

Е. И. Золотухина, В. С. Улащик

**ОСНОВЫ
ИМПУЛЬСНОЙ МАГНИТОТЕРАПИИ**

Справочное пособие

Витебская областная типография
2008

ПРЕДИСЛОВИЕ

В последние десятилетия в Беларуси и за рубежом интенсивно разрабатывается перспективное направление в медицине и физиотерапии – магнитотерапия, основанная на использовании с лечебно-профилактическими и реабилитационными целями магнитных полей различных параметров. И хотя использование магнитных полей для лечения недугов имеет многовековую историю, сегодня магнитотерапия возрождается на совершенно новом техническом и технологическом уровне, что и привлекает к ней внимание не только врачей, но и физиков, инженеров и других специалистов.

Многочисленные экспериментальные и клинические исследования, в том числе и сотрудников Института физиологии НАН Беларуси, показали высокую биологическую активность и терапевтическую эффективность метода при многих заболеваниях, обусловленную выраженным противовоспалительным, обезболивающим, гипотензивным, седативным, иммуномодулирующим и трофическим действием магнитных полей, а также их влиянием на различные функциональные системы организма.

Широкое распространение магнитотерапии не только в медицине, но и в спорте сопровождается созданием большого числа разнообразных магнитотерапевтических устройств, аппаратов, технологий, способов и методов их применения. Многие вопросы магнитотерапии нашли отражение в ряде монографий, руководств по физиотерапии, трудах конференций, тематических сборниках и специализированных журналах. Вместе с тем новейшие технологии магнитотерапии, прежде всего, такие, как высокоинтенсивная импульсная магнитотерапия, общая и сочетанная магнитотерапия, транскраниальная магнитостимуляция, основанные на использовании чаще всего импульсных магнитных полей, не получили должного освещения в литературе, что в значительной мере сдерживает дальнейшее развитие метода и эффективное использование магнитных полей в различных областях медицины. В этой связи остро стоит вопрос о подготовке современного руководства по названным методам магнитотерапии. Такая задача наиболее актуальна для Беларуси, где зародились многие из перечисленных методов и технологий. Это сделать тем более необходимо, что в последние годы в республике появился ряд оригинальных аппаратов, по которым отсутствует доступная информация об их медико-технических характеристиках, особенностях их лечебного действия,

методиках применения в клинической медицине, их терапевтической эффективности. Эти пробелы в области импульсной магнитотерапии, считающейся наиболее перспективной среди всех методов магнитотерапии, в значительной степени, надеемся, восполняет настоящее пособие.

Книга посвящена импульсной магнитотерапии и в особенности высокоинтенсивной импульсной магнитотерапии как получившей в медицине наибольшее признание специалистов. Вместе с тем в ней достаточное место уделено рассмотрению общих основ магнитотерапии, истории ее развития, механизмов и особенностей действия на организм магнитных полей различных параметров. Большое внимание в книге уделено представлению сведений об основных технологиях магнитотерапии и их аппаратном обеспечении.

Особое место в книге занимают материалы об аппаратах НПФ «Диполь», в наибольшей степени отвечающих современным требованиям, предъявляемым к устройствам для импульсной магнитотерапии. Наряду с изложением общих сведений об этих аппаратах и особенностях их медико-биологического действия, в пособии подробно изложены основные методики применения этих магнитотерапевтических устройств при самых различных заболеваниях.

Книга рассчитана, прежде всего, на физиотерапевтов, практикующих врачей, активно использующих в своей профессиональной деятельности методы магнитотерапии. Она будет полезна студентам и преподавателям медицинских и технических учебных заведений, в которых ведется изучение явлений магнетизма, магнитобиологии, магнитотерапии и медицинской техники. Ее можно рекомендовать всем медицинским работникам, интересующимся проблемами современной физиотерапии.

Авторы с благодарностью примут все критические замечания и предложения, направленные на улучшение как содержания, так и оформления книги. Мы выражаем искреннюю благодарность НПФ «Диполь», благодаря помощи которой настоящий труд увидел свет.

Авторы

Глава 1. ОБЩИЕ ОСНОВЫ МАГНИТОТЕРАПИИ

Магнитотерапия – использование с лечебно-профилактическими и реабилитационными целями магнитных полей или магнитной составляющей переменного магнитного поля различных параметров.

Наряду с тепло-, водо- и гелиотерапией магнитотерапия является одним из старейших методов физиотерапии, применяемых для борьбы с недугами. В своем развитии она знала подъемы и спады, и лишь в последние годы благодаря активной разработке научных основ метода и выпуску современной аппаратуры магнитотерапия прочно вошла в арсенал эффективных немедикаментозных лечебных средств.

1.1. Из истории магнитотерапии

Из всего, с чем сталкивается человек, он стремится извлечь практическую выгоду, прежде всего, в отношении своего здоровья. Не миновал этой судьбы и магнит. Неизвестно, почему и кем впервые руда, притягивающая железо, стала широко применяться в народной медицине. Предполагают, что для лечебных целей магнит стал употребляться значительно раньше, чем для определения сторон света. При этом каждый известный врач прошлого и каждый народ предлагали собственный рецепт использования магнитов.

Как местное наружное средство и в качестве омулета магнит пользовался большой популярностью у китайцев, индусов, египтян, арабов, греков, римлян и др. Аристотель (IV в. до н. э.) в своих философских трудах отмечал, что природный минерал магнитный железняк использовался в античном мире под названием «белый камень» для лечения многих заболеваний. К этому времени относятся сведения об использовании магнитов знаменитым Гиппократом для лечения некоторых болезней. О лечебных свойствах магнита упоминает и историк Плиний (I в.) в энциклопедии «Естественная история».

На протяжении нашей эры в разное время на первый план выступали различные стороны лечебных свойств магнита. Древнеримский врач Диоскаринд (I в.) в книге «О лекарственных средствах» рекомендовал его для избавления от дурного расположения духа. Другой древнеримский врач Гален (II в.) в своей книге хвалил магнит как слабительное средство и прописывал его от водянки. Марцелл из Бордо (IV в.) считал, что при ношении на шею магнит успокаивает головную боль. Аэций д'Амида (V в.) использовал магнит при конвульсиях и при болях в суставах. Авиценна (X в.) в «Каноне врачебной науки» отмечал его благотворное действие при патоло-

гии селезенки. Немецкий философ и геолог Альберт Великий (XIII в.) в трактатах о минералах утверждал, что магнит разгоняет сновидения, удаляет яд из организма и излечивает безумие.

Наиболее ярким проповедником лечебных свойств магнита считают известного немецкого врача и естествоиспытателя Парацельса (1493—1541 гг.). Он применял магниты для лечения различных заболеваний и, по-видимому, является первым, кто использовал полюса магнита для достижения различных целей. Он широко использовал магнит при лечении воспалительных процессов, эпилепсии, диареи, кровотечений, ран и других заболеваний.

В 1600 г. в Лондоне вышла книга английского физика и врача В. Гильберта (1544—1603 гг.) «О магните, магнитных телах и большом магните — Земле», в которой одна из глав была посвящена терапевтическому действию магнита.

Принято считать, что к XVII в. медицинская наука, которая только начала развиваться, считала бесспорным наличие лечебных свойств у магнита. С середины XVIII в. магниты стали доступны повсюду в Европе. В 1754 г. французский аббат Ленобль стал изготавливать искусственные магниты и применять их в лечении нервных, а затем и стоматологических болезней. В 1777 г. в Париже Ленобль читает отчет о своих работах по магнетизму в Королевском медицинском обществе. Общество для проверки данных аббата назначает комиссию из врачей Андри и Модюэ, замененного потом Туре. Комиссия в 1780 г. пришла к выводу, что магниты действительно обладают лечебным действием, и наиболее целесообразно их использовать для лечения нервных болезней. Поэтому 1780 г. можно по праву считать годом рождения магнитотерапии и научного подхода в магнитобиологии.

Здесь, по-видимому, уместно упомянуть имя Франца Месмера (1734—1815 гг.), роль которого в развитии магнитотерапии вызывает споры и сегодня. В 1762 г. известный астроном, иезуитский пастор Максимилиан Гель (по другим источникам — Холл) издал трактат о магнетизме, который вызвал интерес у Ф. Месмера. В это время он изучал математику, право и медицину в университете. Он увлекся магнитотерапией и с успехом использовал изготовленные Гелем магниты в лечении многих заболеваний. В 1775 г. за успехи в магнитотерапии Баварская академия избрала Месмера своим членом. В 1766 г. он защитил диссертацию «О влиянии планет» и впоследствии стал влияние планет на человека объяснять магнитным влиянием. В дальнейшем Месмер обнаружил, что он может влиять на больных и без использования искусственных магнитов.

Это влияние одного организма на другой было названо им «животным или жизненным магнетизмом». Учение Месмера о животном магнетизме было вначале (1874 г.) осуждено официальной французской наукой, что отрицательно сказалось на развитии магнитотерапии. В то же время животный магнетизм под именем гипноза вскоре был реабилитирован. Поэтому роль Ф. Месмера в истории магнитотерапии, высоко оцениваемую некоторыми авторами, Ю. А. Холодов (1972 г.) предлагает трактовать таким образом: «...о нем лучше совсем не вспоминать, ибо он держал магнит в руках примерно год, и его вклад в эту область медицины можно оценивать только отрицательной величиной».

На развитие магнитотерапии существенное влияние оказали исследования физиков по электромагнетизму. Наибольшее значение имели экспериментальные работы Х. Эрстеда (1771—1851 гг.), А. Ампера (1775—1836 гг.), М. Фарадея (1791—1867 гг.), Дж. Максвелла (1831—1879 гг.) и других выдающихся физиков того времени.

В 1820 г. Х. Эрстед доказал существование магнитного поля вокруг проводников электрического тока. Это открытие послужило толчком к изучению магнитных свойств вещества и взаимосвязи между электрическими и магнитными явлениями, а также к разработке магнитотерапевтической аппаратуры.

А. Ампер выдвинул гипотезу, согласно которой все магнитные эффекты следует рассматривать как следствие действия электрических токов, находящихся в веществе и циркулирующих по замкнутому кругу.

М. Фарадей ввел понятия «магнитное поле», «магнитные силовые линии», открыл электромагнитную индукцию, диамагнетизм. Дж. Максвелл, развивая идеи М. Фарадея, дал математическую характеристику электромагнитным превращениям и тем физическим явлениям, которые возникали под влиянием электрических и магнитных полей.

Впоследствии этими явлениями занимались П. Кюри, П. Вейс, Э. Розерфорд, Н. Бор, А. Эйнштейн и др. Их исследования положительно сказались на разработке научных основ магнитобиологии и магнитотерапии.

Успехи и достижения физиков стимулировали развитие на научной основе магнитотерапии в различных странах, в том числе в России и СССР. В Европе изучению и развитию магнитотерапии способствовали исследования Мажинорани (Италия), Г. Дюрвиля и Ж. Шарко (Франция), Карпентера и Дженнингса (Англия) и др. Из российских врачей наибольшую известность получили работы В. И. Дроздова, Н. И. Григорьева, В. Я. Даниловского и других. Их исследования поддерживал известный клиницист С. П. Боткин.

Особенно активно исследования по магнитобиологии и магнитотерапии начинают проводиться в СССР начиная с 30—40-х гг. XX в. (В. И. Кармилов, Ю. А. Холодов, Э. В. Кордюков, М. Ф. Муравьев, И. Л. Деген, А. А. Тюреева, Л. Х. Гаркович, М. А. Уколова, А. М. Беркутов, Г. А. Кураев, А. С. Пресман и др.). Их работы не только стимулировали внедрение магнитотерапии в мировую лечебную практику, но явились основой для разработки новых методов и технологий магнитотерапии, создания современной магнитотерапевтической аппаратуры. Определенный вклад в разработку и производство отечественной аппаратуры для магнитотерапии внесли также белорусские ученые и врачи (А. М. Демецкий, С. П. Козловский, Г. А. Говор, В. Ф. Муравьев, В. С. Улащик, Л. Е. Козловская, С. П. Плетнев, В. В. Михневич и др.). Благодаря их усилиям в Беларуси имеются все условия для применения в комплексном лечении самых различных заболеваний всех современных технологий магнитотерапии (от постоянной магнитотерапии до общей магнитотерапии и транскраниальной магнитостимуляции).

1.2. Общая характеристика магнитных полей

Как известно, магнитное поле – особый вид материи, посредством которой осуществляется связь и взаимодействие между движущимися электрическими зарядами. Везде, где существует движущийся электрический заряд или проходящий по проводу электрический ток, возникает магнитное поле (МП). Оно может существовать как в вещественной среде, так и в вакууме. В отличие от электрического поля МП действует только на движущиеся заряды, которые создают свое собственное магнитное поле.

Магнитное поле может рассматриваться как составная часть электромагнитного поля, второй составной частью которого является электрическое поле. Распространение в пространстве электрической и магнитной составляющей, как бы постоянно порождающих друг друга, представляет собой электромагнитное излучение (электромагнитную волну). Общая теория, охватывающая электрические и магнитные явления, создана в 1864 г. Джеймсом Максвеллом.

Важным свойством магнитного поля является его неограниченность в пространстве, хотя по мере удаления от источника поле значительно ослабляется, но конечных границ не имеет. Затухание (ослабление) магнитного поля происходит пропорционально квадрату расстояния от его источника. Биологические ткани в своем большинстве относятся к диамагнетикам (сумма магнитных моментов составляющих их биологических молекул равна 0), по-

этому они по сравнению с вакуумом ослабляют внешнее магнитное поле в очень малой степени (порядка 10^{-5}).

Графически магнитное поле изображается с помощью системы линий, называемых линиями напряженности, или магнитной индукции. Они представляют собой воображаемые замкнутые линии, проведенные таким образом, что касательные к ним указывают направление векторов напряженности или векторов магнитной индукции в любой точке поля. Густота линий соотносима с численным значением соответствующих величин.

За направление вектора напряженности магнитного поля во внешней среде и в постоянных магнитах условно принято направление (рис. 1) от северного (N) полюса к южному (S).

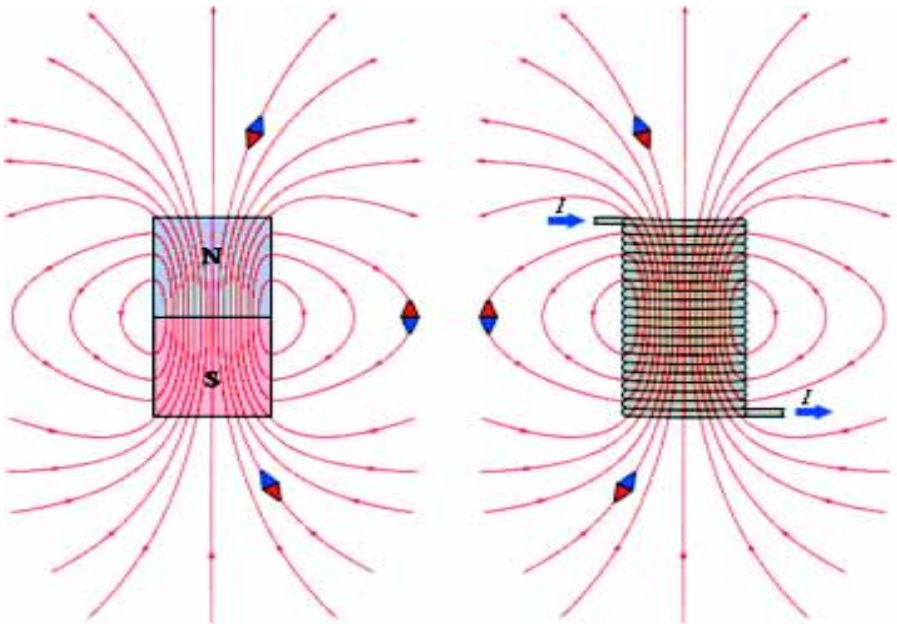


Рис. 1. Линии магнитной индукции полей постоянного магнита и катушки с током. Индикаторные магнитные стрелки ориентируются по направлению касательных к линиям индукции

Уместно заметить, что имеется много данных, согласно которым биологическое действие этих полюсов неодинаково. При лечении, как правило, отмечается седативное действие обращенного к телу северного полюса и возбуждающее, тонизирующее действие южного полюса (Ю. А. Холодов и соавт., 1987 г.).

В других случаях направление вектора определяется по правилу буравчика: если буравчик ввинчивать по направлению движения положительного заряда, то направление вращения его ручки указывает направление линий напряженности поля, или магнитной индукции (рис. 2).

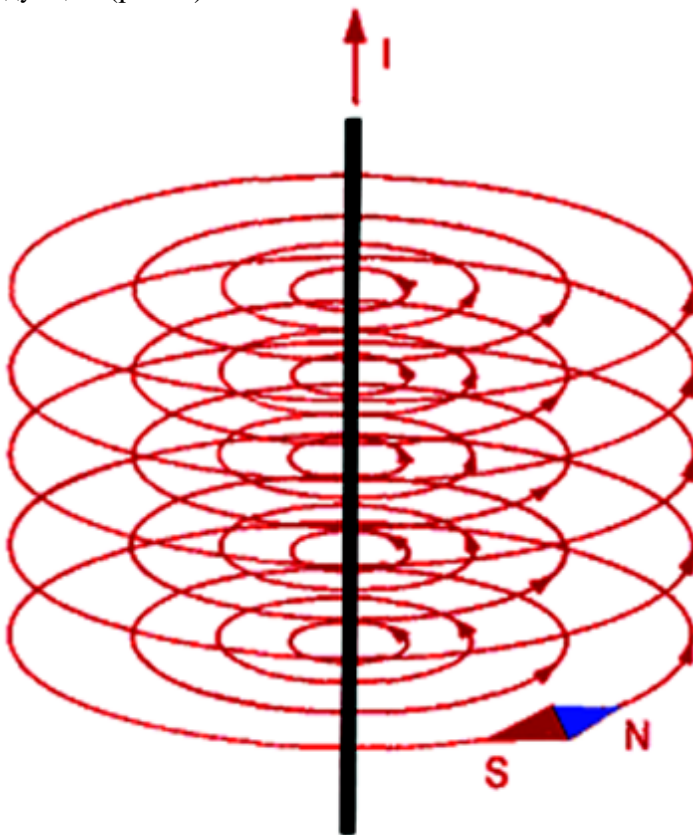


Рис. 2. Схема, иллюстрирующая определение направления линий напряженности магнитного поля по правилу буравчика

В медицинской практике сегодня используются магнитные поля, различающиеся своими физическими характеристиками. Для медицины наибольший интерес представляют такие характеристики магнитных полей, как напряженность (H), магнитная индукция (B) и магнитный поток (Φ).

Напряженностью называется сила, с которой магнитное поле действует на единицу расположенного перпендикулярно направлению силовых линий прямолинейного проводника, по которому течет ток в одну единицу. В физической системе единиц напряженность магнитного поля измеряется в эрстедах (Э), а в международной системе (СИ)—в амперах на метр (А/м). $1\text{Э} = 79,58\text{ А/м}$.

Магнитная индукция—сила, с которой поле действует на единичный заряд, движущийся с единичной скоростью. Единицей магнитной индукции в физической системе является гаусс (Гс), а в международной системе—тесла (Тл). $1\text{ Гс} = 10^{-4}\text{ Тл} = 0,1\text{ мТл}$, а $1\text{ Тл} = 10^4\text{ Гс}$. Магнитные поля различных естественных и искусственных источников существенно отличаются, что наглядно иллюстрирует рис. 3.

