

РАЗДЕЛ I

ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ФАКТОРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ПРИРОДЫ

Действие факторов электромагнитной природы на пациента осуществляется как путем непосредственного контакта тканей с находящимися под напряжением металлическими проводниками (электродами), так и через различные физические среды (например, воздух, воду). По взаиморасположению источника электромагнитных полей и излучений и организма выделяют *контактные и дистантные* методы лечебного использования. Первую группу составляют методы воздействия на больного электрическим током, который может изменяться по силе, направлению, форме и частоте. В методах второй группы при расположении пациента в ближней зоне (на расстоянии меньше длины волны излучения) в зависимости от конфигурации источника на него воздействуют электрическое и магнитное поля, а в дальней (на расстоянии больше длины волны излучения) — электромагнитные колебания различной амплитуды, силовых характеристик, формы и частоты.

Методы лечебного применения электромагнитных полей и излучений

Вид и характер полей	Методы лечебного применения
Постоянные электрические токи	
Непрерывные	Гальванизация
	Лекарственный электрофорез
Импульсные токи	Импульсная электротерапия
• центрального действия	Электросонтерапия Транскраниальная электростимуляция
• периферического действия	Электроимпульсная терапия
	Диадинамотерапия
	Короткоимпульсная электроаналгезия
Переменные электрические токи	
Низкой частоты (0–1000 Гц)	Амплипульстерапия
	Миоэлектростимуляция
	Интерференцтерапия

Средней частоты (1–100 кГц)	Местная дарсонвализация
	Ультратонотерапия
Электрическое поле	
Постоянное	Франклинизация
Высокой и ультравысокой частоты	УВЧ-терапия
Магнитное поле	
Импульсное	Импульсная магнитотерапия
Низкой частоты	Низкочастотная магнитотерапия
Высокой частоты	Высокочастотная магнитотерапия
Электромагнитное излучение радиочастотного диапазона	
Сверхвысокой частоты	СВЧ-терапия
• дециметровое	• дециметроволновая терапия
• сантиметровое	• сантиметроволновая терапия
Крайне высокой частоты	КВЧ-терапия

Глава 1

ЛЕЧЕБНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

ЭЛЕКТРОТЕРАПИЯ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ

ГАЛЬВАНИЗАЦИЯ

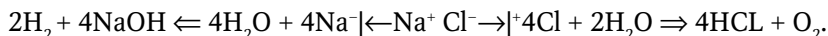
Гальванизация — лечебное применение постоянного электрического тока. Внешнее электромагнитное поле, приложенное к тканям, вызывает в них *ток проводимости*. При этом отрицательно заряженные частицы (анионы) перемещаются по направлению к положительному полюсу (аноду), а положительно заряженные (катионы) — к отрицательному (катоду).

Плотность тока проводимости в тканях, согласно первому материальному уравнению Максвелла, определяется напряженностью электрического поля и зависит от их электропроводности. В обладающей низкой электропроводностью коже ионы перемещаются в лежащие глубже ткани преимущественно по выводным протокам потовых желез и волосяных фолликулов и, в меньшей степени, по межклеточным пространствам эпидермиса и дермы (транскутанно). В жидких средах организма, обладающих большой электропроводностью (кровь, лимфа, моча, интерстиций, периневральные пространства), формируются токи максимальной плотности. Напротив, плотность токов проводимости в плазмолемме в 1000 раз меньше, а перемещения ионов в клетках ограничены преимущественно их межмембранными пространствами (компартаментами). Вследствие разной электрофоретической подвижности ионов происходят локальные изменения содержания ионов одинакового знака на различных поверхностях клеточных мембран с образованием виртуальных (промежуточных, кратковременных) полюсов.

Постоянный электрический ток вызывает в тканях организма следующие физико-химические эффекты: *электролиз, поляризацию, электродиффузию и электроосмос*.

В приложенном к тканям внешнем электронном поле перемещающиеся ионы у полюса (металлической пластины электрода) восстанавли-

вают свою наружную электронную оболочку и превращаются в атомы, которые обладают высокой химической активностью (*электролиз*) (см. цв. рис. 1.1, а на вклейке). При взаимодействии с диполями воды атомы образуют продукты электролиза: под анодом — кислоту (HCl), а под катодом — щелочь (KOH, NaOH). Пример такой реакции представлен на схеме:



Продукты электролиза (кислоты и щелочи) являются химически активными веществами и при повышении их концентрации вызывают химический ожог подлежащих тканей. Для его предотвращения необходимо достаточное разведение химически активных соединений (*закон Освальда*), которое достигают при помощи расположенных под электродами смоченных водой *прокладок*.

