротивлением, тратится большая часть энергии тока. Поэтому здесь развиваются наиболее выраженные первичные (физико-химические) реакции на воздействие постоянным током, сильнее проявляется раздражение нервных рецепторов.**

- Преодолев сопротивление эпидермиса и подкожной жировой ткани, ток дальше распространяется по пути наименьшего омического сопротивления, преимущественно по межклеточным пространствам, кровеносным и лимфатическим сосудам, оболочкам нервов и мышцам, значительно отклоняясь от прямой, которой можно условно соединить два электрода.

Рис. Схема хода силовых линий постоянного тока через биологические ткани при поперечном (а), продольном (б) и поперечно-диагональном (в) расположении электродов на поверхности тела.

---



- Прохождение тока через ткани сопровождается рядом физико-химических сдвигов, которые и определяют первичное действие гальванизации на организм. Наиболее существенным физико-химическим процессом, обусловленным природой фактора и играющим важную роль в механизме действия постоянного тока, считается *изменение ионной конъюнктуры*, количественного и качественного соотношения ионов в тканях.

- Под действием приложенного извне электрического поля положительно заряженные ионы (катионы) двигаются к катоду (отрицательному электроду), а отрицательно заряженные ионы (анионы) — к аноду (положительному электроду).

- В связи с различиями физико-химических свойств (заряд, радиус, гидратация и др.) ионов скорость их перемещения в тканях будет неодинакова. В результате этого после гальванизации в тканях организма возникает *ионная асимметрия*, сказывающаяся на жизнедеятельности клеток, скорости протекания в них биофизических, биохимических и электрофизиологических процессов.

- Наиболее характерным проявлением ионной асимметрии является относительное преобладание у катода одновалентных катионов ( $K^+$ ,  $Na^+$ ), а у анода — двухвалентных катионов ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ). Именно с этим явлением связывают общеизвестное раздражающее (возбуждающее) действие катода и, наоборот, успокаивающее (тормозное) — анода.

- При гальванизации наблюдается увеличение активности ионов в тканях. Это обусловлено переходом части ионов из связанного с полиэлектролитами в свободное состояние. Данный процесс способствует повышению физиологической активности тканей и рассматривается как один из механизмов стимулирующего действия гальванизации.



- . Существенную роль среди первичных механизмов действия постоянного тока играет явление *электрической поляризации* — скопление у мембран противоположно заряженных ионов с образованием электродвижущей силы, имеющей направление, обратное приложенному напряжению. Поляризация приводит к изменению дисперсности коллоидов протоплазмы, гидратации клеток, проницаемости мембран, влияет на процессы диффузии и осмоса. Поляризация затухает в течении нескольких часов и определяет длительное последствие фактора.

- Одним из физико-химических эффектов при гальванизации считается ~~изменение кислотно-основного состояния~~ в тканях вследствие перемещения положительных ионов водорода к катоду, а отрицательных гидроксильных ионов к аноду. Одновременно происходит направленное перемещение ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ , восстановление их в атомы, а взаимодействие с водой может привести к образованию под анодом кислоты ( $\text{HCl}$ ), а под катодом — щелочи ( $\text{NaOH}$  или  $\text{KOH}$ ).

- Продукты электролиза являются химически активными веществами и при их избыточном образовании могут быть причиной ожога подлежащих тканей. Изменение же pH тканей отражается на деятельности ферментов и тканевом дыхании, состоянии биокolloидов, служит источником раздражения кожных рецепторов.

- Наряду с движением ионов при гальванизации происходит движение жидкости (воды) в направлении катода (*электроосмос*). Вследствие этого под катодом наблюдается отек и разрыхление, а в области анода — сморщивание и уплотнение тканей, что следует учитывать, особенно при лечении воспалительных процессов.

## 1.2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ И ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА

---

- В организме под действием постоянного тока возникают разнообразные реакции местного, сегментарного или генерализованного характера. Они зависят от параметров воздействия, исходного функционального состояния организма и расположения электродов.

- Местные изменения возникают преимущественно в коже. В зоне воздействия отмечается гиперемия, более выраженная в области катода, что способствует улучшению обмена веществ и усилению процессов репарации, оказывает рассасывающее действие.

□ . Кроме того, под катодом увеличивается содержание **гистамина, ацетилхолина, адреналина, гепарина, натрия, калия**, снижается активность холинэстеразы и содержание хлора, что повышает активность тканей (катэлектротон).

- Под анодом происходят противоположные сдвиги и возбудимость тканей, наоборот, снижается (анэлектротон). Под анодом отмечается также уменьшение отечности тканей.



- Перераспределение ионов, накопление продуктов электролиза, образование биологически активных веществ, а также непосредственное действие тока на нервные окончания и рецепторы ведут к возникновению нервной афферентной импульсации. При малоинтенсивных воздействиях в рефлекторную ответную реакцию вовлекаются органы и системы, принадлежащие к тому же сегменту спинного мозга, что и раздражаемая кожная поверхность.

- Интенсивное раздражение, воздействие на большие рецепторные зоны, а также проведение гальванизации с расположением электродов на голове приводят к возникновению афферентной импульсации, достигающей центральной нервной системы — лимбико-ретикулярного комплекса и коры головного мозга.

- В результате афферентации изменяется их функциональное состояние, активируются внутрикорковые индукционные отношения и ряд других процессов. Это проявляется усилением регуляторной и трофической функции нервной системы, улучшением кровоснабжения и обмена веществ в мозге, ускорением регенерации поврежденных нервных структур.

- В ответной реакции организма на гальванизацию важная роль принадлежит эндокринной системе. Терапевтические дозировки тока стимулируют функцию надпочечников, гипофиза, щитовидной железы, причем максимальные сдвиги отмечаются при расположении электродов в области их накожной проекции.

- Изменения функционального состояния ЦНС и эндокринной системы, происходящие при гальванизации, оказывают нормализующее действие на состояние внутренних органов и обмен веществ.

- Так, при использовании тока по общим или сегментарно-рефлекторным методикам наблюдаются снижение повышенного артериального давления, улучшение кровообращения и лимфооттока, усиление секреторной и моторной функции желудка и кишечника, бронхолитический эффект и стимуляция деятельности мерцательного эпителия, улучшение функций печени и почек, стимуляция репаративных процессов в костной и соединительной тканях.

- . В тканях увеличиваются содержание АТФ и напряжение кислорода, активируются процессы окислительного фосфорилирования, уменьшается содержание в крови холестерина и др.

- Под влиянием постоянного тока возрастает фагоцитарная активность макрофагов и лейкоцитов, стимулируется ретикулоэндотелиальная система, повышается активность гуморальных факторов неспецифического иммунитета, усиливается выработка антител.



- . Нормализующее и стимулирующее действие гальванизации наиболее отчетливо проявляется при функциональных расстройствах и использовании небольших терапевтических дозировак тока (0,03-0,05мА/кв см).

# Литература :

---

- - Общая физиотерапия. Улащик В С.  
Лукомский И В.  
□ Минск 2005г
- - Физиотерапия Национальное  
руководство. Пономаренко ГН  
□ Москва ГЭОТАР 2009г
- - Техники и методики физиопроцедур.  
Боголюбов В М.  
□ Москва 2008г

Благодарю за внимание!

