

Физиотерапевтическая аппаратура. Общие сведения

Физиотерапия (phýsis, природа + therapéia, лечение) — область клинической медицины, изучающая лечебное действие естественных и искусственно созданных (преформированных) природных факторов на организм человека.

С **лечебными целями** физические факторы используются преимущественно при подостром и хроническом течении болезней, в меньшей степени— в острой стадии заболеваний терапевтического и хирургического профиля. Общими противопоказаниями для физиотерапии являются: злокачественные новообразования, системные заболевания крови, выраженная кахексия, заболевания сердечно-сосудистой системы в стадии декомпенсации, артериальная гипертензия III степени, кровотечение или подозрение на него, тяжелые психозы, эпилепсия с частыми припадками, лихорадочное состояние, индивидуальная непереносимость физического фактора.

Реабилитационное направление использования лечебных физических факторов тесно связано с предыдущим. На всех этапах реабилитации (восстановительной терапии, реадaptации и собственно реабилитации) активно используются электротерапия, массаж, ЛФК, механотерапия, бальнеотерапия и др. У больных неврологического и ортопедического профиля физиотерапия вообще считается основным средством медицинской реабилитации.

Физиопрофилактика— это оздоровление и предупреждение заболеваний человека путем использования естественных и искусственно создаваемых физических факторов. Наиболее активными и доступными средствами физиопрофилактики являются воздух, вода, ультрафиолетовые лучи, электромагнитные поля и др.

Физиодиагностикой называют использование физических факторов с диагностической целью. Многие физиодиагностические методы (рентгенодиагностика, ультразвуковая диагностика, термометрия и др.) получили широкое развитие, стали самостоятельными и сегодня рассматриваются в других разделах медицины. Некоторые же и сейчас принадлежат к физиотерапии и используются преимущественно врачами-физиотерапевтами. Наиболее распространены электродиагностика и ее разновидность электроодонтодиагностика, диагностическая фотоэритема, исследование электрической активности кожи (так называемой кожно-гальванической реакции — КГР), методы электропунктурной диагностики и др.

Преимущества

Одним из преимуществ физических методов лечения является ***универсальность*** их действия, благодаря чему один и тот же фактор может применяться при самых различных

заболеваниях. Не менее важное достоинство физиотерапии — ее **физиологичность**. Физические факторы, являясь элементами внешней среды, представляют собой привычные для организма раздражители, на которые в процессе индивидуального развития вырабатываются безусловные рефлексы. Благодаря физиологичности реализация действия физических факторов осуществляется через те же механизмы, что сложились при взаимодействии организма с внешней средой в процессе эволюции.

Нельзя не отметить **нормализующий (гомеостатический) характер действия** физиотерапии, а также **способность оказывать тренирующий эффект, стимулировать компенсаторно-приспособительные процессы в организме**.

Физические факторы в терапевтических дозировках, как правило, **не обладают токсичностью, не вызывают побочных эффектов и аллергизации организма**. В этом одно из важнейших преимуществ физиотерапии перед фармакотерапией.

Достоинством физиотерапии является ее **длительное последствие**. Суть его состоит в том, что сдвиги в организме, терапевтический эффект не только значительное время сохраняются, но нередко даже нарастают после окончания курса лечения. Поэтому отдаленные результаты после физиотерапии зачастую лучше непосредственных. Период последствия может колебаться от нескольких недель (для лекарственного электрофореза, диадинамотерапии и др.) до 4—6 мес. (грязелечение, бальнеотерапия и др.).

Важной отличительной особенностью физической терапии является ее **хорошая совместимость с другими лечебными средствами**. Кроме того, физиотерапевтические методы широко и с высокой эффективностью комбинируют (сочетают) друг с другом. Возможность применения физических факторов в виде общих или местных процедур, в непрерывном или импульсном режиме, в виде наружных и внутренних воздействий позволяет уменьшить адаптацию организма к проводимому лечению, способствует его индивидуализации.

Наконец, использование физических методов лечения **доступно и сравнительно дешево**, и это делает физиотерапию массовым видом лечения.

1. Методы, основанные на использовании электрических токов различных параметров (постоянный, переменный импульсный): гальванизация, лекарственный электрофорез, электросон, трансцеребральная и короткоимпульсная электроанальгезия, диадинамотерапия, амплипульстерапия, интерференцтерапия, электростимуляция, флюктуоризация, местная дарсонвализация, ультратонотерапия).