Постоянный электрический ток увеличивает проницаемость мембран и изменяет соотношение ионов в клетках и межклеточных пространствах — *поляризацию* мембран и изменение функциональных свойств преимущественно возбудимых тканей. Минимальная (пороговая) сила тока, при которой происходят ионные сдвиги мембран нервных проводников кожи и слизистых оболочек, составляет $3,1 \pm 0,2$ и $2,3 \pm 0,2$ мА соответственно.

Под катодом происходит инактивация потенциалзависимых калиевых ионных каналов с частичной деполяризацией возбудимых мембран (*физиологический катэлектротон*). При длительном воздействии тока начинают инактивироваться и натриевые каналы, что приводит к снижению возбудимости тканей. Напротив, под анодом активируются потенциалзависимые калиевые ионные каналы с последующей частичной гиперполяризацией возбудимых мембран (*физиологический анэлектротон*).

Электрический ток наряду с перемещением ионов вызывает нарастание пассивного транспорта белковых молекул (амфолитов) и других веществ (*электродиффузия*). Кроме того, электрическое поле вызывает в тканях разнонаправленные перемещения молекул свободной и захваченной в гидратные оболочки ионами (Na^+ , K^+ , Cl^-) и белками воды примембранного слоя. Вследствие того, что у катионов количество диполей воды в гидратных оболочках больше, чем у анионов (*закон Полинга*), гидратация тканей под катодом нарастает, а под анодом падает (*электроосмос*, см. цв. рис. 1.1, б на вклейке).

В зависимости от методики гальванизации у больного формируются *местные, сегментарные или генерализованные реакции*. Локальные

эффекты проявляются обычно в коже и частично в тканях и органах, расположенных в межэлектродном пространстве. Реакции более высокого порядка формируются при гальванизации рефлексогенных и паравертебральных зон, конечностей (*гидрогальванические ванны*), а также головного мозга.

Под катодом в тканях нарастает содержание биологически активных веществ (плазмакинины, простагландины), вазоактивных медиаторов (ацетилхолин, гистамин) и факторов дилатации сосудов (оксид азота и эндотелины), расширяющих просвет капилляров и усиливающих локальный кровоток и лимфоотток. В генезе возникающей гиперемии существенную роль играет местное действие на нервные проводники продуктов электролиза. Вследствие местных нейрогуморальных процессов расширение капилляров происходит не только в области расположения электродов, но и в глубоко расположенных тканях межэлектродного пространства, через которые проходит постоянный электрический ток.

Постоянный электрический ток усиливает синтез макроэргов в клетках, стимулирует метаболические и местные нейрогуморальные процессы в тканях. Он увеличивает фагоцитарную активность полиморфно-ядерных лейкоцитов и макрофагов, ускоряет процессы регенерации периферических нервов, костной и соединительной ткани, эпителизацию вялозаживающих ран и трофических язв, усиливает секреторную функцию слюнных желез, желудка и кишечника, а также вызывает апоптоз клеток опухоли.

Под *анодом* усиление дегидратации тканей активизирует лимфоток и повышает резорбционную способность тканей, уменьшает отек и компрессию нервных проводников болевой чувствительности, что приводит к ослаблению болевых ощущений в области воздействия. Снижение поляризации миофибрилл приводит к релаксации гладкомышечных клеток и снижению сосудистого тонуса.

Лечебные эффекты: психостимулирующий, сосудорасширяющий, секреторный, репаративный (на катоде), седативный, лимфодренирующий, дегидратирующий, гипоальгезивный (на аноде).

Показания: заболевания костно-мышечной системы (гонартроз, коксартроз, тендинит), периферической нервной системы (невралгия, неврит, плексит, радикулит, парез, ишиалгия), функциональные заболевания центральной нервной системы с вегетативными расстройствами, гипертоническая болезнь I–II степени, заболевания желудочно-кишечного тракта (хронический гастрит, язвенная болезнь, хронический холецистит, колит), дегенеративные заболевания по-