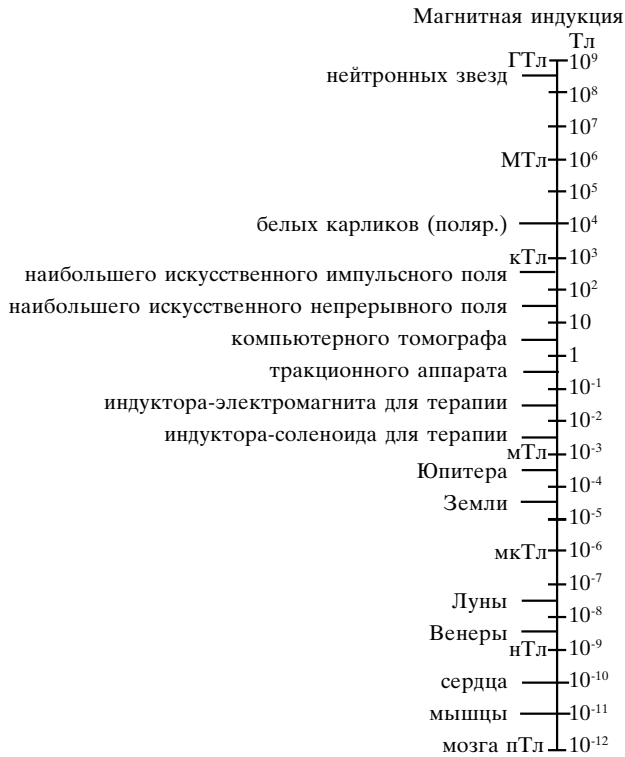


Рис. 3. Интенсивность некоторых естественных и искусственных магнитных полей (по Г. Р. Соловьевой, 1991)

Важно помнить, как соотносятся между собой напряженность и индукция магнитного поля. Если проводник окружен воздухом, как это имеет место при магнитотерапии, соотношение между магнитной индукцией и напряженностью магнитного поля выглядит следующим образом: $B = \mu H$. Поскольку в системе СГС величина магнитной проницаемости μ равна единице, то между единицами индукции и напряженности в физической системе (т. е. эрстедом и гауссом) существует количественное равенство: напряженность в 1Э соответствует индукции в 1Гс, или 0,1 мТл.

Магнитный поток — величина, характеризующая суммарный вектор магнитной индукции, проходящей через некоторую поверхность. Он численно равен произведению магнитной индукции B на площадь S и на косинус угла между направлением поля и нормалью к поверхности контура:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \Phi = \mu \cdot H \cdot S \cdot \cos \Phi$$

Единицей магнитного потока в физической системе является максвелл (Мкс), а в международной системе СИ — вебер (Вб).

1 Мкс = 10^{-8} Вб, а Вб = 10^8 Мкс.

Обобщенным показателем, характеризующим действие магнитного поля на живой организм, может служить энергия магнитного поля (W), которая вычисляется следующим образом (А. М. Беркутов с соавт., 2000 г.):

$$W = \frac{1}{2} \int_V \frac{B^2}{\mu \mu_0} dV,$$

где B — индукция магнитного поля; V — объем, занимаемый биообъектом; μ — относительная магнитная проницаемость; μ_0 — магнитная постоянная.

Кроме упомянутых, к числу важных физических характеристик магнитного поля, определяющих во многом действие фактора на организм и считающихся поэтому биотропными, относятся также градиент, частота и форма магнитного поля.

Градиент напряженности или магнитной индукции характеризует топографию магнитного поля, отражает его однородность (неоднородность) в пространстве:

$$\text{grad } H = \frac{\Delta H}{\Delta r} \text{ или } \text{grad } B = \frac{\Delta B}{\Delta r},$$

где r — расстояние от источника поля до интересующей точки поля.

На практике часто эта величина выражается в % от среднего значения напряженности (магнитной индукции). При этом считается, что если в рабочем объеме неравномерность поля не превышает 30%, то поле является однородным, если выше 30% – поле неоднородное. В экспериментах с биологическими объектами доказано, что неоднородное магнитное поле действует сильнее, чем однородное (Ю. А. Холодов, 1982 г.).

Для переменных и импульсных магнитных полей важными биотропными параметрами являются также частота, выражаемая в герцах (Гц), и форма поля (импульса), которые определяются соответствующими характеристиками электрического тока, питающего индукторы. Непрерывные магнитные поля чаще всего имеют синусоидальную форму, а импульсные магнитные поля могут быть синусоидальными, прямоугольными, треугольными и др. Для импульсных магнитных наряду с частотой важно учитывать форму импульса, его длительность и длительность пауз (В. С. Улащик, 1986 г.).

1.3. Классификация магнитных полей

Магнитные поля, в том числе и применяемые в медицине, характеризуются большим разнообразием своих параметров и способов получения. Это затрудняет их классификацию и вынуждает использовать большое количество классификационных признаков.

По происхождению различают естественные, искусственные магнитные поля, а также магнитное поле биообъектов. Естественные магнитные поля – геомагнитное поле, поле природных магнитных материалов. Естественный магнитный фон не только защищает Землю от проникновения заряженных частиц, но и имеет отношение к возникновению жизни на Земле.

Искусственные магнитные поля – магнитные поля, созданные человеком. Они наиболее разнообразны и широко используются не только в медицине, но и во многих отраслях народного хозяйства.

Источником магнитного поля являются также живые организмы, прежде всего, человек или его отдельные органы (биомагнетизм). Если о биоэлектричестве известно со времен Гальвани, то с биомагнетизмом удалось познакомиться лишь в 70-х гг. XX в. Однако измерение магнитного поля биообъектов довольно быстро стало использоваться с практическими целями. Так, магнитокардиография измеряет магнитные поля, вызванные электрическим возбуждением сердца (величина магнитного сигнала сердца на поверхнос-

ти тела равна 100 пТл). Магнитоэнцефалография изучает магнитные поля ($\approx 10^{-13}$ Тл), обусловленные нейронной активностью человеческого мозга. Для контроля за развитием плода используют запись его магнитоэнцефалограммы или магнитокардиограммы.

По изменению во времени магнитные поля делятся на постоянные, переменные, импульсные, пульсирующие, бегущие, вращающиеся, шумоподобные и смешанные. Большинство из них сегодня используются в магнитотерапии, что диктует необходимость хотя бы кратко охарактеризовать их. Графическое изображение наиболее часто применяемых в физиотерапии магнитных полей дано на рис. 4.

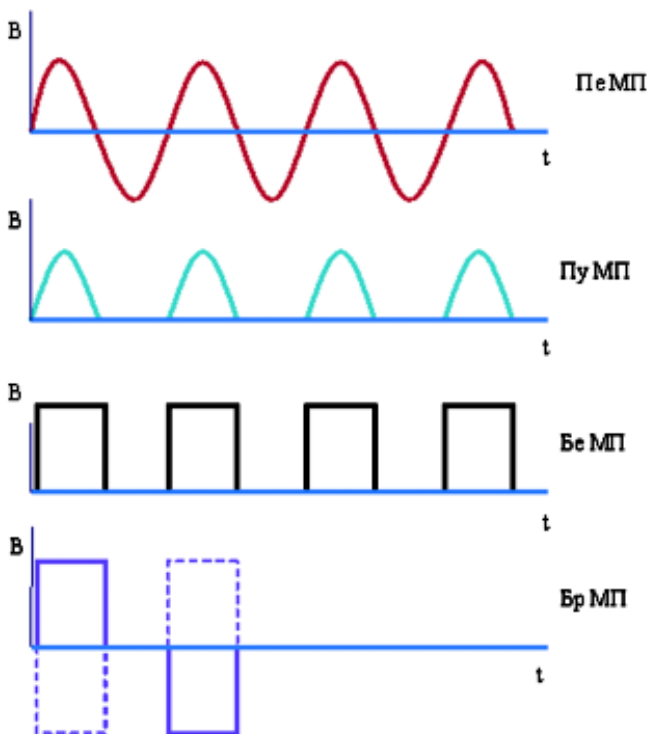


Рис. 4. Графическое изображение магнитных полей:

ПеМП – переменное магнитное поле;

ПуМП – пульсирующее магнитное поле;

БеМП – бегущее магнитное поле;

ВрМП – вращающееся магнитное поле

Постоянное магнитное поле (ПМП) – поле, магнитная индукция которого не изменяется во времени. В каждой точке пространства вектор магнитного поля остается постоянным по значению и направлению. ПМП образуется либо постоянным магнитом, либо постоянным электрическим током, протекающим по какому-либо проводнику. Любой источник ПМП, как уже упоминалось, имеет два полюса: северный (N) и южный (S).

Переменное магнитное поле (ПеМП) образуется с помощью индукторов при питании их переменными токами. В ПеМП в каждой точке пространства изменяется как значение, так и направление вектора магнитной индукции в соответствии с закономерностями изменения тока. ПеМП лишь условно названо магнитным, в строгом смысле, – это электромагнитное поле, потому что при изменении магнитного поля появляется всегда электрическая составляющая. Особенности генерации этих полей позволяют несколько увеличить магнитную составляющую, выделив ее как основное действующее начало. Частным и наиболее часто встречающимся в магнитотерапии является синусоидальное магнитное поле, которое образуется при питании индуктора от питающей городской сети или от специального генератора синусоидальных колебаний. В современной магнитотерапии наряду с синусоидальной все чаще начинают использоваться и другие формы магнитных полей. Для усиления магнитобиологической активности переменных магнитных полей в магнитотерапии нередко используют дополнительные приемы: комбинации переменного и постоянного поля (постоянный фон), модуляцию низкочастотных переменных магнитных полей более высокочастотными составляющими, синхронизацию с биоритмами человека и др. Все эти меры приводят к усилению динамики изменения магнитного потока, что делает взаимодействие поля с биоэлементами и частицами тканей более активным. Сказанное иллюстрирует ниже приводимая схема (рис. 5), почерпнутая из учебного пособия А. М. Беркутова с соавт. «Системы комплексной электромагнитотерапии»(2000 г.).



Рис. 5. Разновидности искусственных переменных магнитных полей (во временной области)

Пульсирующее магнитное поле (ПуМП) — частный случай переменного магнитного поля, у которого вектор магнитной индукции изменяется по величине, но не изменяется по направлению. Такое поле образуется в индукторе при питании его пульсирующим током, получаемым в результате одно- или двухполупериодного выпрямления. ПуМП является полигармоническим, его спектр содержит ряд гармонических составляющих.

Вращающееся магнитное поле (ВрМП) характеризуется тем, что вектор магнитной индукции перемещается в пространстве. Создается ВрМП с помощью трех- или многофазных преобразователей. При этом индукторы должны располагаться либо по окружности (при локальном воздействии), либо по образующей цилиндра (для общих воздействий). ВрМП индуцирует в тканях однонаправленные электродвижущие силы, что обеспечивает направленное перемещение электрически заряженных частиц. В физиотерапии ВрМП используют не только для магнитотерапии, но и для магнитофореза лекарственных веществ.

Импульсное магнитное поле (ИМП) формируется с помощью индукторов, которые питаются импульсным током с различной формой импульсов. В магнитотерапии используются как моно-, так и биполярные импульсы полусинусоидальной, прямоугольной и тре-

угольной формы. Кроме формы импульсы характеризуются еще целым рядом изменяемых параметров (длительность импульса, частота повторения импульсов и др.). Импульсные поля считаются наиболее активными в биологическом отношении, а чувствительность к ним биологических тканей самая высокая. Пороговая чувствительность организма к импульсным магнитным полям, например, равна 0,1 мТл, тогда как для постоянных магнитных полей она составляет 8 мТл, а для переменных — 3 мТл.

Импульсное бегущее магнитное поле (ИБМП) представляет собой поле, перемещающееся в пространстве относительно пациента и импульсно изменяющееся во времени. Такие поля называют еще смешанными, поскольку они имеют свойства нескольких видов простых магнитных полей. Считается, что ИБМП обладает самым большим набором биотропных параметров и имеет наибольшую магнитобиологическую активность. Воспроизвести ИБМП можно двумя способами: механическим перемещением источника ИМП относительно пациента или последовательным переключением тока в группе индукторов, наложенных на тело человека. В большинстве известных аппаратов, генерирующих ИБМП, используется второй способ.

Шумоподобное магнитное поле — неорганизованное хаотическое магнитное поле. Его еще называют случайным магнитным полем, поскольку оно формируется случайно от действия различных электрических источников, работающих по закону случайных чисел. В медицине эти поля пока не используются. Вместе с тем можно предположить, что сформированные искусственно с рядом заданных параметров и воздействующие по определенной программе они могут оказаться биологически весьма активными и пригодными для лечебного использования.

По изменению в пространстве магнитные поля делятся на однородные и неоднородные. Как упоминалось, если неравномерность поля в рабочем объеме (т. е. там, где находится изучаемый объем) не превышает 30%, то поле считается однородным, а если выше 30% — неоднородным. Неоднородное магнитное поле по своему действию на организм больше будет напоминать действие переменного магнитного поля, чем постоянного.

По величине интенсивности магнитные поля делят на слабые ($B < 0,5$ мТл), средние (0,5 — 50 мТл), сильные (50 — 500 мТл) и сверхсильные ($B > 500$ мТл). Для общих воздействий обычно используют слабые и средние магнитные поля, для локальных воздействий

и воздействий на точки акупунктуры — средние и сильные магнитные поля, а для транскраниальной нейромагнитостимуляции — сверхсильные магнитные поля.

По объему и области воздействия различают локальную и общую магнитотерапию. К числу локальных относятся воздействия на ограниченную часть тела человека, обычно не превышающую 300—400 см². При общей магнитотерапии воздействию низкоинтенсивным магнитным полем подвергается вся или большая часть тела человека. Отличительными особенностями общей магнитотерапии считаются: а) возрастание объема взаимодействия биологических тканей с физическим фактором; б) возможность оказания не рефлекторного, а прямого действия на все органы и системы организма при малых дозировках фактора; в) большая выраженность специфических изменений при общих низкоинтенсивных воздействиях; г) возрастание вероятности синхронизации деятельности различных систем организма на энергетически выгодных условиях (А. М. Беркутов и др., 2000 г.; В. С. Улащик, 2001 г.).

Для переменных, модулированных и импульсных магнитных полей важной характеристикой является частота. В соответствии со значением частоты магнитные поля делят на низкочастотные (до 1000 Гц), среднечастотные (от 1 кГц до 1 МГц) и высокочастотные (более 1 МГц). В лечебной практике наиболее часто применяют магнитные поля с частотой до 100—200 Гц. По мнению многих исследователей, наиболее эффективными являются магнитные поля низкой частоты (до 100 Гц), которая соответствует резонансной частоте большинства структур организма (А. В. Максимов, А. Г. Шиман, 1991 г.; А. Г. Малыгин, 2001 г. и др.).

1.4. Взаимодействие магнитных полей с веществом и биологическими тканями

Биологические эффекты магнитных полей определяются физическими законами магнетизма, проявляющимися как на уровне отдельных атомов и молекул, так и более сложных биологических структур, органов и тканей.

Согласно современным представлениям, все структурные элементы вещества являются источником магнетизма, так как обладают магнитным моментом и, следовательно, магнитными свойствами. В основном магнетизм в веществе возникает вследствие того, что электроны обладают собственным магнитным моментом (электронный магнетизм). Атом как целое может проявить магнитные свойства только в том случае, если отсутствует спаривание электронов с противоположно направленными спинами. Атом-

ные ядра и их составные элементы также являются источником орбитального и спинового ядерного магнетизма.

Магнитное состояние вещества характеризуется величиной результирующего магнитного момента, отнесенного к единице объема, единице массы или грамм-атому вещества. Между намагниченностью вещества (M) и внешним магнитным полем имеется простая связь: $M = \chi \cdot H$, где χ – магнитная восприимчивость вещества. Чем больше эта величина, тем более намагниченным оказывается вещество в данном магнитном поле.

В зависимости от величины изменения χ при варьировании напряженности магнитного поля все вещества по магнитным свойствам разделяются на несколько типов. Вещества, которые ослабляют внешнее магнитное поле, называются диамагнитными. Величина χ у них меньше единицы. Диамагнетизмом обладают очень многие вещества, так как он связан с движением электронов. К ним, в частности, относятся вода, многие органические вещества, благородные металлы и др. Магнитная проницаемость клеток и практически всех жидкостей организма составляет 0,99995.

Вещества, у которых собственное магнитное поле усиливает внешнее магнитное поле, называются парамагнитными. Магнитная восприимчивость парамагнетиков больше 1. К парамагнитным веществам относятся газы, щелочные и щелочно-земельные металлы, растворы их солей и др. Из веществ, входящих в состав различных структур организма, к парамагнетикам относятся кислород, соли железа, некоторые гидроперекиси и радикалы. Их магнитная проницаемость составляет 1,00005.

Среди парамагнетиков выделяют группу веществ, называемых ферромагнитными. Они относятся к сильномагнитным веществам, характеризуются весьма высокой степенью намагничивания и выраженным остаточным намагничиванием ($\chi \ll 1$). При наложении внешнего магнитного поля происходит резкое усиление намагниченности ферромагнетиков. Ферромагнетиками являются некоторые металлы (железо, кобальт, никель и др.), их сплавы и соединения.

Биологические ткани по своим магнитным свойствам относятся к диамагнетикам и парамагнетикам, что усложняет объяснение механизмов взаимодействия магнитных полей (особенно слабых постоянных) с живыми организмами и активную реакцию на применение магнитных полей при их низкой магнитной восприимчивости. И все же сегодня известен ряд вероятных первичных механизмов действия магнитных полей, в том числе и постоянных, на биологические объекты.

При действии магнитного поля входящие в состав тканей жидкокристаллические структуры (мембраны, митохондрии, некоторые липопротеиды) из-за анизотропии их магнитных свойств строго ориентируются относительно вектора магнитной индукции. В результате такого ориентационного смещения формируются собственные магнитные поля, направленные (в соответствии с правилом Лоренца) против внешнего магнитного поля и ослабляющие его. Такой диамагнитный эффект наиболее выражен в фосфолипидных компонентах биологических мембран. Вследствие этого в них возникает собственный механический вращающий момент, и они способны к перемещению и деформации. Это сопровождается обратимыми структурными изменениями мембран клеток, изменениями их проницаемости, направления и скорости многих внутриклеточных биохимических процессов, связанных с клеточными мембранами и другими биологическими жидкокристаллическими структурами.

Магнитное поле вызывает наведение электрических токов (э.д.с. индукции) в проводниках, пересекающих его силовые линии. Э.д.с. индукции возникает при перемещении проводника в ПМП, а также в покоящихся проводниках под действием ПемП и ИМП. Важность этого явления для магнитобиологии определяется высокой электропроводностью жидких сред организма, в которых и происходит наведение э.д.с. индукции под действием внешних магнитных полей. Электрические токи (поля), возникающие в тканях вследствие электромагнитной индукции, способны вызвать перемещение заряженных частиц через мембрану, изменять другие физико-химические свойства клеток, активировать биохимические и биофизические процессы в различных тканях организма. Плотность распределения индуцированного электрического поля, а следовательно, и выраженность вызываемых в тканях и клетках сдвигов, пропорциональна напряженности магнитного поля и зависит от направления вектора магнитной индукции.

Важным физическим явлением, объясняющим биотропное влияние магнитных полей, является так называемый магнитомеханический эффект (эффект Лоренца). Сущность его состоит в возникновении механических сил взаимодействия между магнитным полем и движущимся электрическим зарядом. Магнитомеханическое взаимодействие возникает вследствие наличия у движущегося электрического заряда собственного магнитного поля. Это физическое явление реализуется в живом организме за счет возникновения механических сил, вызывающих структурно-функциональные изменения на всех уровнях (атомный, молекулярный, субклеточный, клеточный, тканевой), где протекают элементарные и

биоэлектрические процессы. Наиболее активно магнитомеханический эффект реализуется в нейронах электрически активных тканей и клеток: нейронах, нервных волокнах, структурах центральной нервной системы, мышечных клетках различного типа (А. В. Максимов, А. Г. Шиман, 1991 г.).

В последнее время предложена еще одна модель взаимодействия магнитных полей (в том числе и слабых) с биологическими системами, в которых непосредственной мишенью избирательного действия физического фактора являются катионы. Эта модель названа ионным параметрическим резонансом (ИПР), а важнейшим первичным звеном в цепи кооперативных реакций биологических систем является ион Ca^{2+} , специфически связанный с Ca^{2+} связывающими центрами протеинов и являющийся мессенджером действия различных стимулов на метаболизм клеток. Возможно участие и других катионов, способных модулировать кинетику ферментативных реакций метаболизма клеток.

Параметрический резонанс ионов способен привести систему «ионный канал – ион» в неустойчивое состояние и усилить флюктуации ионов малой амплитуды, неизбежные в такой колебательной системе, какой является живая клетка, в которой всегда имеются структуры с соответствующей внешнему магнитному полю частотой собственных колебаний и синхронные с его фазой. В этих условиях магнитное поле усиливает амплитуду колебаний и перемещений таких структур, что может явиться основой генерализованных кооперативных реакций (Г. Н. Пономаренко, И. И. Турковский, 2006 г.).