2. Методы, основанные на использовании электрических полей: франклинизация, ультравысокочастотная терапия, инфитатерапия.
3. Методы, основанные на использовании разнообразных магнитных полей: магнитотерапия, индуктотермия.
4. Методы, основанные на использовании электромагнитных полей сверхвысокой частоты: дециметровая и сантиметровая терапия, крайневысокочастотная терапия, терагерцовая терапия.
5. Методы, основанные на использовании электромагнитных колебаний оптического диапазона: лечебное применение инфракрасного, видимого, УФ- и лазерного излучения.
6. Методы, основанные на использовании механических колебаний: вибротерапия, ультрафототерапия.
7. Методы, основанные на использовании пресной воды, минеральных вод и их искусственных аналогов: гидротерапия, бальнеотерапия.
8. Методы, основанные на использовании нагретых (теплотерапевтических) сред: лечение парафином, озокеритом, нафталаном, лечебными грязями, песком, глиной.
9. Методы, основанные на использовании измененной или особой воздушной среды: ингаляционная терапия, баротерапия, аэроионотерапия, климатотерапия.
10. Сочетанные физиотерапевтические методы, основанные на одновременном использовании нескольких лечебных физических факторов из одной или различных групп: индуктотермоэлектрофорез, вакуумдарсонвализация, магнитолазерная терапия и др.

Основные лечебные эффекты: улучшение крово- и лимфообращения, обезболивание, стимуляция иммунитета, стимуляция процессов метаболизма, ускорение процессов репарации и регенерации тканей, рассасывание отека, общая релаксация, увеличение компенсаторных возможностей организма, восстановление нормальной функции органов и тканей, повышение работоспособности, борьба с депрессивными состояниями, уменьшение реабилитационного периода.

Наиболее распространённым в практике физиотерапии получили терапевтические приборы и аппараты, воздействующие на человека низкочастотными и высокочастотными токами и полями.

Свойства биологических тканей на постоянном токе

Ткани тела человека, имеющие весьма разнородную структуру, состоят в основном из белковых коллоидов, относительно плохо проводящих электрический ток, и растворов

неорганических солей K, Na, Ca, Mg, являющихся хорошими проводниками и определяющих поэтому электропроводность ткани.

Наилучшей электропроводностью обладают жидкости организма (кровь, лимфа и др.), а также ткани, обильно пропитанные тканевой жидкостью, как, например, мышечная ткань. Тканевые жидкости по составу близки к плазме крови и также представляют собой смесь коллоидных растворов органических и неорганических солей. Общая концентрация солей в тканевой жидкости соответствует 0,85—0,90% раствору поваренной соли (изотонический раствор).

Плохими проводниками электрического тока являются нервная (мозговая), соединительная, жировая ткани. К очень плохим проводникам, скорее к диэлектрикам, относятся грубоволокнистая соединительная ткань, сухая кожа и особенно кость, лишенная надкостницы. Так, проводимость (См): спинномозговая жидкость— 0.018, кровь—0.006, мышечная ткань— 0.005; жировая ткань— $3 \cdot 10^{-4}$, кожа сухая— 10^{-7}

Оценивая электропроводность различных участков организма в целом и особенно устанавливая пути распределения тока между электродами, наложенными в определенных местах на поверхности тела, следует иметь в виду, что именно содержание тканевой жидкости определяет электропроводность тканей и органов, поэтому ток между электродами проходит не по кратчайшему расстоянию, как в однородном веществе, а главным образом вдоль потоков тканевой жидкости, кровеносных и лимфатических сосудов, содержащих жидкость оболочек нервных стволов, и т. п. В связи с этим распределение путей тока в живом организме может быть очень сложным и захватывать области, отдаленные от места наложения электродов.

Электропроводность кожи в значительной степени зависит от состояния ее поверхности; сухая, особенно огрубевшая кожа почти не проводит электрического тока, в то время как электропроводность тонкой, молодой кожи значительно выше. Значительно повышается электропроводность у влажной, покрытой потом или поврежденной кожи. Такое же действие оказывают гиперемия и особенно отек кожи.

Из сказанного выше можно заключить, что общее сопротивление постоянному току части тела между электродами обуславливается главным образом сопротивлением слоя кожи и в меньшей степени слоя подкожной жировой клетчатки в месте наложения электродов. Сопротивление более глубоко лежащих тканей, особенно принимая во внимание возможность широкого разветвления путей тока в них, сравнительно невысоко. В связи с этим величина общего сопротивления между электродами, наложенными на

поверхность кожи, в основном зависит от состояния кожи и площади ее соприкосновения с электродом и мало зависит от расстояния между электродами.

