**ЭЛЕКТРОЛЕЧЕНИЕ ПОСТОЯННЫМ ТОКОМ**

**Гальванизация. Лекарственный электрофорез**

**Гальванизация** — лечебное воздействие на орга­низм постоянным непрерывным электрическим то­ком малой силы (до 50 мА) и низкого напряжения (30—80 В) через электроды, контактно наложенные на тело больного. Постоянный электрический ток в биологических тканях вызывает следующие физи­ко-химические явления: электролиз, поляризацию, электродиффузию, электроосмос.

Под воздействием приложенного к тканям чело­века внешнего электромагнитного поля в них возни­кает ток проводимости. Катионы движутся по на­правлению к отрицательному полюсу — катоду, а анионы — к положительно заряженному полюсу — аноду. Непосредственно подойдя к металлической пластине электрода, ионы теряют свой заряд и пре­вращаются в атомы с высокой химической актив­ностью (электролиз) (рис. 2). При взаимодействии с водой атомы образуют продукты электролиза. Под. катодом образуется щелочь (КОН, NaOH), под ано­дом, соответственно, кислота (НС1). Образовавшие­ся продукты электролиза химически активны и могут вызвать химический ожог тканей. Во избе­жание ожога под электроды помещают смоченные водой прокладки,, которые разводят активные хи­мические соединения. Плотность тока проводимос­ти зависит от электропроводности тканей и опреде­ляется напряжением электромагнитного тока.

Кожа человека обладает высоким сопротивлени­ем (низкой электропроводностью), поэтому в орга­низм ток проникает в основном через выводные протоки потовых и сальных желез, волосяные фол­ликулы, межклеточные пространства эпидермиса и дермы. Максимальная плотность тока проводимос­ти отмечается в жидких средах организма: крови, лимфе, моче, интерстиции, периневральных про­странствах. Электропроводность тканей увеличивается при сдвигах кислотно-щелочного равновесия, которые могут возникать в результате воспалитель­ного отека, гиперемии.

На преодоление эпидермиса тратится большая часть энергии тока. Поэтому при гальванизации в первую очередь происходит раздражение рецепто­ров кожи, в ней же отмечаются наиболее выражен­ные изменения.

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

Ткани организма содержат большое количество электролитов, в основном в виде ионов калия, на­трия, магния, кальция и других металлов. При этом между количеством одно- и двухвалентных ионов существует определенное соотношение. Если соот­ношение изменяется за счет возрастания числа од- новалентных-ионав калия и натрия, то в соответ­ствующих участках возбудимость тканей повышает­ся; при преобладании двухвалентных ионов кальция и магния — тормозится. Когда через ткани орга­низма проходит постоянный ток, то положительно заряженные ионы (катионы) устремляются к отри­цательному электроду (катоду). По причине более высокой скорости перемещения одновалентных ка­тионов они концентрируются у катода, в то время как у положительного электрода (анода) преоблада­ют медленно передвигающиеся двухвалентные ионы. Такая ионная асимметрия в тканях обеспечивает более сильное ощущение тока и резче выраженную гиперемию у катода, увеличение в этой области про­ницаемости клеточных мембран, повышение уров­ня обменных процессов, а также возбудимости не­рвных окончаний; у анода отмечаются противопо­ложные или менее выраженные явления.

Гальванизация характеризуется повышенной ак­тивностью ионов в тканях, что обусловлено их пере­ходом из связанного состояния в свободное. Важную роль среди первичных механизмов действия посто­янного тока играет явление электрической поляри­зации, то есть скопления у мембран противоположно заряженных ионов с образованием добавочных по­ляризационных токов, имеющих направление, обрат­ное приложенному извне, Поляризация приводит к изменению гидратапии клеток, проницаемости мем­бран, влияет на процессы диффузии и осмоса.

Указанные реакции на гальванический ток обус­ловлены сдвигами в кислотно-основном состоянии в биологических тканях вследствие перемещения по­ложительных ионов водорода (Н+) к катоду, а отри­цательных гидроксильных ионов (ОН ) — к аноду. Изменение pH среды отражается ня деятельности фер­ментов и тканевом дыхании, состоянии биоколлои­дов, служит источником раздражения рецепторов.