Могут быть упомянуты и другие явления, происходящие при взаимодействии биологических тканей и их компонентов с магнитными полями (В. С. Улащик, 1986 г.). Они имеют, по-видимому, ту же физическую основу, что и выше описанные, но протекают в силу различных причин по-особому. Например, влияние магнитных полей может реализовываться через химические реакции, протекающие в биосистемах по свободнорадикальному механизму. Свободный радикал, как известно, содержит по крайней мере один неспаренный валентный электрон, а следовательно, обладает спиновым магнитным моментом и может за счет него взаимодействовать с внешним магнитным полем. Магнитная восприимчивость свободных радикалов значительно больше, чем у сильных диамагнетиков и многих парамагнетиков. Воздействие магнитным полем может сопровождаться изменением скорости реакций, протекающих с участием свободных радикалов. При оценке этого механизма следует учитывать, что к свободнорадикальному типу относятся реакции с участием кислорода, многих энергетических субстра-

тов, а также большинство ферментативных реакций, т. е. наиболее важные для жизнедеятельности организма процессы.

Эндогенный уровень свободнорадикальной активности в различных тканях далеко неодинаков, существенно изменяется при патологических состояниях, что может в какой-то степени определять избирательный характер физиологического и лечебного действия магнитных полей.

В первичных механизмах действия магнитных полей несомненное значение имеет и так называемый эффект омагничивания воды, заключающийся в изменении квазикристаллической структуры и физико-химических свойств воды под влиянием магнитных полей. В наибольшей степени подвержена этим изменениям внутриклеточная вода, а также гидратационная вода сложных биоорганических молекул, что может существенно сказываться на регуляции различных внутриклеточных биохимических процессов. Роль этого механизма особенно может быть велика при использовании импульсных магнитных полей, частота которых совпадает с колебательными частотами молекул воды.

Еще одним эффектом, вызываемым действием магнитных полей, можно считать магнитогидродинамическое торможение циркуляции электропроводящих жидкостей в организме. Расчеты показывают, что магнитные поля применяемых в медицине напряженностей могут оказывать влияние на течение биологических жидкостей, особенно в крупных сосудах.

Говоря о действии магнитных полей на организм через водную среду, следует упомянуть о «Са—гидратационной» теории в объяснении механизма первичных реакций биосистем на применение этого физического фактора (Г. Е. Григорян, 1999 г.). В этом механизме свободные ионы кальция выполняют роль ведущего посредника в биоэффектах магнитных полей, осуществляя трансформацию внешней магнитной энергии в нервные импульсы. С уменьшением диаметра сосуда магнитогидродинамический эффект ослабевает.

Одним из важных молекулярных регуляторных механизмов в живых системах является активность иона. Она определяется степенью их гидратации и связыванием с макромолекулами. Такие системы как «ион-белок», «ион-вода», «белок-ион-вода», способные реализовать множество колебательных состояний, обладают магнитной анизотропией. При действии магнитного поля компоненты рассматриваемых систем будут совершать колебательные движения, параметры (векторы) которых могут не совпадать. В результате

этого будет происходить высвобождение части ионов из связи с макромолекулами и уменьшение их гидратации, а следовательно, возрастание ионной активности. Увеличение под влиянием магнитных полей ионной активности в тканях, подтвержденное в эксперименте, является предпосылкой к стимуляции клеточного метаболизма и функциональной активности клетки (В. С. Улащик, 1986 г.).

Важным моментом во взаимодействии магнитных полей с биологическими тканями является наличие в организме так называемых биогенных магнетитов, обладающих высокой чувствительностью к магнитным полям. Это в первую очередь меланоциты, содержащие в высоких концентрациях ионы железа, кобальта и органических радикалов (С. М. Зубкова, 2004 г.). Они могут быть первичными рецепторами в системе «пигментные клетки-кровеносный сосуд», инициирующими и усиливающими реакции кровеносного сосуда на магнитное поле. Точные морфофункциональные связи меланоцитов с элементами сосудистой стенки и нервными волокнами обеспечивают им такое положение.

Переменные магнитные поля способны корригировать функциональное состояние нейтрофилов, которые обладают мощными бактерицидными (миелопероксидаза, катионные белки) и гидролитическими (щелочная фосфатаза, протеаза) системами (Н. А. Темурьянц, А. В. Михайлова, 1988 г.).

Из внутриклеточных образований наиболее реактивными к МП оказались митохондрии, хотя и другие органеллы – эндоплазматический ретикулум, ядро, рибосомы, лизосомы – реагировали на этот фактор. Скорее всего, главные процессы, связанные с реализацией действия магнитных полей на живую ткань, происходят на биомембранах (Ю. А. Холодов, 1998 г.).

В объяснении биологических эффектов магнитных полей в последние годы большое значение придается их антигистаминным, серотониногенным эффектам, а также влиянию на опиоидную систему организма.

Таким образом, действие магнитных полей на организм может реализовываться за счет различных физических механизмов. Для их осуществления в живых системах существует достаточное количество структур на всех уровнях организации жизнедеятельности, изменения в которых могут сопровождаться реакциями клеточного, системного и организменного порядка, определяющими физиологическое и лечебное действие магнитотерапии. Как первичные, так и вторичные реакции организма при этом зависят не только от физических характеристик используемых магнитных полей, но и функционального состояния организма и его отдельных органов и систем.

Глава 2. ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ И ЛЕЧЕБНОЕ ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ

В предыдущей главе было продемонстрировано, что в организме существуют структуры различного уровня организации, которые способны реагировать на действие магнитных полей. Происходящие в них при этом изменения, составляющие первичную основу влияния фактора, определяют физиологическое и лечебное действие магнитотерапии. В связи с тем, что организм представляет собой многоуровневую иерархическую систему, действие магнитных полей проявляется на различных уровнях организации (ядерно-молекулярный, клеточный, тканевой, органный, системный, организменный) и зависит от многих внешних и внутренних факторов. Это, вне сомнения, затрудняет изложение соответствующего материала. Несмотря на большое количество исследований, проводившихся по различным аспектам магнитологии, вопрос о механизмах физиологического и лечебного действия магнитных полей остается открытым, а многие сведения о биологических эффектах нередко противоречивы, не имеют очевидных доказательств и строгого научного объяснения. Поэтому из многочисленных материалов для настоящей главы отобраны лишь те материалы, которые имеют хорошую доказательную базу и проверены как в эксперименте, так и в клинике.

2.1. Действие магнитных полей на организм и его отдельные системы

Прежде чем перейти к изложению конкретных данных о физиологическом действии магнитных полей, остановимся на некоторых особенностях реагирования организма на применение этого физического фактора (В. С. Улащик, 1986 г.).

1. Реакции организма на воздействие магнитных полей отличаются разнообразием и неустойчивостью. Это в значительной степени определяется большими различиями в индивидуальной чувствительности к ним как организма в целом, так и отдельных его систем, а также преимущественно неспецифическим характером действия магнитных полей.

2. Характер реакции биообъектов на применение магнитных полей существенно зависит от исходного состояния организма и его важнейших функциональных систем. Действие магнитных полей во многих случаях носит нормализующий или корригирующий характер.

3. Многие реакции организма на действие магнитных полей характеризуются фазностью течения, в процессе которого нередко наблюдается изменение их направления на противоположное.

4. На возникновение реакции, ее силу и длительность существенно влияют физические характеристики магнитных полей, особенно биотропные.

5. Многие из реакций организма на действие магнитных полей имеют пороговый или даже резонансный характер. Особенно четко эта особенность проявляется при использовании импульсных магнитных полей.

6. Действию магнитных полей присущ следовой характер. После однократных воздействий некоторые реакции организма или отдельных систем сохраняются в течение 1—6 суток, а после курса—30—45 дней.

7. Импульсные и переменные магнитные поля приводят, как правило, к более стойким и выраженным физиологическим и лечебным изменениям, чем постоянное магнитное поле.

Органы и системы организма по-разному реагируют на действие магнитных полей. Избирательность ответной реакции организма зависит от электрических и магнитных свойств тканей, различий в них микроциркуляции, интенсивности метаболизма и состояния нейрогуморальной регуляции. По степени чувствительности к магнитному полю в убывающем порядке следуют: нервная, эндокринная системы, органы чувств, сердечно-сосудистая система, кровь, мышечная, пищеварительная, выделительная, дыхательная и костная системы (С. А. Гуляр, Ю. П. Лиманский, 2006 г.). Повышенная чувствительность нервной системы к магнитным полям, очевидно, в какой-то степени обусловлена высоким диамагнетизмом тканей мозга. Магнитная восприимчивость мозжечка человека составляет $0,57 \cdot 10^{-6}$, а мозговой ткани больших полушарий — $0,68 \cdot 10^{-6}$ (А. М. Беркутов с соавт., 2000 г.).

Нервная система. Реакции нервной системы при магнитотерапии выявляются на различных уровнях ее организации и при использовании различных методов.

При воздействии на голову животных Ю. А. Холодов наблюдал изменение потенциалов ЭЭГ, десинхронизацию активности головного мозга, а из структурных изменений—увеличение числа астроцитов, микро- и олигодендроглии сенсорной области коры больших полушарий. Такие изменения усиливались с увеличением экспозиции, сопровождаясь гиперплазией и гипертрофией тел и отростков этих клеток. В этой связи высказывается предположение,

что нейроглия, возможно, является своеобразным магниторецептором (Р. П. Кикут, 1977 г.).

Под действием магнитных полей изменяется условно-рефлекторная деятельность мозга, характеризующаяся трудностью образования положительных рефлексов. Магнитные поля небольших интенсивностей стимулируют тормозные процессы в ЦНС, благоприятно влияют на сон и поведение. Мощные импульсные магнитные поля, наоборот, оказывают на ЦНС возбуждающее действие. Регистрация электрической активности выявляет неодинаковую интенсивность ее в различных отделах мозга. Согласно данным Ю. А. Холодова (1982 г.), подтвержденным и другими исследователями, наиболее интенсивная электрическая реакция отмечается в гипоталамусе, затем следует кора головного мозга, специфические и неспецифические ядра таламуса, гиппокамп и ретикулярная формация среднего мозга. Повышенная чувствительность к действию магнитных полей коры головного мозга и гипоталамуса, являющихся важнейшими центрами регуляции, во многом объясняет сложный характер реакции живых систем на этот физический фактор и ее зависимость от исходного функционального состояния организма, в первую очередь нейроэндокринной системы. Даже кратковременные однократные воздействия приводят к синхронизации деятельности секреторных клеток и усилению синтеза нейросекрета и выделению его из ядер гипоталамуса. Это приводит к усилению функциональной активности всех долей гипофиза.

Данные реоэнцефалографии указывают на снижение тонуса церебральных сосудов под влиянием магнитных полей и улучшение кровоснабжения мозга. При магнитотерапии происходит активация азотистого и углеводно-фосфорного обмена, может повышаться устойчивость мозга к гипоксии. Магнитные поля большой напряженности при их длительной экспозиции, наоборот, приводят к развитию тканевой гипоксии и дискоординации метаболизма нервной ткани.

Магнитные поля оказывают влияние на вегетативную нервную систему, вызывая преимущественно усиление тонуса ее парасимпатического отдела. Их действие на поврежденный спинной мозг проявляется в активации регенераторных внутриклеточных процессов.

В зависимости от параметров используемого магнитного поля при магнитотерапии может понижаться чувствительность периферических рецепторов, усиливаться рост аксонов и миелинизация в периферических нервах, улучшаться функция проводимости. Мно-

гие из этих эффектов объясняют действием магнитных полей на синаптическую передачу и потенциал действия нейронов, а также модификацией функций экстраклеточного матрикса. Общая схема реакций нервной клетки на действие магнитного поля показана на рис. 6 (С. А. Гуляр, Ю. П. Лиманский, 2006 г.).

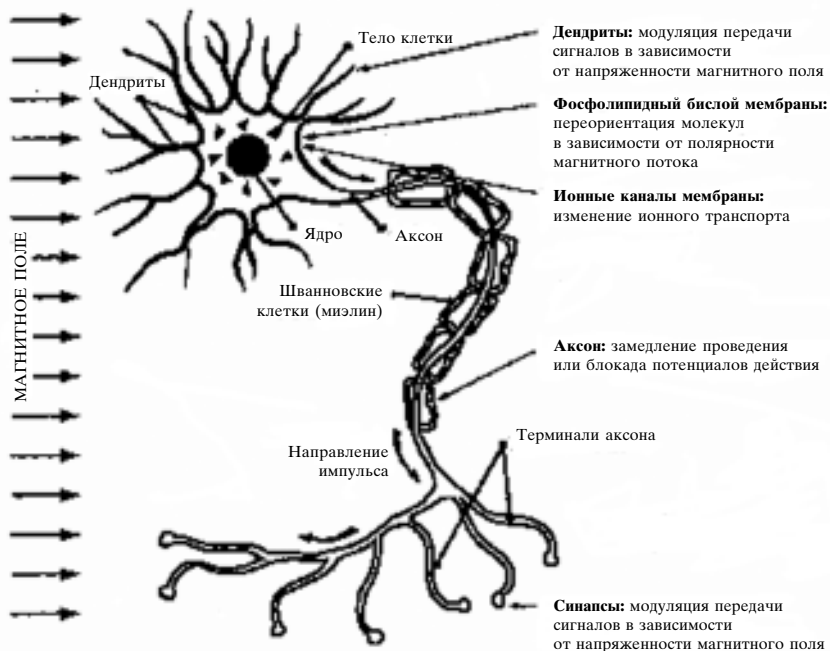


Рис. 6. Функциональные изменения в нейроне под действием постоянного магнитного поля

Эндокринная система. Многие авторы отмечают, что биологические эффекты магнитных полей в значительной степени обусловлены стимуляцией нейроэндокринной системы. Возбуждение гипоталамо-гипофизарной области вызывает цепную реакцию со стороны периферических эндокринных органов, характеризующуюся изменением функциональной активности надпочечников, щитовидной и половой желез.

Многочисленными исследованиями установлено, что воздействие как постоянным, так и переменными и импульсными магнитными полями в терапевтических дозировках (20—30 мТл, 8—15 минут) активизирует все звенья симпато-адреналовой системы.

Применение мощного импульсного магнитного поля (1,2—1,6 Тл) сопровождается активацией преимущественно медиаторного звена этой системы.

Для действия магнитных полей характерным является их стимулирующее влияние на функции щитовидной железы. Небольшие дозировки этого фактора стимулируют и деятельность половых желез. С увеличением индукции и времени воздействия магнитного поля может происходить угнетение функции яичников и семенников, но яичники менее чувствительны к действию фактора, чем семенники. Это связывают с особенностями строения и функции этих органов. В целом можно подчеркнуть, что развивающаяся при магнитотерапии системная реакция желез внутренней секреции направлена на повышение резистентности и адаптационных возможностей организма.

Длительное воздействие магнитных полей повышенной индукции уже сопровождается появлением гемодинамических расстройств и дистрофических изменений клеток в гипофизе, надпочечниках и других органах, что свидетельствует о развитии стрессорных реакций, которые влекут за собой сдвиги в обмене веществ, снижение интенсивности энергетических процессов, гликолиз, нарушение проницаемости клеточных мембран, гипоксию и т. д. (Ю. М. Райгородский и соавт., 1987 г.).

Магнитные поля оказывают влияние на синтез эпифизом мелатонина, обладающего антиоксидантным, ритмрегулирующим и иммуномодулирующим действием. В зависимости от вида и интенсивности магнитного поля, а также от времени (день, ночь) его применение может либо усиливать, либо угнетать продукцию мелатонина, а также его предшественника серотонина (Н. А. Темурьянц и соавт., 1998 г.). Не менее важно, что магнитные поля способны изменять временную организацию различных физиологических систем, контролируемых эпифизом.

В большинстве случаев все же отмечают угнетение синтеза мелатонина и объясняют это влиянием магнитных полей на активность ферментов. Исследования на крысах, например, показали, что синусоидальные магнитные поля понижают активность N-ацетилтрансферазы – фермента, снижающего скорость синтеза мелатонина, тогда как активность гидроксиндол-О-метилтрансферазы, конвергирующей N-ацетилсеротонин в мелатонин, оставалась неизменной безотносительно от типа эксперимента и интенсивности воздействия (Selmaoui B., Touitou Y., 1995 г.).

На магнитное поле реагируют также многочисленные клетки, способные синтезировать мелатонин и серотонин (апудоциты), совокупность которых образует рассеянную эндокринную систему (APUD-систему). В физиологических условиях существует определенная синхронность в работе всех элементов этой системы, основанная на принципе антагонистической регуляции функций. Особенно много APUD-клеток в слизистой оболочке желудочно-кишечного тракта и поджелудочной железе, где они способны образовывать большое количество моноаминов и олигопептидов, обладающих гормональным действием.

Сердечно-сосудистая система и кровь. Согласно данным литературы, реакция сердечно-сосудистой системы на магнитные поля является весьма сложной. Она представляет собой интегральный ответ как прямого действия магнитного поля на миокард, проводящую и вегетативную нервную системы сердца, так и рефлекторного влияния на сердце и сосуды. При действии терапевтических дозировок магнитных полей реакция сердечно-сосудистой системы, как правило, имеет адаптивный характер.

Под влиянием магнитных полей пульс обычно урежается, сокращения сердца становятся более эффективными, улучшается внутрисердечная гемодинамика. Сократительная функция миокарда усиливается главным образом за счет укорочения периода напряжения и удлинения фазы изгнания. Это приводит к улучшению коронарного кровообращения и питания миокарда, что подтверждает увеличение зубца Т на электрокардиограмме. Описанные изменения объясняют умеренным адреноблокирующим действием магнитного поля, которое, по-видимому, вызвано конформационными изменениями активного центра β -адренорецепторов миокарда, снижающими его сродство к адреналину. Обнаружено также, что магнитное поле уменьшает депонирование катехоламинов в миокарде. Артериальное давление, особенно повышенное, имеет отчетливую тенденцию к снижению. Выраженность этого эффекта зависит от локализации и параметров воздействия. Имеются основания утверждать, что магнитное поле способно изменять работу кальциевых каналов барорецепторов, являющихся важным компонентом в регуляции давления крови. Реография свидетельствует о повышении тонуса стенок артерий, увеличении кровенаполнения сосудов конечностей и улучшении периферического кровообращения при действии низкоинтенсивного (до 30 мТл) магнитного поля. При этих же параметрах магнитотерапии отмечаются

благоприятные изменения со стороны микроциркуляции и транскапиллярного обмена: после кратковременного замедления капиллярного кровотока уже через 10—30 мин. возрастает скорость кровообращения во всех звеньях микроциркуляторного русла, улучшается сократительная способность сосудистой стенки, увеличивается емкость сосудов, происходит разжижение крови, снижение ее вязкости и улучшение ее реологических свойств, наблюдается раскрытие резервных капилляров, анастомозов и шунтов. Одновременно происходит изменение сосудистой проницаемости, снижается количество внесосудистой тканевой жидкости.

Магнитные поля оказывают влияние на свертывающуюся систему крови. Показатели свертываемости крови могут изменяться разнонаправленно в зависимости от вида и напряженности магнитного поля, продолжительности его воздействия. В большинстве случаев под влиянием магнитных полей отмечается гипокоагуляционный эффект за счет активации противосвертывающей системы, уменьшения внутрисосудистого пристеночного тромбообразования, увеличения уровня гепарина и снижения вязкости крови. Большие дозировки магнитных полей и длительные воздействия приводят к повышению активности свертывающей системы крови, о чем свидетельствуют укорочение времени свертывания крови, возрастание толерантности плазмы к гепарину и активности фактора XII, увеличение адгезивной способности тромбоцитов. Имеющиеся сведения позволяют предполагать, что в гемокоагуляционных эффектах магнитных полей имеет значение их влияние на электрические и магнитные свойства элементов крови, участвующих в гемокоагуляции. Учитывая пусковую роль кровяных пластинок в начальных стадиях свертывания крови, тромбоцитарному звену гемостаза отводят некоторые авторы главную роль в механизме гипер- или гипокоагуляции при воздействии магнитными полями.

СОЭ у людей под действием магнитных полей обычно замедляется. Число эритроцитов, а также содержание гемоглобина в крови, особенно при гемагнитотерапии, может, увеличиваться, что объясняют усилением деятельности костного мозга и стимуляцией эритропоэза. Магнитное поле изменяет структуру и функцию лейкоцитов. Эти изменения в большинстве случаев носят фазный характер. Наиболее типичной реакцией, регистрируемой как *in vitro*, так и *in vivo*, является усиление фагоцитарной активности лейкоцитов.

Обмен веществ. Воздействие магнитным полем сопровождается изменением различных видов обмена веществ в организме. Сдви-

ги в обмене веществ зависят от очень многих факторов, и нередко сведения о них противоречивы у различных авторов. Что касается белкового метаболизма, то наиболее типичной реакцией на применение магнитных полей является увеличение содержания в сыворотке крови и некоторых тканях общего белка и глобулинов, прежде всего за счет α - и γ -глобулиновых фракций. При общих высокоинтенсивных магнитных воздействиях наблюдается увеличение аммиака, глутаминовой, γ -аминомасляной и аспарагиновой кислот на фоне уменьшения глутамината. При магнитотерапии отмечается также усиление обмена нуклеиновых кислот и синтез белков, что влияет на пластические процессы.