Рассматривая условия прохождения постоянного тока через ткани организма, необходимо учитывать также явления электрохимической поляризации, которые могут происходить как внутри тканей, подвергающихся действию электрического тока, так и на поверхности наложенных на кожу электродов.

Внутри тканей вследствие наличия в них различных полупроницаемых перегородок возникают местные скопления ионов, образующие пространственные заряды того или другого знака. Заряды создают разность потенциалов, противоположную по знаку приложенному напряжению.

Продукты электролиза растворов, находящихся в тканях между электродами (главным образом хлорида натрия), образуют на поверхности электродов пузырьки газа, уменьшающие активную поверхность электрода, а также могут образовывать с веществом электрода гальванические пары, электродвижущая сила которых направлена против приложенного напряжения. Все это приводит к тому, что сопротивление тканей организма при постоянном токе выше, чем при переменном, когда эти явления отсутствуют.

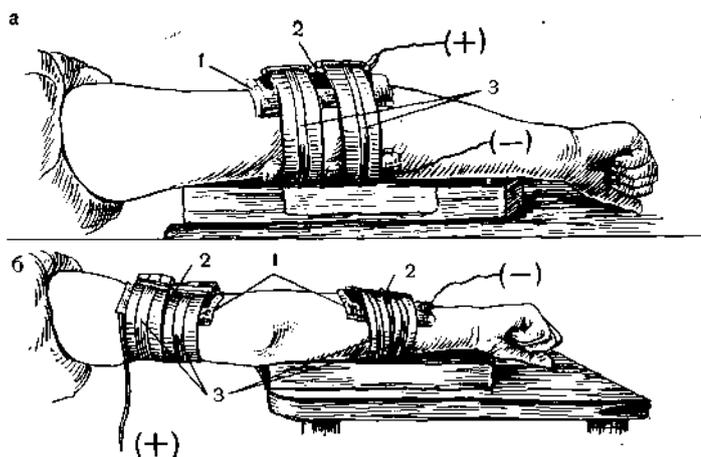
Метод гальванизации и электрофореза

Метод гальванизации заключается в воздействии на ту или иную часть тела постоянным током относительно небольшой плотности. Ток от источника подводится к тканям с помощью проводов и пластинчатых, обычно свинцовых электродов. Свинец применяется в связи с его пластичностью. Кроме того, вследствие малой подвижности тяжелые ионы свинца почти не принимают участия в образовании тока между электродами. Однако наложение металлических электродов непосредственно на кожу недопустимо, так как образующиеся на их поверхности продукты электролиза основного тканевого электролита — водного раствора хлористого натрия (на отрицательном электроде гидроксид натрия и водород, а на положительном — хлорид водорода и кислород) будут оказывать на кожу прижигающее действие.

Чтобы исключить контакт продуктов электролиза с кожей, под электрод помещают прокладку толщиной около 1 см из хорошо смачивающегося материала: байки, фланели или бумазеи. Эта прокладка смачивается просто теплой водой либо каким-либо лекарственным раствором. Во избежание случайного касания края электрода с телом, прокладка должна иметь площадь несколько большую, чем электрод, выступая за его края

не менее чем на 1 см с каждой стороны. При наличии влажной прокладки вещества, выделяющиеся на поверхности металлических электродов, остаются в прокладке и не касаются кожи. Прокладка после процедуры промывается проточной водой и стерилизуется.

Два электрода с прокладками накладывают на поверхность тела так, чтобы подлежащая воздействию тока область находилась между ними. Применяется как поперечное, так и продольное расположение электродов. Последние укрепляются эластичными бинтами.



Расположение электродов при гальванизации или лекарственном электрофорезе.

а — поперечное; б — продольное.

На рисунке показано наложение электродов при гальванизации (или лекарственном электрофорезе) при поперечном (а) и при продольном (б) расположении электродов. Здесь обозначено: 1— прокладка; 2— электрод; 3— эластичные бинты, укрепляющие электрод.

Форму и размеры электродов и прокладок выбирают в зависимости от величины поверхности тела, подвергающейся воздействию. Помимо прямоугольных свинцовых электродов различных размеров и соответствующих прокладок, используют электроды и прокладки специальной формы: круглые с отверстием в центре (для грудных желез), почковидные трехлопастные (для лицевого нерва), воротниковые по Щербаку и др.