В зависимости от параметров тока, функциональ­ного состояния больного и методики гальванизации, в организме возникают местные, сегментарно-мета- \_мерные шли генерализованные реакции. Возникаю­щие в тканях организма физико-химические сдви­ги приводят к формированию сложного комплекса реакций, которые развиваются по нервно-гумораль­ному механизму. В результате отмечается измене­ние функционального состояния нервной системы, улучшение крово- и лимфообращения, трофических, обменных и регенеративных процессов, повышение иммунологической реактивности. Противовоспали­тельное действие постоянного тока выражается в увеличении фагоцитарной активности макрофагов и полиморфноядерных лейкоцитов, стимуляции ретикулоэндотелиальной системы, повышении ак­тивности факторов неспецифического иммунитета. Нормализующее и стимулирующее влияние гальва­низации наиболее отчетливо проявляется при фун­кциональных расстройствах нервной системы.

Лечебные эффекты: противовоспалительный, анальгетический, седативный (на аноде), вазодилататорный, миорелаксирующий, метаболический, секреторный (на катоде).

Показания для гальванизации: последствия травм и заболеваний центральной и периферической не­рвной системы; вегетативная дистония, неврастения и другие невротические состояния; заболевания ор­ганов пищеварения (хронические гастриты, коли­ты, холециститы, дискинезии желчевыводящих путей, язвенная болезнь); гипер- и гипотоническая болезни, ишемическая болезнь сердца, атероскле­роз в начальных стадиях; хронические воспалитель­ные процессы в различных органах и тканях; неко­торые стоматологические заболевания (пародонтоз, глоссалгия и др.); заболевания глаз (кератиты, уве- иты, глаукома и др.); хронические артриты и пери- артриты различного происхождения, переломы ко­стей, хронический остеомиелит.

Противопоказания: индивидуальная непереноси­мость тока, расстройства кожной чувствительнос­ти, нарушение целостности кожных покровов в ме­стах наложения электродов, острые гнойные воспа­лительные процессы, экзема, новообразования или подозрения на них, системные заболевания крови, резко выраженный атеросклероз, декомпенсация сердечной деятельности, лихорадка, беременность, кахексия,

Лекарственный электрофорез — лечебный ме­тод, сочетающий действие на организм постоянного тока и вводимого с его помощью лекарственного ве­щества. ,

В настоящее время для электрофореза использу­ют наряду с гальваническим различные виды по­стоянных импульсных и выпрямленных перемен­ных токов.

Данный метод основывается на теории электроли­тической диссоциации, согласно которой молекулы электролитов, к которым относятся многие лекарствен­ные вещества, при растворении в большей или мень­шей степени распадаются на положительные и отри­цательные ионы, способные направленно двигаться в поле постоянного тока. Феномен движения дисперс­ных частиц относительно жидкой фазы под действи­ем сил электрического поля называется электрофо­резом. Если на пути дисперсных частиц находятся биологические ткани, то ионы лекарственных веществ будут проникать в глубину тканей и оказывать ле­чебное действие. В соответствии с ионной теорией лекарственные вещества при электрофорезе должны вводиться в организм соответственно их полярнос­ти: катионы — с анода, анионы — с катода.

Основными путями проникновения лекарств в I ткани являются выводные протоки потовых и саль­ных желез, в меньшей степени — меясклеточяые ' пространства.^ Доля лекарственного вещества, про­никающего в организм при помощи электрофореза, составляет 5—10% от используемого при проведе­нии процедуры. Применение больших концентра­ций растворов лекарственных веществ не дало по­ложительных результатов. При таком повышении концентрации вследствие электростатического вза­имодействия ионов возникают электрофоретические и релаксационные силы торможения (феномен Де­бая—-Хюккеля). Проникают лекарственные вещества 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. Образование кожного депо обусловливает продолжительное пребывание лекарственных веществ в организме и их пролонгированное лечебное действие.

Лекарственные вещества, вводимые методом элек­трофореза, оказывают следующее воздействие:

1. Вызывают непрерывное и длительное раздра­жение нервных рецепторов кожи, приводящее к формированию рефлекторных реакций ме- тамерного или генерализованного характера.
2. Лекарственные вещества могут вступать в ме­стные обменные процессы и влиять на течение физиологических и патологических реакций в тканях области воздействия.
3. При поступлении из депо в кровь и лимфу, лекарственные вещества оказывают в тканях специфическое фармакологическое действие.)

При электрофорезе постоянный ток является как переносчиком ионов лекарственного вещества, так и активным биологическим стимулятором, создающим благоприятный фон для их специфического действия. В связи с этим ^лекарственный электрофорез имеет ряд преимуществ перед другими способами лекар­ственной терапии, из которых следует отметить:

1. С помощью метода электрофореза в зоне пора­жения или патологическом очаге можно со­здать высокую концентрацию лекарственных веществ, не насыщая ими весь организм.