Разнообразны и дозозависимы изменения в углеводном обмене при магнитотерапии. Длительное общее воздействие магнитным полем на организм вызывает снижение гликогена и креатинфосфата в нервной ткани, сердце и мышцах, повышение молочной и пировиноградной кислот в головном мозге, печени, сердце и скелетных мышцах, угнетение процессов окислительного фосфорилирования и интенсификацию гликолитических процессов. При кратковременных общих воздействиях на организм магнитным полем снижается содержание пировиноградной и молочной кислот не только в крови, но также в печени и мышцах на фоне увеличения гликогена в печени.

Магнитные поля влияют и на липидный обмен. При действии слабых постоянных и переменных магнитных полей отмечается увеличение содержания в крови и некоторых тканях неэстерифицированных жирных кислот, уменьшение уровня холестерина в крови. Длительное действие даже малоинтенсивных магнитных полей сопровождается повышением содержания в крови холестерина, β -липопротеинов, общих липидов и снижает уровень фосфолипидов.

При магнитотерапии изменяются некоторые показатели минерального обмена, а также состояние отдельных ионов, в том числе ионов кальция. Под действием магнитного поля в тканях снижается содержание натрия при одновременном увеличении концентрации калия, что свидетельствует об изменении проницаемости клеточных мембран. Отмечается снижение содержания железа в мозге, сердце, печени, мышцах, селезенке и повышение его в костной ткани. Такое перераспределение железа согласуется с данными о стимуляции при магнитотерапии кроветворения. Одновременно повышается содержание меди в мышце сердца, селезенке и семенниках, а содержание кобальта снижается во всех органах, и происхо-

дит перераспределение его между кровью, отдельными органами и тканями. Под влиянием магнитных полей увеличивается биологическая активность магния и содержание его в некоторых органах.

Особо следует отметить, что магнитные поля небольшой индукции стимулируют процессы тканевого дыхания, изменяя соотношение свободного и фосфорилирующего окисления в дыхательной цепи, увеличивают уровень антиоксидантов в крови. Магнитные поля большой интенсивности могут угнетать тканевое дыхание. Уместно обратить внимание, что ферменты дыхательного ряда более чувствительны к влиянию магнитных полей, чем гидролитические.

В целом, можно подчеркнуть, что направленность и выраженность метаболических изменений находится в зависимости от специфических условий каждого вида обмена веществ и характера воздействия магнитным полем.

Иммунная система. Весьма чувствительна к действию переменных, импульсных и постоянных магнитных полей и иммунная система. Хотя сведения об иммуномодулирующем действии магнитных полей различных параметров не везде однозначны, большинство авторов указывают на усиление при воздействии магнитным полем как клеточного, так и гуморального иммунитета. Магнитные поля в терапевтических дозировках повышают содержание в крови человека и животных лизоцима, комплемента, вызывают неспецифическую поликлональную стимуляцию антителогенеза, увеличение фагоцитарной активности, снижение уровня циркулирующих иммунных комплексов, повышение Т-хелперной активности. Наиболее выраженным иммуномодулирующим действием обладает вихревое магнитное поле. Согласно нашим исследованиям, отмечаемые у спортсменов изменения количественных и функциональных показателей Т-клеточного звена иммунитета хорошо корригируются с помощью гемагнитотерапии. Как подчеркивают многие исследователи, направленность и степень иммунологических сдвигов при магнитотерапии зависят не только от параметров действующего магнитного поля, но и от того, на каком этапе иммуногенеза оно применено.

Другие органы и системы. Действие магнитных полей на нервно-мышечный аппарат человека и животных проявляется в увеличении мышечной работоспособности, в том числе и после локального или общего утомления. С помощью импульсных магнитных полей можно вызвать избирательное мышечное сокращение,

что успешно сегодня используется при миомагнитостимуляции. Постоянное магнитное поле при определенных условиях способно вызвать длительное расслабление скелетных мышц.

Реакции лимфатической системы зависят от параметров магнитного поля, в первую очередь от величины магнитной индукции. Под влиянием магнитных полей терапевтических параметров функция лимфатической активизируется: улучшается кровоснабжение регионарных лимфоузлов, в периферической крови увеличивается количество лимфоидных клеток, повышается коэффициент их резистентности. Со стимуляцией функции лимфоидной ткани, по-видимому, связано отмечаемое при магнитотерапии повышение неспецифической резистентности организма. При использовании интенсивных постоянных и переменных магнитных полей в лимфатической системе происходят изменения, которые расцениваются как иммунодепрессивные.

Таким образом, данные многочисленных исследований свидетельствуют о том, что общее и местное воздействие на организм искусственных магнитных полей различных параметров оказывает выраженное влияние на нервную, эндокринную, сердечно-сосудистую, иммунную и другие системы организма. При этом выраженность и длительность ответных реакций находится в зависимости от вида магнитного поля, его параметров, экспозиции и локализации воздействия. В большинстве случаев эти сдвиги носят компенсаторно-приспособительный характер, а наиболее выраженные изменения наблюдаются при использовании импульсных магнитных полей, что указывает на целесообразность более широкого применения в клинической практике импульсной магнитотерапии.

2.2. Лечебное действие магнитных полей

Как и физиологические, лечебные эффекты магнитных полей разнообразны и многочисленны. В отличие от физиологических реакций организма они зависят не только от параметров и условий применения магнитного поля, но и от характера патологического процесса, стадии и особенностей его течения. Это значительно затрудняет обобщенное изложение сведений о лечебном действии магнитных полей, применяемых сегодня в физиотерапии. Поэтому остановимся на основных и достаточно хорошо аргументированных терапевтических эффектах магнитных полей.

Важным лечебным свойством магнитных полей является способность подавлять течение воспалительных реакций. Противовос-

палительное действие магнитных полей мягкое, умеренно выраженное, но стойкое и характеризующееся достаточно длительным последействием. Механизмы этого лечебного эффекта магнитных полей, по-видимому, многообразны. Также, как и у нестероидных противовоспалительных средств, он может быть обусловлен торможением синтеза простагландинов. Определенную роль может выполнять и кортизол, уровень которого, в том числе и его свободной фракции в сыворотке крови, при магнитотерапии возрастает при различных методиках воздействия. При этом возрастает и абсолютное количество кортизола в организме как результат стимуляции надпочечников. Определенное значение в антифлогистическом действии магнитного поля имеет увеличение содержания в крови некоторых эндогенных веществ: гепарина, лизоцима, комплемента, а также неспецифическая поликлональная стимуляция антителопродукции и увеличение фагоцитарной активности лейкоцитов. Уместно подчеркнуть, что к действию магнитных полей весьма чувствительны микроорганизмы, и это может иметь значение в противовоспалительном действии фактора. Вызываемые магнитным полем повышение проницаемости, ускорение микроциркуляции и улучшение оксигенации тканей также положительно сказываются на течении воспалительного процесса.

Противовоспалительный эффект магнитного поля развивается постепенно и требует для выраженного его проявления курсового применения фактора (6—8—10 процедур).

Одним из наиболее характерных проявлений действия магнитных полей считается противоотечный эффект, который преимущественно проявляется в отношении травматических и воспалительных отеков. Механизмов противоотечного эффекта магнитных полей, по-видимому, несколько. Их противоотечное действие объясняется активацией основного фермента мембранной проницаемости – К-Na-АТФ-азы, выводящей из клетки натрия и воду. К уменьшению отека могут приводить активируемые магнитным полем регионарный кровоток и микроциркуляция, ведущие к увеличению емкости сосудистого русла, а также улучшение лимфооттока. В противоотечном действии магнитных полей имеет значение изменение структуры и физико-химических свойств воды, сказывающееся на связывании ее различными молекулами. Наиболее отчетливо противоотечное действие проявляется при использовании импульсных магнитных полей, частота которых совпадает с частотой активационных колебаний молекул воды. Противо-

отечный эффект при магнитотерапии развивается уже после 2—3-х процедур и продолжает нарастать в процессе курсового лечения.

Важным свойством магнитных полей, во многом обуславливающим их применение в лечебной практике, является трофико-регенераторное действие фактора при травматических, воспалительных и дегенеративно-дистрофических повреждениях тканей. Независимо от причины тканевого повреждения воздействие магнитным полем позволяет значительно ускорить заживление, восстановление нормальной структуры и функции ткани. К примеру, консолидация костных переломов и эпителизация гастродуоденальных язв ускоряется при магнитотерапии в среднем на полторы—две недели (А. В. Максимов, А. Г. Шиман, 1991 г.). В основе трофико-стимулирующего действия магнитного поля лежит активация внутриклеточной биоэнергетики (ускорение реакций окислительного фосфорилирования и увеличение синтеза АТФ) и пластических процессов (стимуляция ДНК-транскриптазы, увеличение синтеза транспортной РНК с последующим увеличением синтеза белка). Это приводит к увеличению в области тканевого дефекта количества молодых недифференцированных бластных клеток, синхронизации их вступления в деление и образованию новых зрелых клеток. Развитию трофического эффекта, вне сомнения, способствуют происходящие при магнитотерапии усиление местного кровообращения, улучшение микроциркуляции, увеличение доставки к поврежденным тканям кислорода и питательных веществ. При магнитотерапии ряд авторов отмечает увеличение содержания в поврежденных тканях фактора роста и связывает его с экспрессией соответствующего гена.

Трофико-регенераторное действие проявляется лишь при курсовом применении магнитного поля. Трофико-стимулирующие свойства магнитных полей служат основанием для использования магнитотерапии при многих заболеваниях и состояниях: при переломах костей, травмах мягких тканей, длительно незаживающих ранах и трофических язвах, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

Магнитотерапии присуще нейротропное действие, проявляющееся в различных изменениях деятельности центральной, периферической и вегетативной нервной системы. Периферическая нервная система реагирует на действие магнитного поля изменением чувствительности периферических рецепторов, что обуславливает его обезболивающий эффект. В основе обезболивающего действия магнитотерапии лежит и прекращение импульсации из бо-

левого очага вследствие устранения гипоксии и других произошедших под влиянием магнитного поля положительных сдвигов в нем. Полагают также, что обезболивающее действие связано с изменением функциональных свойств мембран нейронов, повышением трансмембранного потенциала покоя и порога возбуждения периферических нервных образований. При общей и транскраниальной магнитотерапии обезболивание вызвано и выбросом в кровь и ликвор эндорфинов. Предполагается, что обезболивающий эффект магнитных полей реализуется через их дегидротационное действие (А. А. Даниелян, С. Н. Айрапетян, 1998 г.).

Центральная нервная система на применение магнитных полей небольшой интенсивности реагирует повышением силы тормозных процессов, что и определяет седативный эффект магнитотерапии. Тормозное действие магнитных полей проявляется также снижением эмоционального напряжения и аффективной неустойчивости, улучшением ночного сна. Седативный эффект выражен в наибольшей степени при общей магнитотерапии и воздействии магнитным полем на голову, шейно-грудной отдел позвоночника, воротниковую зону.

Импульсные магнитные поля как на периферическую, так и центральную нервную систему могут оказывать возбуждающее действие, что используется при последствиях травм и нарушений кровообращения. Воздействие магнитным полем, например, на травмированный нерв сопровождается улучшением функции проводимости, роста аксонов и миелинизации в периферических нервах, торможением развития в них соединительной ткани. Вегетативное действие магнитных полей характеризуется стимуляцией парасимпатического и угнетением симпатического звена вегетативной нервной системы.

Гипотензивный эффект магнитных полей зависит от локализации, объема и параметров воздействия. Наиболее выраженное и продолжительное снижение артериального давления нами отмечено при общей магнитотерапии. Влияние последней в свою очередь зависело от дозиметрических параметров. При сравнении гипотензивного эффекта у больных артериальной гипертензией, которым проводилась процедура общей магнитотерапии от разных источников («Униспок» — 3—5 мТл; «Wave ranger» — 4000 мТл и Viofor JPS — 40—45) установлено более выраженное и продолжительное снижение артериального давления под действием слабого магнитного поля от аппарата «Униспок» (рис. 7).

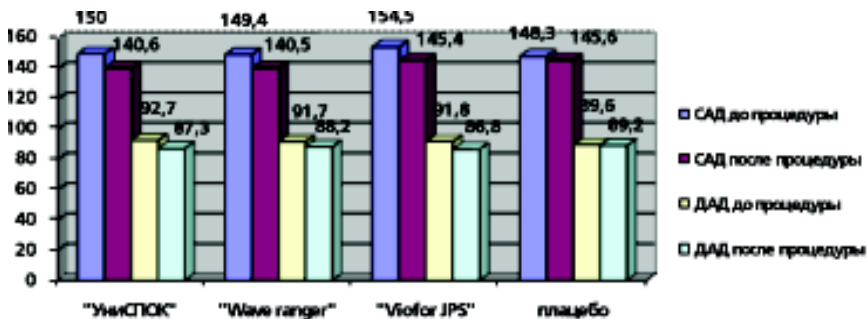


Рис. 7. Влияние однократных процедур от различных источников общего магнитного поля на уровень артериального давления у больных артериальной гипертензией

Гипотензивное действие, особенно при применении магнитных полей на шейно-грудной отдел позвоночника, воротниковую область и голову, связывают со способностью фактора усиливать тонус парасимпатической нервной системы, снижать содержание катехоламинов в центральных нервных структурах. Кроме того периферическое сосудистое русло реагирует на воздействие магнитным полем расширением артерий мышечного типа, артериол, раскрытием нефункционирующих коллатералей, прекапиллярных сфинктеров, оживлением микроциркуляции, дилатацией венул и вен. При воздействии на область почек гипотензивный эффект возникает за счет влияния магнитного поля на почечную гемодинамику, уменьшения ишемии коркового вещества, в котором залегают почечные гломерулы и клетки юкстагломерулярного аппарата, торможения синтеза ренина – важнейшего прессорного гормона организма, снижения активности натрийуретического гормона.

Магнитным полям присуще также иммуномодулирующее действие. Как уже отмечалось, направленность и степень иммунологических изменений зависят от параметров и локализации воздействия, исходного состояния иммунной системы и фазы иммуногенеза в период применения магнитного поля. В большинстве случаев, в частности, при воздействии слабыми магнитными полями на иммунокомпетентные органы, отмечается иммуностимулирующий эффект.

Магнитное поле, как свидетельствуют исследования последних лет, проявляет и противоаллергический эффект. Он выражается в форме неспецифической десенсибилизации при аллергических реакциях немедленного типа. Очевидно, это действие реализуется на уровне тучных клеток путем стабилизации их мембран и предотвращения грануляции с выбросом медиаторов аллергии (гис-

тамин, брадикинин). Снижение интенсивности дегрануляции лоброцитов в ходе текущей аллергической реакции под действием магнитного поля позволяет уменьшить проницаемость сосудов, пропотевание плазмы через сосудистую стенку, отек тканей и, таким образом, значительно смягчить клиническую симптоматику аллергической реакции. Десенсибилизирующий эффект магнитных полей подтверждает успешное применение магнитотерапии при таких заболеваниях, как вазомоторный ринит, бронхиальная астма, отек Квинке и аллергодерматозы.

Говоря о лечебном действии магнитных полей, нельзя обойти вниманием вопрос об их влиянии на фармакодинамику лекарств, так как эти терапевтические средства используются комплексно при многих заболеваниях. Согласно имеющимся данным (правда, весьма немногочисленным), магнитные поля способны модифицировать фармакологические свойства лекарственных веществ. В частности, они потенцируют действие противовоспалительных (фенилбутазон, салицилат натрия), обезболивающих (новокаин, анальгин), гипотензивных (сернокислая магнезия, клофелин, клонидин), нейротропных (диплацин, этаминал натрия, коразол), некоторых химиотерапевтических противоопухолевых средств; снижают активность холинэргических лекарственных веществ; оказывают дозозависимое влияние на фармакологические эффекты кортизона, антикоагулянтов (А. Ф. Лещинский, В. С. Улащик, 1989 г.; И. Л. Чарская, 1996 г.; Л. Н. Чеснокова, 1981 г.; В. С. Улащик, 2008 г. и др.).

В плане дифференцированного использования магнитных полей можно ориентироваться на некоторые различия в их основных лечебных эффектах. Согласно обобщающим данным, основным видом магнитных полей присущи преимущественно следующие эффекты (В. М. Боголюбов, Г. Н. Пономаренко, 1999 г.; А. А. Ушаков, 1996 г.; В. С. Улащик, 2008 г.):

ПМП — коагулокорректирующий, седативный, трофический, сосудорасширяющий, иммуномодулирующий;

ИМП — нейромюстимулирующий, вазоактивный, трофический, анальгетический, противовоспалительный;

ПеМП — вазоактивный, противовоспалительный, противоотечный, трофический, гипокоагулирующий, актопротекторный, местный обезболивающий;

БеМП — лимфодренирующий, катаболический и репаративно-регенеративный, противовоспалительный.

Таким образом, краткий обзор физиологического и лечебного действия магнитных полей показывает, что этот физический фактор обладает очень широким и разнообразным действием на орга-

низм человека и животных в норме и при патологии. Это, по-видимому, вызвано преимущественно неспецифическим характером рецепции энергии магнитного поля различными органами и тканями организма. Вместе с тем, варьируя параметры и вид воздействия, можно с их помощью оказать целенаправленное влияние на течение многих патологических процессов.

Неспецифический характер лечебного влияния магнитных полей допускает, с одной стороны, возможность комбинирования их с физическими факторами аналогичного или близкого механизма действия (лазерное излучение, видимые лучи и инфракрасный свет, вибрация и др.). С другой стороны, он не исключает применения их в комплексе со средствами специфического воздействия на патологический процесс, например, с лекарственными средствами.

Сроки развития физиологических и особенно лечебных эффектов магнитных полей неодинаковы. После разовых воздействий отмечают обычно лишь умеренный седативный и гипотензивный эффекты. При повторных (3—4 процедуры) воздействиях уже проявляются обезболивающий и противоотечный эффекты. Возникновение трофическостимулирующего, противовоспалительного, сосудорасширяющего и десенсибилизирующего действия отмечается лишь после 6—8 процедур. Поэтому для достижения максимального лечебного эффекта и оказания влияния на различные звенья патологического процесса требуется проведение курсового (12—15 процедур) воздействия магнитным полем. Минимально необходимой продолжительностью курса следует признать 8—10 процедур, а максимальная продолжительность его может достигать 20—25 процедур (А. В. Максимов, А. Г. Шиман, 1991 г.). Терапевтический эффект после магнитотерапии сохраняется до 2-х и более месяцев.

Магнитотерапия относится к числу наиболее щадящих и легко переносимых методов физического лечения. Не вызывая выраженных субъективных ощущений, сдвигов центральной гемодинамики и тепловых эффектов, магнитотерапия может активно применяться у больных пожилого и старческого возраста, детей при наличии сопутствующей патологии и более тяжелом течении основного заболевания.

Хотя магнитные поля и не приводят, как указывалось выше, к резким изменениям в организме, но примененные в высоких и неадекватных состоянии больного дозировках они могут вызывать расстройства деятельности ряда органов и систем. Прежде всего, отмечают нарушения деятельности эндокринных органов и сердечно-сосудистой системы, снижение артериального давления, развитие гипоксии. В таких случаях лечение не прерывают, а уменьшают индукцию магнитного поля и продолжительность процедуры.

Глава 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ МАГНИТОТЕРАПИИ

Магнитотерапия—один из разделов физиотерапии, объединяющий методы, основанные на использовании с лечебно-профилактическими и реабилитационными целями разнообразных магнитных полей. В соответствии с их параметрами и методикой применения различают несколько видов магнитотерапии, представленных на рис. 8.



Рис. 8. Классификация методов магнитотерапии

Многие из современных аппаратов генерируют магнитные поля различных видов (ПДМТ, АМАТ-01, АТМТ-01, «Градиент-3» и др.), а поэтому в настоящей книге, посвященной импульсной магнитотерапии, имеет смысл хотя бы кратко охарактеризовать все виды лечебного использования магнитных полей. Импульсная же магнитотерапия будет рассмотрена более подробно в отдельной главе.

3.1. Постоянная магнитотерапия

Среди методов магнитотерапии, основанной на использовании магнитных полей различных параметров, наиболее старым является постоянная магнитотерапия: в лечении различных недугов магнит использовали Аристотель, Гален, Авиценна, Парацельс и другие врачи древности и средневековья.