Площадь электрода может быть значительно меньше, чем площадь прокладки. Это объясняется тем, что при достаточной толщине прокладки ее сопротивление мало по сравнению с сопротивлением тканей тела и ток распределяется по всей площади прокладки. Например, при воротниковой процедуре на всю прокладку достаточно поместить 2—3 отдельные, соединенные проводом свинцовые пластинки, каждая размером 4x5 см.

Величину тока при гальванизации устанавливают, исходя из площади прокладки и

плотности тока, которая обычно находится в пределах 0,05—0,2 мА/см². Чувствительность слизистых оболочек значительно выше, чем чувствительность кожи, поэтому плотность тока в этом случае снижается до 0,02—0,03 мА/см².

Как на металлической пластинке, так и на прокладке плотность тока неравномерна: она выше по краям, а также на всех неровностях или выступах, например на швах или складках. Поэтому прокладки необходимо периодически проглаживать утюгом, а свинцовые пластинки — специальным роликом на толстом стекле или стальной плите. Поверхность свинцовых пластинок, окисляющаяся и загрязняющаяся в эксплуатации, должна периодически очищаться наждачной бумагой. Изношенные пластинки следует своевременно заменять новыми.

Электроды подключают к аппарату с помощью проводов, припаянных к свинцовой пластинке или присоединенных к ней специальными зажимами. Провода применяют гибкие (многожильные), сечением 0,75—1 мм².

Также применяют электроды, изготовленные из упрочненно-углеродистой ткани или токопроводящей резины. Ткань, состоящая на 98% из углерода, является хорошим проводником и в то же время не выделяет ионов в раствор. Несколько слоев байки и слой проводящей ткани прошиваются так, что образуется единая конструкция — электрод с прокладкой. В карман над проводящей тканью вкладывается металлическая пластинка, соединенная с питающим проводом.

Сопротивление цепи между электродами при различных процедурах находится в весьма широких пределах. Это сопротивление складывается из переходного сопротивления между электродами и прокладками, сопротивления самих прокладок, переходного сопротивления между прокладками и кожей и, наконец, сопротивления кожи и тканей тела, по которым проходит ток. При этом надо учитывать, что переходное сопротивление между прокладкой и кожей, так же как и сопротивление самой кожи, зависит от плотности тока и времени его действия. При длительном контакте кожи с влажной прокладкой поверхность ее увлажняется и сопротивление ороговевшего слоя эпидермиса значительно снижается.

В целом при большей части местных процедур на туловище и конечностях при площади прокладок в пределах 100—200 см² и токе ГО—20 мА сопротивление постоянному току составляет в среднем 500—1000 Ом; при малой площади прокладок и соответственно токе 4—5 мА оно может увеличиваться до 2000—3000 Ом. При глазнично-затылочном расположении электродов и при токе в пределах 1—2 мА сопротивление повышается до 5000—6000 Ом. Поэтому источник тока для гальванизации при местных процедурах должен обеспечивать напряжение на электродах до 25—30 В.

При проведении процедур гальванизации ток регулируют постепенно. Пациент должен ощущать под электродами легкое покалывание и жжение. Болезненные ощущения могут возникать при неравномерном прилегании прокладок или при повреждениях кожи. В этом случае необходимо расправить прокладку, а порезы, трещины и другие повреждения кожи закрыть пластырем.

Под действием гальванического тока в тканях, расположенных между электродами, усиливается крово- и лимфообращение, стимулируются обменные процессы, проявляется болеутоляющее действие.

Движение в растворах под действием сил электрического поля ионов (ионофорез) или более крупных электрически заряженных частиц (электрофорез) используют в электротерапии для введения в организм лекарственных веществ. Для этого прокладки под электродами смачивают раствором соответствующего вещества. Лекарственные вещества вводят в организм в соответствии со знаком заряда, который принимают частицы этих веществ при диссоциации в растворе: от положительного электрода вводят ионы металлов, а также положительно заряженные в растворе частицы сложных веществ (хинин, новокаин и др.), от отрицательного электрода вводят ионы кислотных радикалов, а также отрицательно заряженные в растворе частицы сложных веществ (сульфидин, пенициллин и др.).

Оценивая количество перемещающихся при электрофорезе через кожный покров ионов, следует иметь в виду, что справедливые для свободного раствора электролита законы Фарадея не могут быть использованы. С помощью электрофореза вводится обычно не более 10—20% лекарственного вещества.