2Метод электрофореза обеспечивает подведение 3 лекарственного вещества к патологическому £ 3; очагу, в районе которого имеются нарушения r4\V .’V кровообращения в виде капиллярного стаза, I тромбоза сосудов, некроза и инфильтрации.

1. Вводимые в организм с помощью постоянного тока лекарства практически не вызывают по­бочных реакций, так как концентрация веще веще­ства в крови — низкая, а сам ток оказывает десенсибилизирующее действие.
2. Метод электрофореза обеспечивает пролонги­рованное действие лекарства, что обусловлено его медленным поступлением из кожного депо (от 1—3 до 15—20 дней).
3. Введение препаратов с помощью электрофоре­за безболезненно, не сопровождается повреж­дением кожи и слизистых.
4. Действие лекарств может заметно усиливать­ся вследствие введения их в ионизированном состоянии и на фоне гальванизации.

Лечебные эффекты: потенцированные эффекты гальванизации и специфические фармакологические эффекты вводимого током лекарственного вещества.

Противопоказания: наряду с противопоказания­ми для гальванизации, к ним относятся неперено­симость лекарственного препарата, аллергические реакции на вводимые лекарства.

Не все лекарственные вещества могут быть ис­пользованы для электрофореза. Некоторые из них под действием тока изменяют структуру и фарма­кологические свойства, другие плохо проникают через кожу. В табл. 3 содержатся необходимые све­дения о лекарственных препаратах, наиболее часто применяемых для электрофореза.

В настоящее время помимо классической (чрес­кожной) методики электрофореза появились пер­спективные разработки внутриполостного, пролон­гированного и внутритканевого электрофореза, мик­роэлектрофореза и другие, позволяющие повысить эффективность этого одного из наиболее распрост­раненных методов электролечения.(Для микроэлек­трофореза применяют аппараты «Ион-1», «Элап-1» и «Элита»\_Д

Дозирование процедур гальванизации и лекар­ственного электрофореза основывается на силе или плотности тока и продолжительности воздействия. Максимально допустимой величиной плотности тока, приходящегося на 1 см2 площади гидрофиль­ной прокладки электрода, считается 0,1 мА/см2. При общих и сегментарно-рефлекторных воздействиях она обычно меньше (0,01-0,05 мА/см2), чем при местных (0,03—0,1 мА/см2); для детей дошкольного возраста — до 0,03 мА/см2, школьного — до 0,05 - 0,08 мА/см2. Чтобы определить максимально допу­стимую силу тока, следует значение его плотности умножить на площадь электрода. Главным крите­рием оптимальной интенсивности воздействия яв­ляются ощущения больного: чувство «ползания мурашек», легкое покалывание (пощипывание) или очень слабое жжение на месте наложения электро­дов. Появление чувства жжения является сигналом к снижению плотности подводимого тока. В случае пониженной чувствительности больного к току и в детской практике приведенные выше плотности тока могут служить критерием рекомендуемой и допус­тимой величины данного параметра.

Длительность процедуры может колебаться от 10—15 мин (при общих и сегментарно-рефлектор­ных воздействиях) до 30—40 мин (при местных про­цедурах). На курс лечения назначают обычно от 10— 12 до 20 процедур, выполняемых ежедневно или через день. Повторный курс проводят не ранее, чем через 1 мес.

Аппаратура и методика гальванизации

и лекарственного электрофореза

Аппараты для гальванизации и лекарственного электрофореза — генераторы выпрямленного пере­менного низкочастотного тока (50 Гц), преобразую­щие его в ток постоянного направления и напряже­ния. На практике используют портативные аппара­ты АГН-32, АГП-33, «Поток-1», ГР-1М, ГР-2 и другие.

Правила эксплуатации их сходны, поэтому при­водим в качестве примера описание самого распрос­траненного аппарата «Поток-1» (рис. 3).

Этот аппарат рассчитан на проведение процедур одному больному. Корпус смонтирован из ударо­прочного полистирола, может крепиться на стену или устанавливаться на столе; выполнен по II клас­су электробезопасности и не требует заземления. «Поток-1» работает от сети переменного тока часто­той 50 Гц при напряжении 127 или 220 В. К аппа­рату «Поток-1» может прилагаться приставка, по­зволяющая его использовать для гальванизации и электрофореза конечностей по методике камерных ванн. Аппарат укомплектован пластинчатыми элек­тродами различной формы и размеров и специаль­ными электродами для проведения процедур гине­кологическим и офтальмологическим больным.