Постоянная магнитотерапия— применение с лечебно-профилактическими и реабилитационными целями постоянных магнитных полей. Постоянным магнитным полем (ПМП) является поле, ин-

дукция которого не изменяется во времени, а в каждой точке пространства вектор магнитного поля остается постоянным по значению и направлению. ПМП образуется либо постоянным магнитом, либо постоянным электрическим током, протекающим по какому-либо проводнику.

Взаимодействие постоянных магнитных полей с биологическими системами сопровождается различными физико-химическими изменениями в органах и тканях, составляющими первичную основу их физиологического и лечебного действия. Предполагается, что среди первичных эффектов действия ПМП наиболее реальными являются изменения конформации и ориентации макромолекул, гидратации и подвижности ионов, физико-химических свойств и структуры воды. Особенно большое значение придается влиянию постоянных магнитных полей на синглет-триплетные переходы в радикальных парах биологических молекул. Каждый из участвующих в нем свободных радикалов пары имеет один или несколько неспаренных валентных электронов и обладает нескомпенсированным спиновым магнитным моментом. Магнитное поле, вероятно, может изменять ориентацию нескомпенсированного магнитного момента свободных радикалов и за счет этого существенно влиять на реакции их рекомбинации и диссоциации. Постоянно магнитное поле в результате индукции синглет-триплетного перехода пары радикалов увеличивает на 10—30% скорости химических реакций, протекающих через стадию взаимодействия пары парамагнитных частиц (В. М. Боголюбов, Г. Н. Пономаренко, 1998 г.). Это приводит к активации разнообразных метаболических и ферментативных реакций в клетках. Рассмотренные спиновые магнитные эффекты происходят в магнитных полях с индукцией 1—50 мТл, которые сопоставимы с эффективными локальными магнитными полями ядер парамагнитных частиц.

В подвижных электропроводящих средах (кровь, лимфа, ликвор) в постоянном магнитном поле возникает разность потенциалов и индуцируются токи, способные вызывать разнообразные сдвиги в организме, прежде всего в сосудах. Наведенная электродвижущая сила активирует АДФ-индуцируемую агрегацию тромбоцитов в поврежденных сосудах и способствует образованию в них тромбов (преимущественно у отрицательного полюса, индуцированного магнитным полем). В сочетании со снижением электрокинетического потенциала клеток она приводит к повышению их проницаемости, активации факторов гемокоагуляции и инги-

биторов фибринолиза. Наряду с влиянием на свертываемость крови возникающие в постоянном магнитном поле токи смещения увеличивают проницаемость сосудов микроциркуляторного русла, что приводит к активации транскапиллярного транспорта веществ, усилению метаболизма в тканях и восстановлению их электролитного баланса.

Взаимодействие с собственными магнитными полями нейронов, возникающих вследствие распространения нервных импульсов (их магнитная индукция примерно равна $1,5 \cdot 10^{-11}$ Тл), приводит к уменьшению проводимости нейронов со спонтанной импульсной активностью. Зарегистрированное снижение амплитуды постсинаптических потенциалов на субсинаптических мембранах под действием постоянного магнитного поля обуславливает преобладание тормозных процессов в коре головного мозга и снижает активность гиппокампа и гипоталамо-гипофизарной системы.

Определенное значение имеет перестройка жидкокристаллических структур биологических мембран под влиянием ПМП, изменяющая их проницаемость и электрическую активность, а также регуляторно-сигнальную функцию мембранных белков. Магнитомеханические эффекты могут затрагивать жидкокристаллические структуры цитоплазмы клеток, проявляющиеся в индукции фазовых гель-золь переходов. ПМП влияет также на структуру ионных каналов, что ведет к изменению их функции.

Физиологическое и лечебное действие. В действии магнитных полей большое значение имеет высокая чувствительность к ним центральной нервной системы, прежде всего гипоталамуса, таламуса, гиппокампа и коры головного мозга. Постоянная магнитотерапия усиливает тормозные процессы в коре головного мозга, улучшает сон, снижает эмоциональное напряжение и тревожность, оказывает седативное действие. Она изменяет условно-рефлекторную деятельность мозга, по-разному влияя на образование положительных и отрицательных рефлексов. Под влиянием постоянных магнитных полей снижается тонус церебральных сосудов и улучшается кровоснабжение мозга. При постоянной магнитотерапии наблюдается усиление секреторной активности гипоталамуса и гипофиза, ведущей к активации периферических эндокринных желез, активация азотистого и углеводно-фосфорного обмена в мозге, повышение его устойчивости к гипоксии. Оказывает выраженное нормализующее влияние на вегетативную нервную систему.

ПМП обладает местным сосудорасширяющим, гипотензивным трофическим, регенераторным, рассасывающим, слабым противовоспалительным и болеутоляющим действием. Оно вызывает улучшение микроциркуляции, раскрытие шунтов и анастомозов, повышение сосудистой и эндотелиальной проницаемости. Постоянное магнитное поле вызывает стимуляцию пролиферативных и биосинтетических процессов в эритроидных клетках костного мозга. Для гематологических эффектов этого физического фактора имеют значение его физические характеристики и условия воздействия. Влияние на систему гемостаза в неповрежденных сосудах зависит от дозировки фактора: слабые постоянные магнитные поля снижают свертываемость крови, а сильные, наоборот, увеличивают ее. Вызываемое действием ПМП увеличение проницаемости сосудов микроциркуляторного русла приводит к активации транскпиллярного транспорта веществ, усилению метаболизма в тканях и восстановлению их электролитного баланса. Слабые ПМП оказывают дегидратирующий эффект за счет повышения коллоидно-осмотического давления и активации натриевого насоса, способствуют повышению эффективности транспорта кислорода и его утилизации в тканях. В лечебных эффектах ПМП имеет значение и увеличение содержания в тканях цитокинов, простагландинов, а также антиоксидантов, прежде всего токоферола.

Чувствительны к воздействию ПМП иммунокомпетентные органы (вилочковая железа, селезенка, лимфатические узлы). Под их влиянием активизируется иммунологическая реактивность, повышается уровень аутоантител, отмечаются изменения в содержании Т- и В-лимфоцитов и иммуноглобулинов крови, а также в калликриин-кининовой системе. Благодаря этому магнитотерапия усиливает как клеточный, так и гуморальный иммунитет, что приводит к гипосенсибилизации и ослаблению аллергических реакций.

ПМП повышает активность окислительно-восстановительных процессов в тканях, оказывает влияние на активность ферментов. При этом активность одних из них (ацетилхолинэстераза, аспарагиназа, каталаза, трипсин) повышается, а других (глутаматдегидрогеназа, гистидаза), наоборот, снижается. Метаболические изменения наиболее существенны при проведении магнитотерапии на область печени.

Общая схема системного действия постоянных магнитных полей, предложенная С. А. Гуляром и Ю. П. Лиманским (2006 г.), приведена на рис. 9.

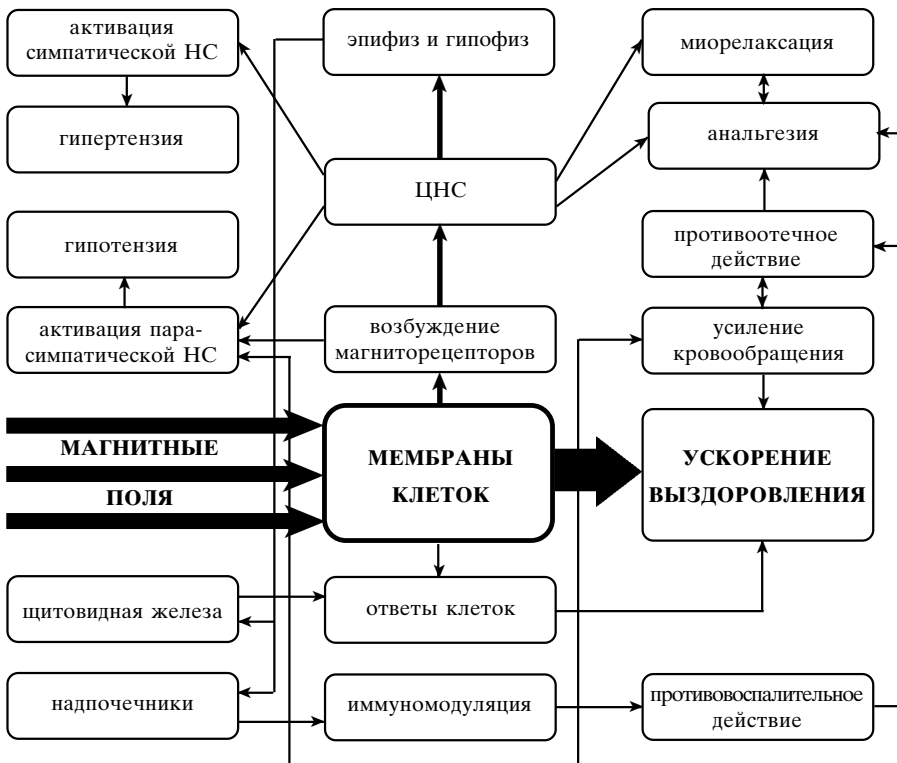


Рис. 9. Схема системного действия ПМП на важнейшие системы организма

Основными лечебными эффектами постоянной магнитотерапии принято считать следующие: коагулокорректирующий, противоотечный, седативный, местный трофический и сосудорасширяющий, иммуномодулирующий, противовоспалительный (Г. Н. Пономаренко, 1998 г.; В. С. Улащик, И. В. Лукомский, 2005 г.).

Источники магнитных полей и их использование. Основными источниками ПМП являются эластичные, пластинчатые и ферритовые магниты, а также электромагнитные аппараты.

Эластичные магниты представляют собой композиционные материалы на основе бутиловых и силиконовых каучуков с магнит-

ными, обычно ферритовыми, наполнителями. В этих материалах удачно сочетаются высокоэластичные свойства резин с ферромагнитными свойствами твердых магнитов. Наибольшее распространение среди эластичных магнитов получили «Аппликаторы листовые магнитофорные» (АЛМ). Они поставляются в полиэтиленовых пакетах в комплекте, содержащем аппликаторы трех типоразмеров (62,5 x 62,5, 62,5 x 125 и 62,5 x 250 мм), или в комплектах АЛМ-1, АЛМ-2 и АЛМ-3, состоящих из аппликаторов одного соответствующего типоразмера. Магнитная индукция на поверхности магнитоэластов составляет 33 ± 5 мТл, а проникающая способность ПМП их не превышает 5—6 мм.

С лечебно-профилактическими целями аппликатор (магнитоэласт) накладывают на нужную область тела контактно, стабильно, рабочей (немаркированной) поверхностью к коже больного. Края магнитоэласта должны выступать за пределы очага поражения на 1—2 см. Воздействие начинают с 10—15 мин. и постепенно увеличивают ежедневно на 10—15 мин., доводя его продолжительность до 30—60 мин. Процедуры обычно проводят ежедневно. При необходимости можно проводить 2 процедуры в день с интервалом между ними в 4—6 часов. Одновременно магнитоэласты можно накладывать на 2—3 поля. Курс лечения состоит из 15—30 процедур.

АЛМ используется также при изготовлении пояса магнитофорного противорадикулитного, предназначенного для лечения больных остеохондрозом позвоночника с неврологическими проявлениями. Он представляет собой корсет с заключенными в него эластичными магнитами. Значение магнитной индукции на расстоянии 0,5 мм от торцевой поверхности колеблется в пределах 8—16 мТл. При проведении процедур пояс одевается на пояснично-крестцовую область в виде корсета. Время воздействия—30—40 мин. Процедуры проводятся ежедневно, можно использовать несколько раз в сутки. Длительность курса лечения составляет 15—30 дней.

На основе ферритовых материалов изготавливают твердые медицинские магниты с различной величиной индукции магнитного поля: магнит кольцевой медицинский, магнит пластинчатый медицинский двухполюсный, магнит дисковой медицинский двухполюсный, таблетки магнитные.

Магнит кольцевой медицинский (МКМ-2-1) заключен в полиэтиленовую оболочку. Стык полюсов в магните отмечен линией, а

южный полюс обозначен стрелкой. Важно помнить, что южный полюс обладает преимущественно активирующим действием на организм, а северный — тормозным. Другие различия действия полюсов магнита демонстрирует табл. 1.

Табл. 1.

**Особенности физиологических реакций на действие магнитных полюсов
(по обобщенным данным литературы)**

СЕВЕРНЫЙ ПОЛЮС МАГНИТА Поток электронов направлен в ткани	ЮЖНЫЙ ПОЛЮС МАГНИТА Поток электронов направлен из тканей
Увеличивает содержание кислорода в клетке	Уменьшает содержание кислорода в клетке
Создает отток воды из тканей	Способствует накоплению воды в тканях
Способствует глубокому тонизирующему сну	Увеличивает период бодрствования
Усиливает антиинфекционную устойчивость	Усиливает восприимчивость к инфекциям
Повышает умственную работоспособность	Тормозит мыслительную деятельность и нервные процессы
Ускоряет заживление	Тормозит заживление
Уменьшает воспаление	Усиливает воспалительную реакцию
Нормализует кислотно-основной баланс	Увеличивает уровень кислотности (снижает pH)
Ослабляет или останавливает боль	Ослабляет выброс эндорфинов и повышает болевую чувствительность
Разрыхляет (растворяет) жировые отложения Уменьшает (растворяет) отложения кальция	Способствует накоплению жира и кальция

Максимальное значение магнитной индукции на торцевой поверхности магнита равно 100 мТл. Проникающая способность магнитного поля, создаваемого таким магнитом, равна 50 мм. Магниты накладывают на зону повреждения рабочей поверхностью, а стрелка должна быть направлена к периферии конечности. Лечебное воздействие наиболее эффективно, если патологический очаг удален от рабочей поверхности магнита не более чем на 30 мм.

Время воздействия — 10 — 40 мин. Процедуры проводятся ежедневно, на курс лечения используют 15 — 30 процедур. С интервалом в 4 — 5 часов можно проводить 2 — 3 процедуры в сутки.

Магниты дисковые медицинские двухполюсные (МДМ-2-1 и МДМ-2-2) являются источником постоянного магнитного поля с индукцией соответственно 100 и 130 мТл. Основу магнита МДМ-2-1 составляют 4 магнитоэлемента, а МДМ-2-2 — восемь таких же магнитоэлементов.

Магнит пластинчатый медицинский двухполюсный (МПМ-2-1) имеет максимальную магнитную индукцию на его поверхности 60 мТл, а проникающая способность создаваемого им магнитного поля составляет 70 — 80 мм.

Магниты МПМ-2-1 и МДМ предназначены для воздействия на зону повреждения тканей опорно-двигательного аппарата через повязку, в том числе гипсовую. Продолжительность процедуры — от 30 мин. до нескольких часов, ежедневно, 10—12 процедур на курс лечения.

Для локального воздействия и воздействия на точки акупунктуры (магнитопунктура) применяют намагниченные стальные шарики, магнитные браслеты, иглы из магнитомягкого материала, микромагниты (АКМА) и особенно часто магнитные таблетки (ТМ-1). Последние бывают четырех типоразмеров, выпускаются в комплекте, состоящем из 50 образцов, и предназначены для аурикулярной и корпоральной магнитопунктуры. Магнитная индукция на поверхности таблетки—45 мТл. На теле пациента таблетки крепятся с помощью лейкопластыря. Продолжительность воздействия на точки акупунктуры не превышает 30 мин., на курс—6—8 процедур.

Источником ПМП могут быть и электромагнитные аппараты, если на их индукторы подается постоянный ток. Как правило, такие аппараты одновременно являются источником переменных и импульсных магнитных полей. Из таких источников в лечебной практике нашел применение аппарат магнитотерапевтический низкочастотный полирежимный ПДМТ-01. Он генерирует 4 вида магнитных полей— синусоидальное, синусоидальное усеченное, импульсное и постоянное. В комплект аппарата входят 2 типа (плоский и круглый) индукторов, представляющих собой корпус, где расположены сердечники с катушками. Аппарат дает возможность одновременного получения на двух работающих индукторах различных по виду полей— переменного и постоянного либо переменного и импульсного. Магнитная индукция регулируется ступенчато от 0,5 до 35 мТл на малых индукторах и от 0,5 до 150 мТл при пользовании большими индукторами.

При проведении процедур индуктор (индукторы) устанавливаются контактно или с небольшим (несколько мм) зазором в области патологического очага. Время воздействия постепенно увеличивается с 10 до 30 мин. Процедуры проводятся ежедневно, на курс лечения от 10—12 до 16—20 процедур.

Постоянная, как и другие виды магнитотерапии, может использоваться как самостоятельно, так и в комплексе с другими физическими методами лечения. Наиболее целесообразным считается назначение ее в комплексе с минеральными ваннами и душами,

импульсными токами низкой частоты, лекарственным электрофорезом, аэрозольтерапией, ультразвуковой терапией.

В последние годы достаточно широкое распространение получили сочетанные методы магнитотерапии, в том числе и на основе использования постоянного магнитного поля. К их числу относятся магнитолазеротерапия, магнитофонотерапия, вибромагнитотерапия и др. Они будут рассмотрены самостоятельно.

Постоянная магнитотерапия относится к числу физических методов лечения, считающихся наименее нагрузочными на функциональные системы организма. Однако применение ее в неадекватных (чаще всего по продолжительности) дозировках может вызвать расстройства деятельности ряда органов и систем (по типу вегето-сосудистого синдрома). В таких случаях лечение не прерывают, а уменьшают интенсивность магнитного поля и длительность межпроцедурного промежутка.

Показания и противопоказания для применения. Основными показаниями для постоянной магнитотерапии считаются следующие заболевания и состояния: вегетативные полинейропатии, вегето-сосудистые дистонии по гипертоническому типу, остеохондроз позвоночника с неврологическими проявлениями, невроты, вибрационная болезнь, облитерирующие заболевания периферических сосудов, посттромбофлеботическая болезнь (отечная форма), артериальная гипертензия в начальных стадиях, трофические язвы и раны, артриты и периартриты, переломы костей, посттравматические и постоперационные отеки, бронхиальная астма (легкая степень), хронический обструктивный бронхит, ревматоидный артрит.

К противопоказаниям для постоянной магнитотерапии относятся индивидуальная непереносимость фактора, ишемическая болезнь сердца со стенокардией III—IV функционального класса, аневризма аорты, выраженная гипотония, наличие имплантированных кардиостимуляторов.

3.2. Низкочастотная магнитотерапия

Из методов магнитотерапии наиболее распространенным является низкочастотная магнитотерапия. Под низкочастотной магнитотерапией понимают применение с лечебно-профилактическими и реабилитационными целями различных видов магнитных полей низкой частоты: переменного (ПеМП), пульсирующего (ПуМП), бегущего (БеМП) и вращающегося (ВрМП).

Физические и биофизические основы метода. Используемые в низкочастотной магнитотерапии магнитные поля, как уже отмечалось, различаются по изменению их во времени, по величине и направлению.

Переменное магнитное поле характеризуется тем, что в каждой точке пространства изменяется как значение, так и направление вектора магнитной индукции в соответствии с законом изменения тока.

Пульсирующее магнитное поле—разновидность переменного магнитного поля, у которого вектор магнитной индукции изменяется по уровню, но не изменяется по направлению.

Бегающее магнитное поле—поле, перемещающееся в пространстве относительно пациента и изменяющееся во времени.

Вращающееся магнитное поле характеризуется тем, что вектор магнитной индукции перемещается в пространстве.

Графическое изображение рассмотренных токов было представлено ранее (рис. 4).

В основе механизма действия низкочастотных магнитных полей лежат те же физико-химические эффекты (изменение конформации и ориентации макромолекул, скорости протекания свободнорадикальных процессов, гидратации и подвижности ионов, свойств и структуры воды и др.), что и при постоянной магнитотерапии. Однако главным действующим фактором является наведение в биоткани индуцированных электрических токов. Пространственная неоднородность низкочастотных магнитных полей, наиболее выраженная у БМП, вызывает в электропроводящих движущихся средах (кровь, лимфа) формирование магнитогиродинамических сил. Они влияют на взаимодействие ионов, молекул и клеток, сказывающееся на выполнении ими своих функций.

За счет периодического изменения ориентации нескомпенсированных спиновых магнитных моментов свободных радикалов низкочастотное магнитное поле может существенно изменять скорость перекисного окисления липидов и активность антиоксидантных ферментов, что будет способствовать активации трофических процессов и ускорению регенерации в поврежденных тканях.