Введенные в организм ионы не проникают на большую глубину, они задерживаются в коже и подкожной клетчатке в области расположения электродов, образуя так называемое «кожное депо», из которого затем постепенно в течение длительного срока путем диффузии переходят в общий ток крови и разносятся по всему организму.

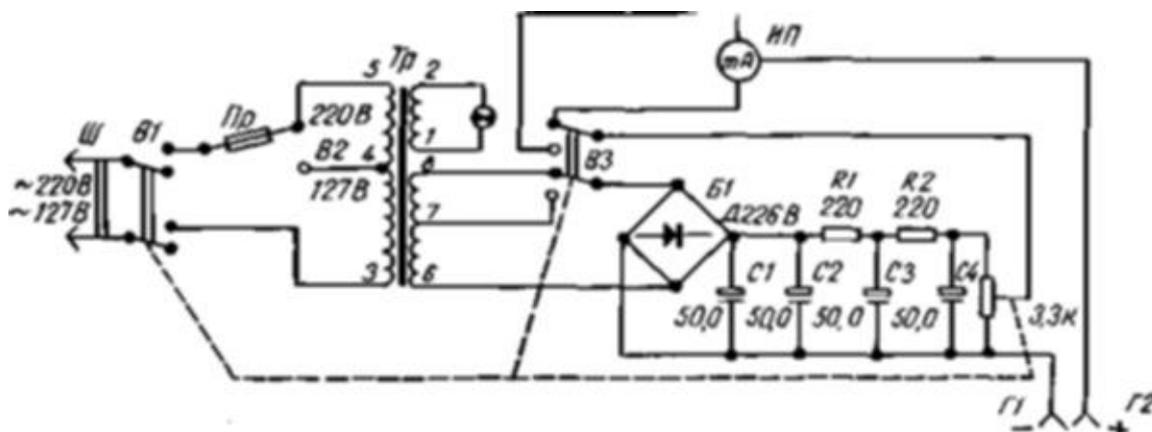
Особенностью лекарственного электрофореза является поступление лекарств в организм в электрически активном состоянии и в сочетании с действием постоянного тока. Это обеспечивает повышенную фармакологическую эффективность лекарства.

Аппарат для гальванизации и лекарственного электрофореза «Поток-1»

Основные технические данные аппарата:

–максимальный выходной ток 50 мА (при активной нагрузке 500 Ом),

- коэффициент пульсации тока не более 0,5%;
- питание от сети переменного тока частотой 50 Гц напряжением 127 В+10% и 220 В+10%;
- потребляемая из сети мощность не более 15 ВА;
- аппарат выполнен по II классу защиты от поражения электрическим током.



Принципиальная схема аппарата «Поток-1»

Питание аппарата от сети производится через трансформатор *Tr*. Напряжение вторичной обмотки (выводы 6—8) подается на выпрямитель, собранный по мостовой схеме на блоке диодов *Б1*. Фильтрация осуществляется двухзвенным резистивно-емкостным фильтром на электролитических конденсаторах 1—4 и резисторах 1, 2. Эффективность фильтра такова, что даже в случае значительного уменьшения со временем емкости конденсаторов обеспечивается пульсация выходного тока не более 0,5%. Это необходимо, чтобы в максимальной степени исключить переменную составляющую, имеющую иное физиологическое действие, чем постоянный ток.

С выхода фильтра выпрямленное напряжение подается на переменный проволочный резистор 3, ось которого выведена на панель управления и снабжена ручкой для регулировки тока в выходной цепи.

Для получения более растянутой регулировочной характеристики в области малых токов обмотка резистора в начальной части имеет постепенно увеличивающуюся ширину.

Для измерения выходного тока в его цепь включен миллиамперметр *ИП*, установленный на панели управления.

Аппарат имеет два диапазона выходного тока и соответственно два предела измерений. Переключение с диапазона 50 мА на диапазон 5 мА производится коммутацией отводов повышающей обмотки трансформатора переключателя *В3*. Одновременно переключаются выводы миллиамперметра и вместо верхнего предела измерений 50 мА устанавливается предел 5 мА.

Для того чтобы исключить броски тока в выходной цепи в случае переключения

диапазонов или включения аппарата в сеть при введенной ручке регулятора тока, в аппарате имеется автоматическая механическая блокировка, связывающая ось регулятора тока $R3$, переключатель диапазонов тока $B3$ и сетевой выключатель $B1$.



Внешний вид аппарата «Поток-1»



Внешний вид аппарата для гальванизации и электрофореза «По Ток»