На панели управления расположены: 1 — мил­лиамперметр для измерения силы тока с деления-



Рис. 3. Аппарат для гальванизации и лекарственного электрофореза

«Поток-1»

ми шкалы от 0 до 5 мА (от 0 до 50 мА); 2 — сиг­нальная лампочка; 3 — ручка потенциометра для регулирования силы тока; 4 — ручка-переключа­тель шунта миллиамперметра на 5 и 50 мА; 5 — выключатель сети; 6 — две клеммы с обозначения­ми «плюс» (+) и «минус» (—) для подключения то­конесущих проводов с электродами; а также шнур для включения аппарата в сеть, находящийся на нижней стенке. Переключатель напряжения на 127 и 220 В находится на задней стенке.

Процедуру проводит медицинская сестра в соот­ветствии с назначением врача в процедурной кар­точке, в которой указывают методику процедуры, локализацию и размеры электродов, их полярность, силу (или плотность) тока, длительность и порядок проведения процедур (ежедневно или через день) и число процедур. При назначении лекарственного электрофореза в карточке дополнительно должны быть указаны название препарата, концентрация раствора, полярность введения.

В зависимости от терапевтических задач исполь­зуют методики местной и общей гальванизации, а также гальванизацию рефлекторно-сегментарных зон. При местном воздействии электроды разме­щают так, чтобы силовые линии электрического поля проходили через патологический очаг. При общих методиках воздействию подвергается боль­шая часть организма. При сегментарно-рефлектор­ных методиках электроды располагают на участках кожи, рефлекторно связанных с определенными органами и тканями.

Гальванизацию и лекарственный электрофорез проводят в положении больного лежа или сидя в зависимости от локализации воздействия. На учас­ток тела накладывают электроды, которые соединяют с различными полюсами аппарата для гальва­низации.

Электрод для гальванизации состоит из электро­проводящей пластинки из листового свинца (или токопроводящей углеграфитовой ткани) и большей по площади прокладки из гидрофильного материа­ла (марля, фланель, байка) толщиной не менее 1 см. В качестве электродов могут применяться стержни из прессованного угля, обернутые марлей (в гине­кологии), специальные электроды-ванночки (в оф­тальмологии), марлевые тампоны, концы которых соединены с токонесущими электродами (при галь­ванизации носа или наружного слухового прохода). Электроды могут быть различной формы, площа­дью от 8—15 до 400—600 см2. Гидрофильные про­кладки (12—16 слоев фланели или бязи) перед проце­дурой смачивают теплой водой, отжимают, вкла­дывают в них свинцовые электроды и помещают на указанные в процедурной карточке участки тела. При помощи прокладок создают хороший контакт электрода с телом больного, и его кожа и слизис­тые оболочки предохраняются от воздействия про­дуктов электролиза (кислоты и щелочи). Форма гидрофильной прокладки должна соответствовать форме металлической пластины электрода. Для пре­дотвращения контакта металлической части элект­рода с кожей больного гидрофильная прокладка должна выступать со всех сторон за края пластины на 1—2 см.

Лекарственный электрофорез осуществляют при помощи электродов, используемых для гальваниза­ции. Принципиальная особенность лечебных про­цедур состоит в том, что между кожей больного и гидрофильной прокладкой помещают дополнитель­ную прокладку, пропитанную лекарственным веществом. Электрод для лекарственного электрофоре­за состоит из свинцового электрода, гидрофильной прокладки и дополнительной, так называемой ле­карственной прослойки. Лекарственная прослойками представляет собой 1—2 слоя фильтровальной бума­ги или 2—4 слоя марли, смоченные раствором ле­карственного вещества. По площади она должна пол­ностью соответствовать гидрофильной прокладке. Лекарственную прокладку помещают под активный электрод или под оба (при одновременном введении двух лекарств, имеющих различную полярность).

Электрофорез может осуществляться из раство­ров, которыми заполняют электроды-ванночки раз­личной конструкции (четырехкамерные ванны, глаз­ные ванночки и др.).