Важным действующим фактором является формирование в тканях индуцированных электрических токов, плотность которых определяется скоростью изменения магнитной индукции, то есть частотой и амплитудой магнитного поля. По мнению ряда авторов, минимальные биологические эффекты возникают при плот-

ности индуцированного тока $1 - 10 \text{ мА/м}^2$. Такой ток сопоставим с величинами воротных токов ионных каналов и достаточен для модуляции возбудимости нейронов. Следовательно, низкочастотная магнитотерапия может оказывать существенное влияние на электрические процессы в клетках, прежде всего нейронах, изменять их функциональное состояние, что может приводить к весьма разнообразным биологически значимым сдвигам в различных органах и тканях.

Кроме напряженности и магнитной индукции биотропными параметрами в низкочастотной магнитотерапии считаются частота и форма магнитного поля. При использовании импульсных магнитных полей важно еще учитывать длительность импульса и длительность паузы.

Физиологическое и лечебное действие. Самыми чувствительными к низкочастотным магнитным полям считаются нервная, эндокринная и сердечно-сосудистая системы. Низкочастотное магнитное поле (в особенности ПеМП и БеМП) оказывает преимущественно возбуждающее действие на периферическую нервную систему. Под их влиянием увеличивается скорость проведения импульсов по нервным волокнам, повышается их возбудимость, уменьшается периневральный отек. Низкочастотные магнитные поля нормализуют деятельность вегетативной нервной системы, оказывают благоприятное влияние на мозговое кровообращение и восстановительные процессы при цереброваскулярной патологии.

Лечебные эффекты, вызываемые низкочастотными магнитными полями, имеют сложный генез, определяются значительным стимулирующим влиянием на нейроэндокринную систему, активацией многочисленных разветвленных метаболических реакций. Эта направленность изменений может рассматриваться как реакция «тренировки» или «активации» (Н. А. Удинцев, 1981 г.).

Низкочастотное магнитное поле усиливает синтез рилизинг-факторов в гипоталамусе и тропных гормонов гипофиза, что ведет к стимуляции периферических эндокринных органов. Это способствует формированию общих приспособительных реакций организма, повышению устойчивости организма к действию неблагоприятных факторов и физических нагрузок, а также усилению обменных (преимущественно катаболических) процессов в различных органах и тканях, улучшению половых функций.

Этот физический фактор снижает повышенный тонус сосудов, усиливает местный кровоток, улучшает кровоснабжение внутрен-

них органов, улучшает их трофику, течение в них регенерационных процессов. За счет расслабления гладких мышц периферических сосудов низкочастотные поля обладают гипотензивным действием. Под их влиянием снижается свертывающая активность крови, улучшаются ее реологические свойства, повышается сосудистая и эпителиальная проницаемость. При курсовой низкочастотной магнитотерапии в крови может увеличиваться число эритроцитов и содержание гемоглобина, что связывают с усилением деятельности костного мозга. Как правило, при низкочастотной магнитотерапии отмечают усиление фагоцитарной активности лейкоцитов.

Низкочастотной магнитотерапии присуще также противовоспалительное и противоаллергическое действие. Его связывают с влиянием фактора на синтез простагландинов, повышением содержания гепарина и кортизола в крови и тканях, торможением выброса гистамина и других медиаторов аллергии из тучных клеток и базофилов вследствие стабилизации их мембраны. Противовоспалительное действие магнитных полей мягкое, умеренно выраженное, но стойкое и носит системный характер.

Низкочастотная терапия стимулирует механизмы иммунитета и естественную резистентность больных: усиливается выработка иммуноглобулинов различных классов, повышается дифференцировка Т-лимфоцитов, увеличивается содержание в крови лизоцима и комплемента, наблюдается стимуляция антителообразования.

Локальное применение низкочастотных магнитных полей оказывает спазмолитическое действие на гладкую мускулатуру внутренних органов и их кровоснабжение. Клинически это проявляется в устранении гиперкинетических и спастических дискинезий органов пищеварения и мочевыводящих путей, в купировании бронхоспазмов и нормализации моторики бронхов, восстановлении функциональной активности и метаболизма органов желудочно-кишечного тракта и почек, печени и поджелудочной железы. Рядом исследователей выявлен противоопухолевой эффект низкочастотных магнитных полей, в особенности вращающегося магнитного поля.

Основными лечебными эффектами низкочастотных магнитных полей принято считать следующие: вазоактивный, противовоспалительный, противоотечный, гипотензивный, трофический, гипокоагулирующий, нейротропный.

В плане дифференцированного использования различных видов низкочастотных магнитных полей имеют значение следующие

щие указания А. А. Ушакова (1996 г.). ПуМП оказывает менее выраженное стимулирующее действие. ПеМП и БеМП оказывают более активное трофическое, вазомоторное, противовоспалительное действие. ВрМП оказывает общее воздействие, сопровождающееся стимуляцией иммунной функции организма.

Аппаратура. Для проведения низкочастотной магнитотерапии выпускаются аппараты, одни из которых генерируют магнитные поля одного вида, а другие являются источником магнитных полей различных видов или даже различных физических факторов (ПДМТ, АМАТ-01, МИО-1, АТМТ-01 «Фаворит», «МИЛТА», «РИКТА», МИТ-12, «Градиент-3» и др.).

Аппаратура для низкочастотной магнитотерапии ПеМП: аппараты «Полюс-2», АМТ-01, «Мавр-2», МАГ-30, «Вектор-1», аппараты серий «СПОК», «Полюс-101», «Индуктор», «Градиент», АДМТ «Магнипульс», «Алма», «Интрамаг», «Полемиг» и др. Многие из этих аппаратов являются также источниками низкочастотных импульсных и пульсирующих магнитных полей.

Для воздействия пульсирующим магнитным полем используют аппараты «Полюс-2», «Каскад», АМТ-01, «Полюс-2Д», «Градиент».

Источником бегущих магнитных полей являются аппараты «Алимп-1», БИМП, «Аврора—МК-1», «Атос».

Аппаратура для низкочастотной терапии ВрМП: «Полюс-3», «Колибри», «Магнитурботрон-2М», «Полюс-4» и др.

Аппараты для низкочастотной магнитотерапии снабжаются индукторами двух типов: электромагнитами и соленоидами. В некоторых аппаратах («Полюс-2», «Униспок», «Интрамаг», «Градиент-1», «Градиент-2», «Индуктор-2Г», «Индуктор-2У» и др.) имеются индукторы для полостных воздействий.

Индукторы-электромагниты содержат ферромагнитный сердечник, многократно усиливающий индукцию магнитного поля. Наибольшая плотность силовых линий магнитного поля в электромагнитах отмечается непосредственно возле полюсов сердечника, поэтому торцовые части индуктора-электромагнита, прилежащие к полюсам сердечника, предназначены для проведения процедур. Индукторы-соленоиды лишены сердечника, пустотелы, имеют большой внутренний диаметр. Плотность силовых линий магнитного поля максимальна внутри соленоида, поэтому они предназначены для воздействия на конечности и туловище, которые помещают внутрь соленоида. Следует иметь в виду, что при использовании индукторов-электромагнитов повышение интенсивности

МП, как правило, увеличивает объем тканей, взаимодействующих с ним.

Техника и методика проведения процедур. При проведении низкочастотной магнитотерапии техника и параметры процедур зависят от типа прибора, его технических характеристик, комплектации, а также от вида патологического процесса и локализации воздействия, поэтому, согласно требованиям Министерства здравоохранения, в руководствах по эксплуатации магнитотерапевтического аппарата обязательно излагаются основные методики лечения. Поэтому ниже мы остановимся лишь на общих рекомендациях по технике и методике проведения процедур.

При проведении низкочастотной магнитотерапии используют преимущественно контактные или с небольшим зазором (до 1 см) методики воздействия. Индукторы-электромагниты устанавливают в проекции патологического очага, на коже, в области соответствующих сегментов, на область кожных проекций крупных сосудов. Для наружных воздействий пользуются одно- и двухиндукторной методикой. При проведении процедур двумя индукторами их располагают продольно (для поверхностных воздействий) или поперечно (для воздействия на более глубоко расположенные ткани) с направлением друг к другу одноименных или разноименных полюсов. Учет полюсов имеет значение, если расстояние между двумя индукторами не превышает 10 см. При использовании индукторов-соленоидов в них вводят пораженную конечность или туловище. При наличии в комплекте аппарата полостных индукторов возможно проведение внутриорганной магнитотерапии. Полостной индуктор, обработанный перед процедурой 96%-ным спиртом, помещают в презерватив, который также обрабатывают спиртом. Затем индуктор вводят в полость органа в соответствии с назначением врача и фиксируют его.

Магнитотерапию можно проводить, не снимая одежды, марлевых, гипсовых и других повязок, так как магнитное поле почти беспрепятственно проникает через них. Вместе с тем следует помнить, что наибольшая интенсивность магнитного поля регистрируется непосредственно у полюсов индуктора, и она быстро убывает по мере удаления от них. Глубину проникновения магнитного поля в ткани вполне удовлетворительно можно рассчитать по распределению магнитной индукции в воздухе.

Дозируют низкочастотную магнитотерапию по величине магнитной индукции и продолжительности воздействия. В лечебной

практике в основном используют магнитные поля с индукцией от 10 до 30—35 мТл, которую увеличивают в процессе курсового лечения постепенно. Диапазон используемых частот чаще всего лежит в пределах от 10 до 100 Гц. Продолжительность процедур постепенно увеличивают с 10—15 до 20—30 мин. При воздействии на несколько полей продолжительность процедуры не должна превышать 30—45 мин. Процедуры могут проводиться ежедневно или через день, на курс лечения до 20—25 процедур. При необходимости курс лечения можно повторить через 1—2 месяца.

Больные легко переносят процедуры низкочастотной магнитотерапии. Сравнительно редко при лечении магнитным полем наблюдаются неблагоприятные реакции местного или общего характера. При передозировке и использовании неадекватных методик у больных (в особенности с сердечно-сосудистыми заболеваниями) могут возникать ухудшение общего состояния, резкая слабость, головокружение, изменение артериального давления, боли в области сердца, повышенная потливость.

В физиотерапевтическом рецепте низкочастотной магнитотерапии должны быть указаны вид (форма) магнитного поля, режим воздействия, область применения, тип индукторов, их расположение, интенсивность магнитного поля, время воздействия на каждое поле, повторяемость процедур по дням, количество процедур на курс лечения.

Низкочастотную магнитотерапию можно комбинировать (при наличии соответствующей аппаратуры — сочетать) с ультразвуком, импульсными токами, лекарственным электрофорезом, лазерным излучением, вакуумом и холодом.

Показания и противопоказания к применению. Низкочастотная магнитотерапия показана при последствиях закрытых травм головного мозга и ишемического инсульта, энцефалопатиях, заболеваниях и травмах периферической нервной системы, вегетативных полинейропатиях, мигрени, фантомной боли, каузалгии, ИБС, артериальной гипертензии I и II ст., облитерирующих заболеваниях периферических сосудов, флебитах и тромбофлебитах, воспалительных заболеваниях внутренних органов, переломах костей, остеомиелите, артритах и артрозах, периартритах, повреждениях околосуставных тканей, вазомоторных ринитах, ларингитах, трофических язвах, ранах, зудящих дерматозах, ожогах, псориазе и др. Вращающееся магнитное поле, кроме того, может применяться в комплексной терапии злокачественных новообразований, иммуно-

дефицитных состояний организма, астено-невротических состояний.

Приведем показания для применения отдельных видов низкочастотных магнитных полей (А. А. Ушаков, 1996 г.):

ПуМП— вялозаживающие гнойные раны, ожоги, трофические язвы, флебит, последствия закрытых травм головного мозга, энцефалопатии, повреждения периферических нервов, вазопатии;

БеМП— по общей методике воздействия: ишемическая болезнь сердца, облитерирующий атеросклероз периферических сосудов; по локальной методике воздействия: тромбофлебит, посттромбофлеботический синдром, диабетическая нейропатия;

ВрМП— по общей методике воздействия: злокачественные новообразования, лучевая болезнь, иммунодефицитное состояние организма.

Противопоказаниями для назначения низкочастотной магнитотерапии являются следующие заболевания и состояния: выраженная гипотония, острое нарушение мозгового кровообращения, острые психозы, диэнцефальный синдром, ранний постинфарктный период, наличие имплантированных кардиостимуляторов, индивидуальная непереносимость фактора, кровотечение или подозрение на него.

3.3. Общая магнитотерапия

В медицинской практике уже давно и широко используется локальная магнитотерапия, которая осуществляется путем воздействия магнитным полем на патологический очаг или его накожную проекцию, на область проекции внутренних органов, рефлексогенные зоны или точки акупунктуры. В последние годы в ряде стран (Австрия, Беларусь, Германия, Польша, Россия) все большее распространение получает **общая магнитотерапия**, при которой воздействию магнитным полем подвергается весь организм или большая часть его.

Обоснование и общие основы метода. В отличие от локальной, общая магнитотерапия характеризуется рядом важных особенностей: а) возрастанием объема взаимодействия биологических тканей с физическим фактором, что повышает терапевтическую эффективность лечения магнитным полем; б) возможностью оказания прямого (непосредственного) действия на весь организм при малых дозировках фактора; в) большей выраженностью специфических изменений при общих низкоинтенсивных воздействиях;

г) увеличением вероятности синхронизации деятельности различных систем организма на энергетически выгодных условиях (А. М. Беркутов и соавт., 2000 г.; В. С. Улащик, 2001 г.). Из названных особенностей метода со всей очевидностью следует, что общая магнитотерапия должна найти применение, прежде всего, при тех заболеваниях, при лечении которых важно оказание влияния на общее состояние организма, где необходима коррекция взаимодействия между его системами, а также активное воздействие на адаптационные процессы, общую и иммунологическую реактивность организма.

Первичные (физико-химические) основы действия общей магнитотерапии близки к первичным эффектам, вызываемым магнитными полями при локальных методах их использования. Согласно имеющимся публикациям, наиболее вероятными первичными механизмами действия общей магнитотерапии являются следующие:

а) изменение ориентации нескомпенсированного магнитного момента свободных радикалов, сказывающееся на скорости их диссоциации и рекомбинации, это будет приводить к активации разнообразных метаболических реакций, протекающих с участием свободных радикалов;

б) ориентационная перестройка жидкокристаллических структур (биологические мембраны, митохондрии, липопротеиды и др.), обладающих анизотропией магнитных свойств; изменение при этом их свойств сказывается на клеточной проницаемости, метаболизме клеток, активном транспорте веществ, функциях регуляторных белков и др.;

в) возникновение в движущихся средах (кровь, лимфа) магнетогидродинамических сил, действующих на ориентацию и перемещение микромолекул и клеток, выполнение ими своих функций и реологию жидкостей;

г) повышение ионной активности в тканях и уменьшение гидратации ионов и молекул, что является предпосылкой к стимуляции клеточного метаболизма и ионозависимых процессов;

д) изменение структуры и физико-химических свойств воды, сказывающееся на активности многих процессов в организме, протекающих в водной фазе или с участием водных молекул.

Поскольку для общей магнитотерапии используются преимущественно импульсные, бегущие или вращающиеся магнитные поля, то в их первичном действии большую роль могут играть индукционные токи, возникающие в тканях в соответствии с законами электромагнитной индукции. Плотность индуцированных элект-

трических токов, как уже отмечалось, определяется скоростью изменения магнитной индукции, а также биофизическими свойствами тканей. Плотность этих токов, как показывают расчеты, сопоставима с величинами токов ионных каналов и достаточна для модуляции возбудимости и активности клеток, прежде всего нейронов. Эти токи могут оказывать влияние на ионные и поляризационные процессы в биологических системах, клеточный метаболизм, нервную проводимость и др.

Следовательно, действие общей магнитотерапии может сопровождаться рядом первичных сдвигов на субмолекулярном, молекулярном и надмолекулярном уровнях, которые легко трансформируются не только в клеточные, тканевые, органные, но и системные реакции, определяющие физиологическое и терапевтическое действие метода.

Действие общей магнитотерапии на организм. Общая магнитотерапия повышает устойчивость организма к неблагоприятным факторам, расширяет его компенсаторно-приспособительные возможности, нормализует деятельность многих органов и систем, прежде всего нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной.

Наиболее чувствительна к действию низкоинтенсивной общей магнитотерапии центральная нервная система, особенно кора головного мозга и лимбическая система. Под ее влиянием изменяется условно-рефлекторная деятельность ЦНС, происходит усиление синтеза белка в нейронах, повышается кровоснабжение мозга, улучшается венозный отток, происходит синхронизация биоэлектрической активности мозга. При общей магнитотерапии наблюдается изменение частоты сердечных сокращений и внутрисердечной гемодинамики, снижение артериального давления, улучшение микроциркуляции в тканях, нормализация вязкости и микрореологии крови.

Особо следует остановиться на гипотензивном действии общей магнитотерапии, детально изученном нами (Е. И. Золотухина, В. С. Улащик, 2003 г., 2004 г., 2005 г.). В результате сравнения влияния однократного общего воздействия магнитным полем (аппараты «УНИСПОК», «Wave ranger», «Viofor JPS») на больных артериальной гипертензией установлено, что наиболее существенные изменения отмечаются при использовании слабого магнитного поля ($3 \pm 1,2$ мТл). Такое воздействие сопровождается снижением систолического и диастолического давления, урежением частоты сердечных сокращений, временной нормализацией вегетативного статуса и улучшением мозгового кровообращения. Курсовая общая маг-

нитотерапия при артериальной гипертензии ведет у значительной части пациентов к нормализации артериального давления, купированию жалоб со стороны сердечно-сосудистой системы, положительным сдвигам в липидном спектре крови, повышению антикоагуляционного потенциала, снижению периферического сопротивления сосудов, улучшению мозгового кровотока, снижению исходно повышенной активности симпатического отдела и увеличению активности парасимпатического отдела автономной нервной системы.

Общее воздействие на организм магнитным полем малой интенсивности оказывает иммуномодулирующее действие. Обычно отмечается нормализация уровня иммуноглобулинов, снижение уровня циркулирующих иммунных комплексов, повышение Т-хелперной активности, стимуляция кроветворения. За счет различных механизмов, в том числе и за счет выброса в кровь и ликвор эндорфинов, общая магнитотерапия вызывает обезболивающий эффект. Ей присуще радиозащитное тренирующее, общеукрепляющее и общетонизирующее действие, что делает перспективным использование общей магнитотерапии в профилактике заболеваний и в спорте. У спортсменов общая магнитотерапия оказывает положительное влияние на функциональное состояние вегетативной нервной системы, о чем свидетельствуют: снижение показателей функционального напряжения ВНС, увеличение парасимпатической и уменьшение симпатической ее активности. Курс общей магнитотерапии способствует существенному повышению физической работоспособности спортсменов различных видов спорта (Д. К. Зубовский и др., 2008 г.).

Наиболее характерными лечебными эффектами общей магнитотерапии сегодня считается ее спазмолитическое, гипотензивное, противовоспалительное и обезболивающее действие. Она также оказывает выраженное стимулирующее влияние на регенерацию поврежденных тканей, модифицирует различные виды обмена веществ, прежде всего липидный, углеводный и минеральный обмен. При общей магнитотерапии увеличивается содержание в крови антиоксидантов, а уровень перекисей, наоборот, снижается. Общая магнитотерапия сопровождается активной реакцией тучно-клеточного аппарата. Ей присуще противоопухолевое и противометастатическое действие. Согласно экспериментальным исследованиям, общая магнитотерапия: а) тормозит (на 50—80%) рост перевиваемых опухолей; б) потенцирует действие цитостатиков; в) проявляет радиозащитный эффект, ослабляя течение кожных лучевых реакций;

г) тормозит метастазирование перевиваемых опухолей; д) оказывает на опухолевые клетки повреждающее действие. При лечении онкологических больных с использованием общей магнитотерапии наблюдалось улучшение самочувствия, уменьшение болей, повышение эффективности химиолучевого лечения, снижение степени лучевых реакций и токсического синдрома при химиотерапии.

