

Г.Н. Пономаренко, В.С. Улащик

ФИЗИОТЕРАПИЯ

**УЧЕБНИК ДЛЯ СТУДЕНТОВ
МЕДИЦИНСКИХ ТЕХНИКУМОВ И КОЛЛЕДЖЕЙ**

2-е ИЗДАНИЕ,
ПЕРЕРЕБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Рекомендовано ФГОУ «Федеральный учебно-научно-методический центр по непрерывному медицинскому и фармацевтическому образованию Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию» в качестве учебника для учащихся медицинских техникумов и колледжей

Регистрационный номер рецензии 289 от 24 июня 2011 года



Москва
ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА
«ГЭОТАР-Медиа»
2015

Электромагнитотерапия — методы лечебно-профилактического действия на организм электрических токов, электрических, магнитных и электромагнитных полей различных характеристик. Является одним из наиболее значимых разделов физиотерапии как по количеству применяемых физических факторов, так и по числу физиотерапевтических методик.

Ткани организма человека представляют собой проводники второго рода, в которых носителями тока являются электрически заряженные частицы — ионы. Ток называется постоянным, когда электрические заряды перемещаются только в одном направлении. При этом если ток не меняет своей величины (силы), он называется постоянным (рис. 1.1, *а*), а если периодически меняет ее — пульсирующим (рис. 1.1, *б*). Периодически прерывающийся ток называется импульсным. Выделяют импульсы различной формы: треугольные, при которых ток достигает максимума и убывает до нулевого значения за одинаковый промежуток времени (рис. 1.1, *в*); прямоугольные, при которых ток, мгновенно достигнув максимума, удерживается некоторое время на нем и затем так же мгновенно обрывается (рис. 1.1, *г*); экспоненциальные, характеризующиеся плавным нарастанием тока до максимума и плавным, особенно к концу импульса, уменьшением его (рис. 1.1, *д*); полусинусоидальные, характеризующиеся изменением силы тока по закону «синуса» (рис. 1.1, *ж*). Электрический ток, периодически меняющий направление на обратное,

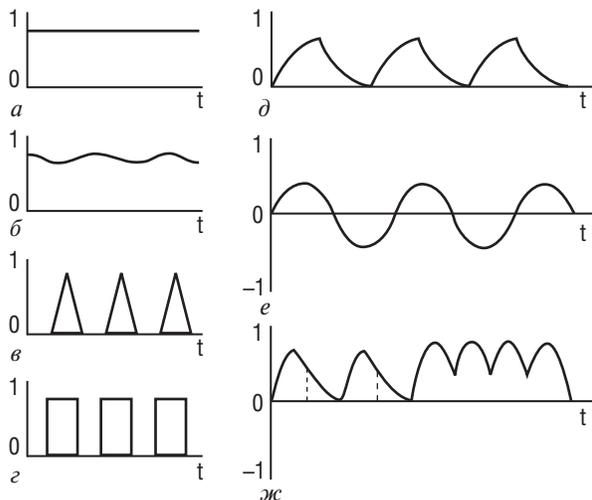


Рис. 1.1. Виды токов, используемых в электротерапии. Пояснения в тексте

называется переменным. В качестве примера (рис. 1.1, *e*) приведен ток осветительной сети частотой 50 Гц. Особенности действия на организм указанных разновидностей токов, а также методов, использующих их, рассматриваются в соответствующих подразделах данной главы.

1.1. ГАЛЬВАНИЗАЦИЯ И ЛЕКАРСТВЕННЫЙ ЭЛЕКТРОФОРЕЗ

Гальванизация — действие на организм постоянного непрерывного электрического тока малой силы (до 50 мА) и низкого напряжения (30–80 В) через контактно размещенные на теле пациента электроды.

Неповрежденная кожа человека обладает высоким сопротивлением току, поэтому в организм он проникает преимущественно через выводные протоки потовых желез, волосяные фолликулы, межклеточные щели. Из-за их малой суммарной площади (не более 0,5% поверхности кожи) в эпидермисе происходит поглощение большей части энергии тока. Возникающие при этом локальные изменения содержания ионов вызывают раздражение нервных проводников кожи, и в ней происходят наиболее выраженные первичные (физико-химические) изменения. В глубь тканей ток распространяется по пути наименьшего сопротивления (которое присуще жидким сре-

дам), преимущественно по кровеносным и лимфатическим сосудам, межклеточным пространствам, оболочкам нервов и мышцам, значительно отклоняясь от прямой, которой можно условно соединить два электрода.

Проходя через ткани пациента, ток вызывает ряд физико-химических явлений, которые и определяют лечебные эффекты гальванизации. Наиболее существенным физико-химическим процессом, 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). Различные физико-химические свойства (заряд, радиус, гидратация и др.) ионов обуславливают неодинаковую скорость их перемещения в тканях. В результате в тканях организма возникает ионная асимметрия, определяющая различные скорости реакций биологических молекул, биофизических, биохимических и электрофизиологических процессов. Наиболее характерное проявление ионной асимметрии — относительное преобладание у катода одновалентных катионов (K^+ , Na^+), а у анода — двухвалентных катионов (Ca^{2+} , Mg^{2+}). Именно с этим явлением связано раздражающее (возбуждающее) действие катода и успокаивающее (тормозное) — анода. Переход части ионов из связанного с полиэлектролитами состояния в свободное вызывает увеличение активности ионов в тканях, что способствует повышению физиологической активности тканей.