Также возможно проводить лекарственный элект­рофорез из растворов, которые вводят в некоторые полостные органы человека (желудок, прямая киш­ка, мочевой пузырь и т. д.). При этом полость орга­на заполняется раствором лекарственного вещества, затем в нее вводится электрод, соединяемый с соот­ветствующим полюсом аппарата для гальванизации, а второй электрод противоположного знака поме­щается поперечно по отношению к нему.

Электроды, приложенные к определенному учас­тку тела, обязательно фиксируют эластическими бинтами, телом пациента или мешочками с песком. Плотное и ровное прилегание прокладок к телу и невозможность соприкосновения с ним металличес­кой части электрода должны быть тщательно про­верены. Также должно быть проверено отсутствие на коже под электродами ссадин, царапин и других повреждений эпидермального слоя, если же они имеются, то это место с целью изоляции покрыва­ют кусочком резины, клеенки или пропитанной вазелином ваты. Неповрежденная кожа должна быть тщательно обезжирена. После наложения электро­дов больного, лежащего на кушетке, накрывают простыней или легким одеялом. После фиксации электродов провода, идущие от них, подсоединяют к аппарату в соответствии с указанной в карточке полярностью.

Перед началом процедуры переключатель напря­жения аппарата устанавливается в положение, со­ответствующее напряжению в сети — 127 или 220 В; ручка регулятора силы тока — в положение «0»; переключатель шунта миллиамперметра — в поло­жение «5» или «50» в соответствии с силой тока, указанной в назначении врача. Штепсельную вил­ку аппарата вставляют в сетевую розетку, выклю­чатель переводят в положение «Вкл.», после чего на передней панели аппарата загорается сигналь­ная лампочка. После чего медленно и плавно пово­рачивают ручку регулятора силы тока и устанавли­вают необходимую для процедуры силу тока. Во время процедуры пациент должен ощущать в месте наложения электродов легкое покалывание, не пе­реходящее в жжение. При появлении сильного жжения или боли под электродами силу тока умень­шают, а если это не помогает, то следует прервать процедуру и вызвать врача или направить к нему больного. Во время процедуры медицинская сестра должна контролировать силу тока.

По окончании процедуры плавным и медленным поворотом ручки потенциометра против часовой стрелки выключают ток, переводят переключатель в положение «Выкл.». Затем снимают электроды, отсоединяют провода электродов от клемм аппара­та и осматривают кожу. На месте размещения элек­тродов должно быть сплошное равномерное легкое покраснение. Если же покраснение кожи слишком выражено и имеет синюшный оттенок, то это ука­зывает на применение слишком большой силы тока либо на наличие повышенной чувствительности больного к току. Если на коже появляется покрас­нение и мелкие пузырьки (фликтены), то необходи­мо на 2-3 дня прервать лечение, а затем применять меньшую силу тока. Если в результате соприкосно­вения металлической части электрода с кожей по­явился ожог, то место ожога смазывают 10% спир­товым раствором танина или 5% раствором перман­ганата калия. Детям кожу после каждой процедуры рекомендуется смазывать питательным кремом или глицерином, разведенным наполовину водой. Перед следующей процедурой этот участок кожи следует промыть теплой водой с мылом.

После каждой процедуры гальванизации и лекар­ственного электрофореза гидрофильные прокладки промывают водой, а в конце дня стерилизуют кипя­чением или в сухожаровом шкафу. При этом про­кладки для катода и анода соответственно марки­руются и обрабатываются раздельно.

В зависимости от места наложения электродов различают поперечную, продольную и поперечно­диагональную-методики. В основном пользуются продольным и поперечным расположением элект­родов. Первое применяется при необходимости по­верхностного или протяженного воздействия, вто­рое — для воздействия на глубоко расположенные ткани. Реже используется поперечно-диагональная методика расположения электродов. При попереч­ном расположении электроды накладывают на про­тивоположных поверхностях тела — один против другого (живот и спина, наружная и внутренняя поверхности коленного сустава и т. д.). При продольном расположении электроды накладывают на одну и ту же поверхность тела (продольно по позвоноч­нику, по ходу нерва, мышцы). При поперечно-диа­гональной методике электроды располагают на раз­ных поверхностях тела: один — в проксимальных отделах тела, другой — в дистальных. При исполь­зовании электродов различной площади меньший из них принято условно называть активным, а име­ющий большую площадь — индифферентным. Для проведения некоторых процедур применяют 3 или 4 электрода, также используют раздвоенные прово­да для одновременного соединения двух электродов с одной из клемм аппарата соответствующей поляр­ности.