Аппаратура. Общая магнитотерапия требует использования аппаратуры, обеспечивающей создание магнитного поля определенных параметров вокруг тела человека. Это ранее достигалось путем жесткого пространственного расположения системы индукторов, реализуемого в различных вариантах конструктивных устройств (рис. 10). Из аппаратов этого типа наиболее известны в СНГ следующие:

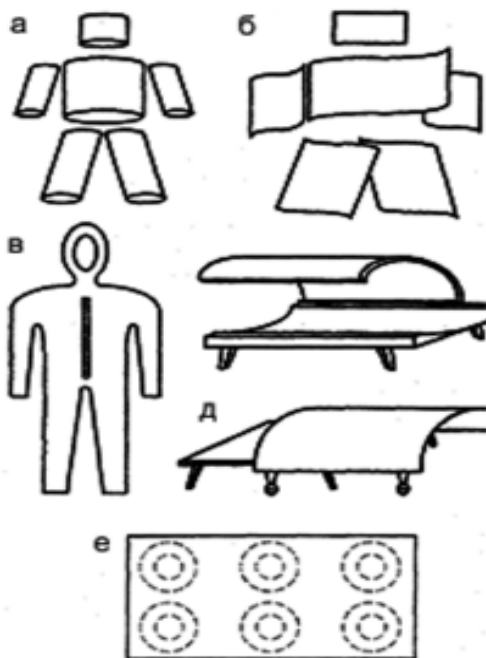


Рис. 10. Конструктивные варианты устройств общего магнитного воздействия:

- а) жесткий костюм;
- б) полужесткий костюм;
- в) эластичный костюм;
- г) «чемодан»;
- д) «пенал»;
- е) мат магнитотерапевтический.

1. Магнитотерапевтическая установка «Магнитотурботрон-2», предназначенная для лечения и профилактики опухолевых и неопухолевых заболеваний вихревым магнитным полем. Она обеспечивает воздействие магнитным полем частотой 100 Гц и индукцией от 1 до 4 мТл. Установки со статическим преобразователем позволяют воздействовать магнитным полем с частотой от 40 до 160 Гц и магнитной индукцией от 0,5 до 3 мТл.

2. Аппарат полимагнитный терапевтический «Аврора-МК-01», который обеспечивает воздействие постоянным магнитным полем с индукцией 0—1 мТл, а также импульсным бегущим магнитным полем с частотой 0—100 Гц и индукцией 0—5 мТл.

3. Аппарат «Магнитор-АМП», в котором для воздействия на весь организм используется соленоид диаметром 70 см, он создает однородное вращающееся магнитное поле частотой 50—160 Гц и магнитной индукцией до 7,4 мТл.

4. Магнитотерапевтический комплекс «Мультимаг МК-03», который предназначен для воздействия магнитным полем, форма и параметры которого формируются с помощью ПЭВМ.

В последнее время для обеспечения воздействия магнитным полем на весь организм используются специальные маты (матрасы), в которых определенным образом располагают несколько индукторов, создающих пространственно неоднородное магнитное поле.

1. Магнитотерапевтический аппарат «VIOFOR JPS», (Польша) предназначенный для воздействия с помощью большого и малого аппликаторов на все тело или отдельные его области переменным магнитным полем. Аппарат позволяет регулировать магнитную индукцию ступенчатого—от 0,5 до 12 мТл, а максимальная индукция на мате для общих воздействий равна всего 30—40 мкТл.

2. Магнитотерапевтический программируемый аппарат «Wave ranger professional» («Mediskan», Австрия). Аппликаторы для воздействия магнитным полем выполнены в виде мата (для общей магнитотерапии) и подушек (для локальной магнитотерапии). Максимальная магнитная индукция равна 4000 нТл.

3. Аппарат магнитотерапии «УниСПОК» с индуктором ИАМВ-5 (мат) обеспечивает общее воздействие на организм сложным импульсным магнитным полем с индукцией $3,1 \pm 1,2$ мТл.

4. Аппарат АТМТ-01 «Фаворит», разработанный при нашем участии, представляет наибольшие возможности для общей магнитотерапии (Беларусь—Россия). Аппарат позволяет воздействовать импульсным магнитным полем с различной формой импульсов (9 видов), регулируемой частотой (10—800 Гц) и магнитной индук-

цией (до 25 мТл). К тому же он предназначен для проведения термомагнитотерапии (см. далее).

Техника и методика проведения процедур. Они зависят во многом от конструкции аппарата и параметров генерируемых им магнитных полей и излагаются в прилагаемой инструкции по применению. Вместе с тем многие положения по технике и методике проведения общей магнитотерапии едины для всех аппаратов и рассмотрены ниже.

Воздействия следует проводить в удобном для больного положении (обычно лежа) при минимальном количестве легкой одежды. Металлические предметы с пациента удаляют, часы снимают. Наличие кардиостимулятора является противопоказанием для назначения общей магнитотерапии. Дозируют процедуры по величине магнитной индукции и продолжительности воздействия. Магнитная индукция при общей магнитотерапии обычно не превышает 10 мТл, чаще составляет 3—5 мТл или даже ниже. Продолжительность процедуры может колебаться от 10 до 60 мин., составляя наиболее часто 20—30 мин. На курс лечения назначают от 8—10 до 20—25 процедур. При необходимости повторный курс общей магнитотерапии можно провести через 2—3 месяца. При наличии в аппарате регулируемой частоты ее обычно выбирают в пределах 10—100 Гц.

При проведении общей магнитотерапии необходимо соблюдать ряд положений и ограничений:

- добиваясь повышения неспецифической резистентности организма, необходимо минимизировать воздействие на головной мозг, активно использовать рефлексогенные зоны;

- важно учитывать магниточувствительность пациентов, у магниточувствительных больных можно получать более высокий терапевтический эффект при меньшей индукции магнитного поля;

- при сочетании общих и местных воздействий магнитным полем следует соблюдать такой принцип распределения его интенсивности: минимум — на ЦНС, максимум — на патологический очаг;

- при кажущемся отсутствии клинических результатов не следует спешить с изменением выбранных биотропных параметров магнитного поля, при общей магнитотерапии могут иметь место отсроченные проявления эффектов (через 5—7 дней) при длительном последствии;

- нельзя проводить процедуры вблизи магнитных носителей информации и магниточувствительных приборов.

Лечебное применение. Согласно клиническим наблюдениям, общая магнитотерапия эффективна у больных с хроническими облитерирующими заболеваниями нижних конечностей. При этом

в начальных стадиях ее с успехом используют даже как монотерапию. Общую магнитотерапию также целесообразно применять на фоне традиционного лечения сахарного диабета при его сосудистых и других осложнениях (диабетическая ангиопатия, нейропатия), а также при метаболическом синдроме.

Применение общей магнитотерапии эффективно у больных ишемической болезнью сердца, в том числе и при сочетании ее с артериальной гипертензией. Общая магнитотерапия, как свидетельствуют наши собственные наблюдения, дает выраженный и продолжительный терапевтический эффект у больных с начальными стадиями артериальной гипертензии, а также при вегето-сосудистой дистонии гипертонического типа.

Общая магнитотерапия показана при неврологических заболеваниях сосудистого генеза. Наиболее обнадеживающие результаты получены у больных с цереброваскулярной болезнью и остеохондрозом позвоночника с нейрососудистыми проявлениями.

Метод используется также при дегенеративно-дистрофических заболеваниях опорно-двигательного аппарата (остеохондроз позвоночника, остеопороз, остеоартроз суставов и др.). К числу показаний для общей магнитотерапии относят также тромбоз, посттромбофлебитический синдром, множественные длительно незаживающие раны и трофические язвы, иммунодефицитные состояния, заболевания вегетативной нервной системы.

Общая магнитотерапия, проводимая при очень низких значениях магнитной индукции (от 6—12 нТл до 2—3 мТл), эффективна также при болезни Паркинсона, рассеянном склерозе, болезни Альцгеймера. Метод используется также у больных после сотрясения мозга, при мигрени.

Специальные методики общей магнитотерапии используют в комплексном лечении онкологических больных (рак молочной железы, меланома кожи, рак матки и придатков и др.). Магнитотерапия не только потенцирует действие основных методов (лучевая терапия, химиотерапия) лечения, но снижает их побочное действие и уменьшает осложнения.

К числу противопоказаний для общей магнитотерапии относят терминальную стадию опухолевых заболеваний, недостаточность кровообращения IIб — III ст., кровотечение или подозрение на него, беременность, выраженную гипотонию, эпилепсию, наличие кардиостимулятора или других электрических имплантатов.

3.4. Гемоманнитотерапия

Магнитное поле как лечебный фактор характеризуется рядом особенностей: глубоким проникновением в ткани, хорошей сочетаемостью с другими физическими методами, многообразным

влиянием на различные системы организма и т. д. Это обуславливает использование магнитных полей в особых методах и технологиях, не характерных для многих других видов физиотерапии. К таким особым методам относится гемагнитотерапия.

Под гемагнитотерапией (магнитной гемотерапией) понимают способ магнитотерапии, суть которого составляет воздействие магнитным полем на кровь пациента. Различают экстракорпоральный и транскутанный (чрескожный) варианты гемагнитотерапии.

Обоснование метода. В отличие от местных процедур магнитотерапии, объектом непосредственного воздействия при гемагнитотерапии является такая многофункциональная и гематоконпонентная система, как кровь, а происходящие при ее омагничивании физико-химические и иные изменения могут инициировать различные биологически значимые системные реакции организма. Как внутренняя среда организма кровь выполняет целый ряд важнейших физиологических функций:

- дыхательная (перенос кислорода, углекислого газа и других эндогазов);
- питательная (транспорт питательных веществ: глюкозы, аминокислот, жиров и др. от пищеварительного тракта к тканям);
- экскреторная (удаление продуктов метаболизма от тканей к местам их выведения);
- поддержание водного баланса тканей, осуществляемое благодаря непрерывному обмену жидкостью через стенки кровеносных сосудов;
- терморегуляторная;
- защитная (кровь содержит различные факторы защиты);
- регуляторная (циркулирующая кровь переносит гормоны, цитокины, другие биологически активные вещества к местам их действия в клетках и тканях).

Выполнение всех этих функций зависит от количественного и качественного состава крови, которые можно направленно изменять, воздействуя на кровь магнитными полями. Структурно-функциональные изменения различных компонентов крови при омагничивании и будут определять действие гемагнитотерапии на организм в норме и особенно при патологии (А. В. Волотовская, В. С. Улащик, 2000 г.).

Физиологическое и лечебное действие. В основе метода лежит взаимодействие магнитного поля с элементами (компонентами) и структурами крови, обладающими собственным магнитным полем или анизотропией магнитных свойств. Имеются основания пред-

полагать, что к их числу, а следовательно, к акцепторам магнитных полей могут быть отнесены:

а) свободные радикалы, образующиеся в крови и поступающие в нее из тканей;

б) жидкокристаллические вещества смектического типа, входящие в состав многих структур, играющих важную роль в жизнедеятельности организма (мембраны, митохондрии и др.);

в) гемоглобин и другие металлопротеиды, выполняющие в организме важные биологические функции;

г) вода, молекулы которой совершают активационные колебания с различной частотой.

Кроме того, особые электрические свойства клеточных элементов крови также могут обеспечить взаимодействие ее с магнитными полями, прежде всего переменными и импульсными. Происходящие при этом физико-химические и биофизические изменения крови, выполняющей в организме многообразные жизненно важные функции, будут сказываться на течении физиологических и патологических процессов, что и позволяет использовать гемагнитотерапию с лечебно-профилактическими и реабилитационными целями.

Согласно имеющимся данным, гемагнитотерапия обладает иммуностимулирующим, дезинтоксикационным, антикоагулянтным, липотропным, противовоспалительным и метаболическим действием. Метод улучшает макро- и микроциркуляцию крови, микроциркуляцию и регионарную гемодинамику, снабжение тканей кислородом, стимулирует эритропоэз и повышает уровень гемоглобина в крови, положительно влияет на функциональное состояние органов и систем организма.

При экстракорпоральной гемагнитотерапии воздействию подвергается кровь, циркулирующая в экстракорпоральном контуре кровообращения или взятая (до 200 мл) во флакон с антикоагулянтом. Процедура проводится при размещении больного на кровати в горизонтальном положении с приподнятым головным концом. При выборе вены для венепункции предпочтение отдается венам достаточно широкого диаметра, а одноразовая игла или катетер должны быть с внутренним диаметром не менее 0,8 мм. Чаще всего пунктируют вену локтевого сгиба. Воздействие модулированным и немодулированным магнитным полем осуществляют в непрерывном или импульсном режиме при следующих параметрах: магнитная индукция—10—100 мТл, частота—10—100 Гц, продолжительность—15—30 мин., 3—5 процедур на курс лечения.

При чрескожной гемагнитотерапии при таких же примерно параметрах (магнитная индукция—50—120 мТл, частота—

10—100 Гц; продолжительность—20—60 мин., 5—8 процедур на курс лечения), проводят воздействие магнитным полем на область тела с наиболее поверхностно расположенными сосудами (область лучевого сгиба, каротидного синуса или сафено-фemorального треугольника). При проведении процедуры следует избегать чрезмерного сдавления сосудов, которое будет затруднять кровоток.

Аппаратура. Для гомомагнитотерапии пригодны многие аппараты для низкочастотной магнитотерапии (см. «Медицинские знания», 2006 г., № 6), генерирующие магнитное поле с индукцией не менее 50 мТл. В Беларуси серийно выпускается специализированный аппарат «Гемоспок», комплектуемый специальными индукторами для трансдермальной (рис. 11) и экстракорпоральной (рис. 12) гомомагнитотерапии.

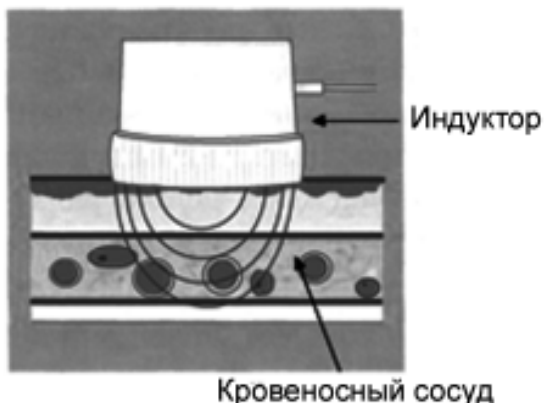


Рис. 11. Индуктор ИАМВ-7 для трансдермальной гомомагнитотерапии от аппарата «Гемоспок»

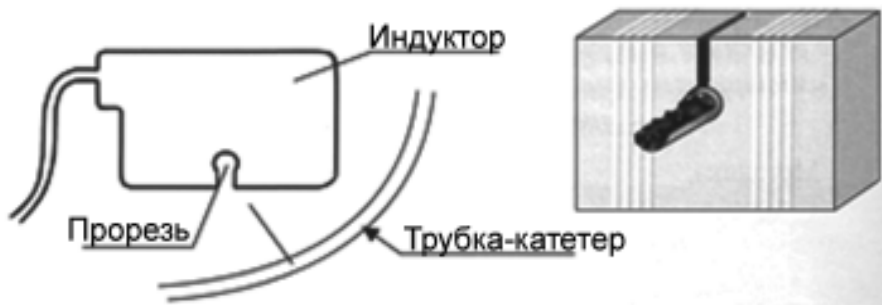


Рис. 12. Индуктор для экстракорпоральной гомомагнитотерапии

Лечебное использование. Основными показаниями для гемоманнитотерапии являются следующие заболевания: ИБС, преходящие нарушения мозгового кровообращения, дисциркуляторная энцефалопатия I—II ст., диабетическая ангиопатия и нейропатия, вибрационная болезнь, ревматоидный артрит, артериальная гипертензия, облитерирующие поражения артерий верхних и нижних конечностей, посттромбофлебитический синдром, острые экзо- и эндотоксикозы. Метод показан также для восстановления физической работоспособности у спортсменов.

Противопоказаниями для гемоманнитотерапии считаются: тромбоцитопения, кровотечения и высокий риск геморрагического синдрома, острая сердечная недостаточность, злокачественные новообразования, беременность, острые инфекционные заболевания.

3.5. Сочетанные методы магнитотерапии

Сложный патогенез большинства заболеваний, вовлечение в патологический процесс многих систем организма и многоуровневая иерархия регуляции обосновывают целесообразность комплексного использования лечебных физических факторов у больных. Из известных вариантов комплексной физиотерапии наибольшего внимания заслуживает сочетанное (одновременное) использование нескольких физиотерапевтических методов. Сочетанные методы не только эффективнее монотерапии, но и дают возможность без ущерба для больного сократить количество применяемых ежедневно процедур, обеспечивают значительную экономию времени как больного, так и персонала (В. С. Улащик, 1981 г., 1994 г.).

Эффективное использование магнитотерапии в комплексном лечении ряда заболеваний и углубление знаний о механизмах физиологического и лечебного действия магнитных полей стимулировали разработку новых технологий магнитотерапии в виде сочетанных методов. В настоящем разделе речь пойдет о таких методах, как магнитолазерная терапия, магнитофорез, термомагнитотерапия, вибромагнитотерапия и др.

Магнитолазерная терапия—один из наиболее распространенных методов сочетанной магнитотерапии, в основе которого лежит одновременное воздействие с лечебно-профилактическими и реабилитационными целями магнитным полем и низкоинтенсивным лазерным излучением. В большинстве известных аппаратов лазерное излучение сочетается с постоянным магнитным полем, но в последнее время появились аппараты, позволяющие лазерное излучение сочетать с различными видами низкочастотной магнитотерапии, что значительно повышает терапевтические возможности метода.

При сочетанном применении этих двух физических факторов наряду с суммированием однонаправленных физиологических и

лечебных эффектов возникает ряд физико-химических изменений, благоприятно сказывающихся на терапевтическом действии метода. Кроме того, магнитное поле способствует более глубокому проникновению в ткани лазерного излучения и повышению к нему чувствительности клеток.

Магнитолазерная терапия стимулирует биосинтетические процессы и образование богатых энергией фосфатов, изменяет сосудистую проницаемость, усиливает микроциркуляцию и периферическое кровообращение, образование биологически активных веществ и дегрануляцию тучных клеток, улучшает функциональное состояние органов и систем. Основными лечебными эффектами магнитолазерной терапии считаются: противовоспалительный, обезболивающий, иммунокорректирующий, гипотензивный, гиполипемический, трофический, антиспастический, антиоксидантный и антигипоксический и др. (рис. 13).

Для проведения магнитолазерной терапии используют следующие аппараты: аппарат магнитолазерной терапии АМЛТ-01, аппарат магнитооптический лазерный «Изель», аппарат лазерный терапевтический с магнитной насадкой АЛТО-05М, аппарат магнитолазерной терапии «Млада», терапевтический магнитолазерный аппарат «Светоч-1», магнитолазерные аппараты «Лазурь» и «Эрга», универсальный лазерный терапевтический аппарат «Азор-2к» с магнитной насадкой, магнитоинфракрасные лазерные терапевтические аппараты серии «МИЛГА»; аппараты квантовой терапии серии «РИКТА», многофункциональный физиотерапевтический магнитолазерный аппарат «Фототрон», аппараты лазерные терапевтические «Люзар-МП», «Родник-1», «СНАГ», «Айболит» и «Сенс» (Беларусь).

Техника и методика магнитолазерной терапии напоминает проведение процедур магнито- или лазеротерапии и во многом зависит от типа используемого аппарата. Воздействие осуществляется в удобном для больного положении (лежа или сидя), как правило, на обнаженный участок тела. В крайних случаях и только при применении в методе инфракрасного излучения процедура может проводиться через тонкую (не более 2 мм) повязку. Магнитолазерную терапию применяют на область патологического очага, на кожную проекцию внутренних органов, на рефлексогенные зоны и точки акупунктуры, а также по внутрисполостным методикам. Может метод применяться и для чрескожного облучения крови. Воздействие чаще осуществляют по стабильной (неподвижной) методике, контактно, с использованием одного или нескольких полей. При лечении ран, трофических язв, ожогов и болезней кожи используют и бесконтактный способ воздействия. При этом излучающая головка с магнитом должна находиться на расстоянии не более 5—10 мм от облучаемой поверхности.