Существенную роль среди первичных механизмов действия постоянного тока играет электрическая поляризация — 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 течение нескольких часов и определяет длительное последствие фактора.

При гальванизации вследствие перемещения положительных ионов водорода к катоду, а отрицательных гидроксильных ионов — к аноду изменяется кислотно-основное состояние тканей. Одновременно происходит направленное перемещение ионов Na^+ и Cl^- , восстановление их в атомы, а взаимодействие с водой может привести к образованию под анодом кислоты (HCl), а под катодом — основания

(NaOH или KOH) (электролиз). Продукты электролиза являются химически активными веществами и при их избыточном образовании могут быть причиной электрохимического ожога подлежащих тканей. Изменение pH тканей отражается на деятельности ферментов и тканевом дыхании, состоянии биокolloидов, служит источником раздражения кожных рецепторов.

Наряду с перемещением ионов происходят разнонаправленные перемещения диполей воды в гидратных оболочках ионов (электроосмос). Так как у катионов их число больше, под катодом наблюдаются отек и разрыхление, а в области анода — сморщивание и уплотнение тканей, что следует учитывать, особенно при лечении воспалительных процессов.

Возникающие в тканях организма под действием постоянного тока физико-химические сдвиги приводят к формированию сложного комплекса местных и общих реакций изменения функциональных свойств нейронов, улучшения крово- и лимфотока, трофических, обменных и регенеративных процессов, повышению иммунной резистентности. Противовоспалительное действие постоянного тока выражается в увеличении фагоцитарной активности лейкоцитов, стимуляции ретикулоэндотелиальной системы, повышении активности факторов неспецифического иммунитета. Местные изменения характеризуются также увеличением содержания биологически активных веществ и вазоактивных медиаторов, повышением сосудистой и эпителиальной проницаемости, стимуляцией клеточной активности.

В развитии ответных реакций существенную роль играют параметры тока, а также исходное функциональное состояние организма. Нормализующее и стимулирующее влияние гальванизации наиболее отчетливо проявляется при функциональных расстройствах нервной и других систем организма.

Лекарственный электрофорез — сочетанное воздействие на организм постоянного тока и вводимых с его помощью лекарственных веществ. Чаще всего для электрофореза используют постоянный ток. В последние годы для электрофореза применяют также различные виды постоянных импульсных (диадинамические) и выпрямленных переменных (синусоидальные, модулированные и др.) токов.

Исходя из теории электролитической диссоциации, молекулы лекарственных веществ, являющихся электролитами, при растворении в большей или меньшей степени диссоциируют на положительные и отрицательные ионы, способные направленно перемещаться в постоянном электрическом поле. В соответствии с ионной теорией

лекарственные вещества при электрофорезе вводятся в организм соответственно их полярности: катионы — с анода, анионы — с катода.

Основными путями проникновения лекарств в организм являются выводные протоки потовых желез, а также межклеточные щели, в меньшей степени они проникают чресклеточно. Количество вводимого лекарственного вещества невелико и составляет 2–10% исходного количества. Лекарства проникают на небольшую глубину и в основном накапливаются в эпидермисе и дерме, образуя так называемое кожное «депо» ионов, где могут находиться от 1–2 до 15–20 сут. Затем лекарственное вещество постепенно диффундирует в лимфатические и кровеносные сосуды и разносится по всему организму.

Форетируемые в ткани лекарственные вещества действуют несколькими путями. Во-первых, они вызывают непрерывное и продолжительное раздражение рецепторов кожи, формирующих рефлекторные реакции метамерного или генерализованного характера. Во-вторых, лекарственные вещества модулируют местные обменные процессы, физиологические и патологические реакции в тканях области воздействия. В-третьих, поступая из «депо» в кровь и лимфу, лекарственные вещества оказывают специфическое действие на ткани.

Следует помнить, что постоянный ток является не только переносчиком ионов лекарственного вещества, но и активным биологическим стимулятором, формирующим благоприятный фон для специфического действия лекарств. В связи с этим лекарственный электрофорез имеет ряд особенностей и преимуществ перед другими способами фармакотерапии:

- в патологическом очаге, особенно расположенном поверхностно, можно создать высокую концентрацию лекарственных веществ, не насыщая ими весь организм;
- метод обеспечивает подведение лекарственного вещества к патологическому очагу, в районе которого имеются нарушения кровообращения в виде капиллярного стаза, тромбоза сосудов, некроза и инфильтрации;
- вводимые в организм с помощью постоянного тока лекарственные средства практически не вызывают побочных реакций, что обусловлено рядом причин: поступлением их в чистом, лишенном примесей виде, минуя желудочно-кишечный тракт, невысокой концентрацией их в крови, десенсибилизирующим действием самого тока и его активным влиянием на общую и иммунную реактивность;