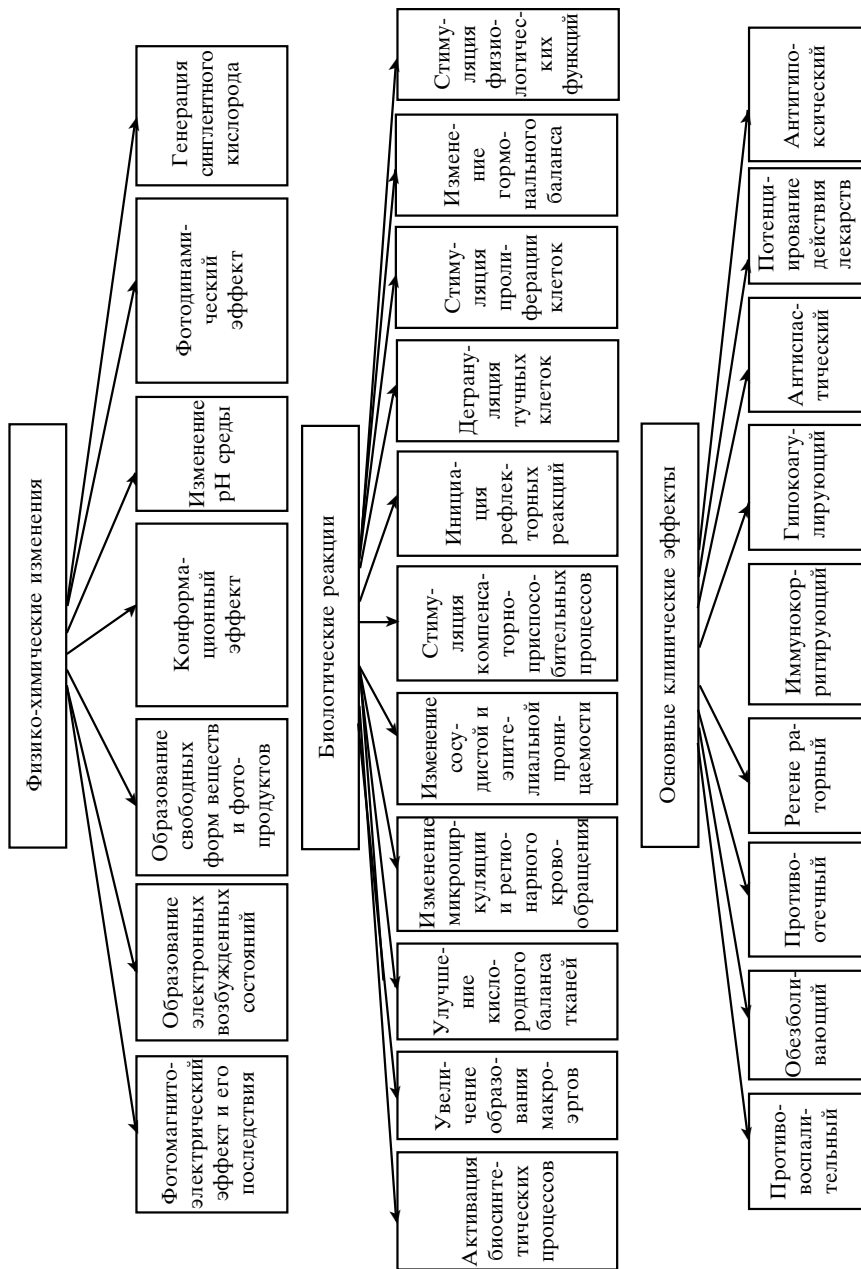


Рис. 13. Магнитолазерная терапия: действие на организм

Магнитолазерную терапию чаще всего применяют при плотности лазерного излучения $5-10$ мВт/см² и напряженности магнитного поля (магнитной индукции) в пределах $20-25$ мТл. Экспозиция на одно поле обычно составляет $5-10$ мин., а суммарная продолжительность при воздействии на несколько полей не должна превышать $15-20$ мин. Курс лечения состоит из $8-12$, реже $16-20$ процедур, проводимых ежедневно или через день. При работе с аппаратами, имеющими особые медико-технические характеристики, следует придерживаться прилагаемой к аппарату инструкции по применению. При необходимости, через $2-4$ недели можно провести повторный курс магнитолазерной терапии. Метод может применяться совместно с лекарственными веществами — магнитолазерофорез.

Наиболее успешно магнитолазерная терапия применяется в хирургии (длительно не заживающие раны, трофические язвы, ожоги, отморожения, облитерирующие заболевания сосудов нижних конечностей), травматологии и ортопедии (воспалительные и травматические заболевания суставов и позвоночника, миалгии, артралгии, переломы костей), стоматологии (гингивиты, стоматиты, пульпиты, пародонтоз), терапии (ИБС, артериальная гипертензия, неспецифические воспалительные заболевания органов дыхания, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, хронические гастриты, гепатиты и колиты), в неврологии (невралгии, нейропатии, остеохондроз позвоночника с неврологическими проявлениями), акушерстве и гинекологии (лактационный мастит, бесплодие, воспалительные заболевания внутренних женских половых органов), дерматологии (аллергодерматозы, нейродермит, псориаз, экзема, красный плоский лишай, рецидивирующий герпес) и др.

Противопоказаниями для магнитолазеротерапии считаются: онкологические заболевания, беременность, печеночная и почечная недостаточность в стадии декомпенсации, судорожные состояния, системные заболевания крови, тяжело протекающие сердечно-сосудистые и эндокринные заболевания, лихорадочное состояние невыясненной этиологии.

Магнитное поле сочетают не только с лазерным излучением, но и с другими видами фототерапии (фотоманнитотерапия). Разработка этого метода интенсифицировалась в связи с развитием светодиодной техники.

Из аппаратов для светоманнитотерапии наибольшую известность получили аппараты серии «Геска». Аппараты этой серии «Геска-1 маг» и «Геска-2 маг» являются источником светодиодного красного (660 ± 15 нм) и инфракрасного ($840-930$ нм) излучения и постоянного магнитного поля ($20-50$ мТл).

Магнитофототерапия с помощью аппаратов серии «Геска» рекомендуют проводить ежедневно, 1–2 раза в день. Среднее количество процедур на курс лечения при большинстве заболеваний составляет 10–15. При необходимости повторный курс может быть проведен через 12–15 дней.

Магнитофототерапия показана при ранах и ушибах мягких тканей, солнечных ожогах, зудящих дерматозах, заболеваниях и травмах суставов и позвоночника, воспалительных заболеваниях верхних дыхательных путей и др.

Она противопоказана при тяжело протекающих заболеваниях сердечно-сосудистой, нервной, эндокринной и других систем, онкологических заболеваниях, а также абсцессах и флегмонах до вскрытия.

В Беларуси разрешен к применению аппарат «СПОК-фото», являющийся источником сложно модулированного низкочастотного магнитного поля и светодиодного излучения в диапазоне 400–2000 нм.

Магнитофорез лекарств — сочетанное применение с лечебно-профилактическими целями магнитного поля и лекарственного вещества.

Основанием для сочетанного использования магнитных полей и лекарств послужили сведения о том, что этот физический фактор ускоряет диффузионные процессы, повышает сосудистую и эпителиальную проницаемость, улучшает биодоступность лекарственных веществ. Кроме того, вследствие индуцирования в тканях электродвижущей силы под влиянием магнитного поля при магнитофорезе может иметь место вторичный электрофорез лекарств. Последнее определяет преимущественное использование для магнитофореза вращающегося магнитного поля с реверсом, которое позволяет получать ЭДС нужного направления. И все же теоретические основы метода требуют дальнейшего изучения.

Несмотря на недостаточную разработку научных основ, данный метод уже активно используется в комплексном лечении ряда заболеваний. Из магнитотерапевтических аппаратов наиболее пригодны для проведения магнитофореза «Полюс-3», «Полюс-4» и «Градиент».

Используют несколько вариантов проведения магнитофореза. В офтальмологии, где он пока нашел наиболее широкое применение, выполняют ванночковый магнитофорез. В положении больного лежа под веки после анестезии вводится ванночка подходящего размера, которая затем заполняется раствором соответствую-

ющего лекарственного вещества. Над раствором с минимальным зазором устанавливается индуктор от магнитотерапевтического аппарата. Прибегают и к таким приемам нанесения лекарства: их инсталлируют в конъюнктивальный мешок или туда же закладывают глазные лекарственные пленки. Из лекарств для магнитофореза в офтальмологии применяют противовоспалительные средства, протеолитические ферменты, мидриатики, обезболивающие препараты, антибиотики. Продолжительность процедуры 7—10 мин., при магнитной индукции—10—15 мТл. На курс лечения используют от единичных до 10—12 процедур.

В других случаях раствор лекарственного вещества наносится на тонкую марлевую прокладку, которая размещается в области патологического очага. Над прокладкой с минимальным зазором или контактно устанавливается индуктор и проводится воздействие магнитным полем (10—20 мТл, 10—20 мин.). Курс лечения по этому способу может включать от 10 до 20 процедур.

Метод сегодня применяется в офтальмологии для лечения послеоперационных осложнений, микротравм глаза, внутриглазных посттравматических кровоизлияний, а также в комплексном лечении ран, трофических язв и зубочелюстных аномалий. Противопоказания для метода такие же, как и для низкочастотной магнитотерапии.

Магнитофонотерапия—метод сочетанного воздействия магнитным полем и ультразвуком. Для ее проведения пока используется простейшая технология: на ультразвуковой излучатель (вибратор) насаживают кольцевидный ферритовый магнит, являющийся источником постоянного магнитного поля (30—50 мТл). Такое сочетанное воздействие сопровождается изменением сосудистой и кожной проницаемости, выраженным противоотечным и противовоспалительным действием, стимуляцией микроциркуляции и репаративных процессов.

Метод рекомендуется для использования в комплексном лечении травм и заболеваний суставов, остеохондроза позвоночника, болевых синдромов различного генеза, неосложненной язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

Процедуры проводятся при параметрах, применяемых в ультрафонотерапии (0,4—0,8 Вт/см², 5—15 мин.) и постоянной магнитотерапии (10-30 мТл, 5—15 мин.). На курс лечения назначают 8—15 процедур, проводимых ежедневно или через день.

Метод требует дальнейшего клинико-экспериментального изучения, а технология и аппаратное обеспечение—усовершенствования. Перспективной представляется всесторонняя разработка и магнитофонофореза лекарственных веществ.

Вибромагнитотерапия — сочетанное применение магнитного поля и механических колебаний низкой частоты (вибраций). За рубежом метод применяется уже более 25 лет. Наибольшее распространение получил стационарный аппарат «Магнетайзер» (Япония), обеспечивающий общее воздействие вибрацией (100 Гц) в сочетании с магнитотерапией и выполненный в виде кресла. Магнитотерапия осуществляется тремя индукторами, встроенными в кресло в проекции лопаток, поясничной области и ягодич. Известен также и переносной вариант (М-РЗ) аппарата «Магнетайзер». Аппарат используется при лечении травм и заболеваний суставов, остеохондроза позвоночника.

В странах СНГ для локальной вибромагнитотерапии применяют аппарат «Магофон» (г. Елаьтма). Он является источником неоднородного магнитного поля (30 ± 9 мТл) и широкополосных виброакустических колебаний (0,02 — 20 кГц).

Метод оказывает противовоспалительное, обезболивающее, антиспастическое и трофонорегенераторное действие, благоприятно влияет на деятельность нервной, эндокринной и других систем организма. Лечение проводят, воздействуя на очаг поражения, окружающие ткани и рефлекторные зоны, устанавливая аппарат неподвижно или осуществляя медленные скользящие движения по заданной области. Воздействуют от 2 до 6 мин. на поле, общая продолжительность не превышает 15—20 мин. На курс лечения назначают 10—15 процедур, проводимых ежедневно. Повторный курс назначают, при необходимости, через 30—40 дней. В течение года можно провести 3—4 курса виброакустимагнитотерапии. Если в процессе лечения возникают устойчивые неприятные ощущения (боль, головокружение, слабость и т. п.), то следует очередную процедуру пропустить, а продолжительность процедуры сократить на 1/3.

Метод показан при остеохондрозе позвоночника, деформирующем остеоартрозе, плечелопаточном периартрозе, артритах, эпикондилите, подагре, переломах костей, ушибах мягких тканей, ранах, хронической венозной недостаточности, невралгиях, нейропатиях, ринитах, фронтитах, трахеитах, гингивитах, пародонтите и др.

Противопоказаниями к применению магнитоакустической терапии (аппарат «Магофон») являются: кровоточивость и склонность к ней, острый тромбоз, рецидивирующие тромбоэмболические осложнения, аневризмы сердца, аорты и крупных сосудов, сердечно-сосудистая недостаточность выше II ст., тяжелые нарушения сердечного ритма (мерцательная аритмия, пароксизмальная тахикардия, частые экстрасистолы и др.), острый инфаркт миокарда, наличие кардиостимулятора в области воздействия, заболевания ЦНС с резким возбуждением, психические расстройства,

диэнцефальный синдром, тиреотоксикоз, общие противопоказания для физиотерапии.

Термомагнитотерапия—сочетанное воздействие на организм магнитным полем и теплом. В практической медицине пока получил распространение простейший вариант термомагнитотерапии—пеломагнитотерапия. Она осуществляется следующим образом: на нужную область тела человека накладывают грязевую лепешку толщиной 2—3 см в марлевом мешочке. Температура грязи 38—40°С. Над лепешкой с минимальным зазором (1—2 мм) устанавливают индуктор (индукторы) от аппарата для магнитотерапии. Магнитную индукцию по сравнению с обычными магнитотерапевтическими процедурами рекомендуется увеличить на 15—25%. Время воздействия магнитным полем—10—20 мин., а грязью—20—25 мин. Процедуры проводят через день, на курс—от 12 до 20 процедур.

Пеломагнитотерапию с успехом применяют при лечении остеохондроза позвоночника с неврологическими проявлениями, хронического гастрита, гепатита, холецистита, воспалительных заболеваний женских половых органов, заболеваний и травм суставов, остаточных явлений после перенесенных бронхитов и пневмоний, бронхиальной астмы (межприступный период).

Новые возможности в применении термомагнитотерапии открываются в связи с разработкой универсального аппарата для термомагнитотерапии АТМТ-01 (Беларусь), разработанного автором с сотрудниками (патенты РБ № 2651, № 2593 и № 2796). Основной блок для общей термомагнитотерапии выполнен в виде одеяла, в которое встроены магнитные индукторы и термоэлементы, что позволяет воздействовать магнитным полем и теплом на все тело пациента.

Согласно предварительным данным, термомагнитотерапия обладает трофикорегенераторным, обезболивающим, противовоспалительным, противоотечным, седативным, гипотензивным и иммуномодулирующим действием, что открывает широкие показания к использованию метода в клинической практике.

Процедуры проводятся в положении лежа на спине. Продолжительность процедуры составляет 15—20 мин., на курс назначается 8—12 процедур. Варьируя программы, можно оказывать общее и локальное воздействие с различными параметрами магнитного поля, а также применять только магнитотерапию, термотерапию или термомагнитотерапию. Программа воздействия выбирается в соответствии с рекомендациями, содержащимися в инструкции к аппарату, и корректируется лечащим врачом.

Термомагнитотерапия с использованием аппарата АТМТ-01 показана при артериальной гипертензии, ИБС, вибрационной бо-

лезни, заболеваниях и травмах суставов и позвоночника, зудящих дерматозах, а также в спортивной медицине.

Перспективными представляются разработка и внедрение в клиническую практику сочетанных методов, основанных на одновременном применении магнитных полей с импульсными токами (электромагнитотерапия), микроволнами (магнитосверхвысокочастотная терапия), холодом (криомагнитотерапия) и другими физическими факторами.

Таким образом, современная физиотерапия располагает большими возможностями для проведения сочетанных методов магнитотерапии. Однако из-за недостаточной изученности их или необеспеченности серийно выпускаемыми аппаратами лишь отдельные из них (магнитолазеротерапия, магнитофорез, термомагнитотерапия) сегодня вошли в повседневную медицинскую практику.

3.6. Омагничивание растворов

К числу особых методов магнитотерапии условно может быть отнесено омагничивание воды, физиологического раствора и растворов лекарственных веществ. Эта технология, активно разрабатываемая в 70—80-е гг. прошлого столетия, вновь стала привлекать внимание исследователей, в связи с чем мы сочли необходимым упомянуть о ней и в настоящем разделе. Уместно это сделать еще и потому, что такая технология разрабатывается и в ООО «Диполь» совместно с Институтом физиологии (В. А. Кульчицкий и соавт., 2008 г.), а к аппарату «УниСПОК» придается индуктор ИАМВ-9, предназначенный для омагничивания физиологического раствора (С. В. Плетнев, 2007 г.).

Наиболее широко изучалось действие омагниченной воды. Доказано, что подвергнутая *in vitro* воздействию магнитным полем (10—100 мТл) вода не только изменяет свои физико-химические свойства, но и обладает повышенной проницаемостью через клеточные мембраны, бактерицидностью, очищает сосуды от чужеродных белков, снижает количество холестерина в крови и печени, повышает обмен веществ, снижает повышенное давление, стимулирует иммунитет и регенерацию поврежденных тканей.

Омагниченную воду можно использовать для питьевого (по 150 мл 3 раза в день натощак) лечения, а также наружно в виде ванн, полосканий, клизм, компрессов и обливаний. С лечебно-профилактическими целями используют омагниченные физиологический раствор, растворы для инфузионной терапии, растительные настои и отвары, минеральную воду. Показано, что омагничивание этих растворов повышает их лечебные свойства. Повышенная активность омагниченной воды и растворов сохраняется в течение суток, что следует учитывать при их использовании. С. А. Гуляр и

Ю. П. Лиманский (2006 г.) приводят достаточно солидный перечень состояний и расстройств, при которых целесообразно применение омагниченной воды и других жидкостей (табл. 2).

Табл. 2.

Основные показания к применению омагниченных жидкостей

№	Наименование показаний	Лечебный фактор	Способ применения	Длительность курса
1	Неврозы, стрессы, депрессия	Вода, натуральный сок, растительные настои и отвары	Питье, 3—5 раз в день	Постоянно
2	Профилактика дисфункций желудочно-кишечного тракта	Вода, минеральная вода, натуральный сок	Питье, 3—5 раз в день	Постоянно
3	Воспалительные заболевания полости рта, десен, миндалин	Вода, раствор антисептика	Полоскания, 2—4 раза в день	2—4 нед.
4	Кровоточивость десен	Вода, растительные настои, отвары	Полоскания, 2—4 раза в день	2—4 нед.
5	Зубной налет органический и минеральный	Вода, смягчающие и растительные настои, отвары	Полоскания, 2—4 раза в день	Постоянно
6	Воспалительные заболевания полости носа и его придаточных пазух	Вода, раствор антисептика и 0,85% раствор поваренной соли	Полоскания, 2 раза в день	2—4 нед.
7	Профилактика гриппозного ринита	Вода, натуральный сок	Питье, ежедневно, каждые 4—5 часов	2—3 нед.
8	Раны, ожоги, трофические язвы, пролежни	Раствор антисептика	Промывания, ежедневно или 1 раз в два дня	По показаниям, от 1 нед.
9	Неспецифические воспалительные заболевания кожи	Вода, раствор антисептика	Омывания, аппликации, 1—2 раза в день	По показаниям, от 1 нед.
10	Опрелости, раздражения кожи у детей	Вода, отвары из трав	Омывания, 1—2 раза в день	1—2 нед.
11	Воспалительные заболевания пищевода, желудка, 12-перстной кишки	Вода, минеральная вода	Питье, 3—4 раза в день	Весна, осень— постоянно, лето, зима— 2—3-недельные циклы
12	Воспалительные заболевания слизистых оболочек женских половых органов	Вода, раствор антисептика или отвары из трав	Спринцевания, аппликации, 1—2 раза в день	2—4 нед.
13	Воспалительные заболевания прямой кишки, геморрой, колит, дистония	Вода, раствор антисептика или отвары из трав	Клизмы, аппликации, ванночки, 1—2 раза в день	2—4 нед.

№	Наименование показаний	Лечебный фактор	Способ применения	Длительность курса
14	Воспалительные заболевания и раны пальцев рук и ног	Вода, раствор антисептика	Экспозиции в жидкости	1–2 нед.
15	Стареющая кожа лица	Вода, жидкие маски-примочки	Омывания, аппликации	Ежедневно, на ночь
16	Профилактика дисфункций нервной и сердечно-сосудистой систем вовремя магнитных бурь	Вода, натуральный сок	Питье, ежедневно каждые 4–5 ч	1 нед. или по показаниям
17	Повышение эффективности светотерапии, лазеротерапии, акупунктуры, массажа	Вода, отвары из трав	Наружное омывание до и после процедуры	В соответствии с режимом процедур
18	Запоры, застойные явления в толстом кишечнике	Вода, солевой раствор или отвары из трав	Клизмы	1–2 раза в день в течение 2–3 дней
19	Нормализация иммунитета	Вода, растительные настои, отвары	Питье, 3–5 раз в день	2–4 нед.
20	Головная боль, стресс	Вода, растительные настои, отвары	Питье, 3–5 раз в день	Постоянно
21	Укачивание, головокружение	Вода, натуральные соки	Ежедневно, через каждые 4–5 ч	В течение недели либо при появлении симптомов
22	Острая крапивница	Вода, растительные настои, отвары	Омывание, 1–2 раза в день	1–2 нед.
23	Воспалительные заболевания полости носа и его придаточных пазух	Вода, раствор антисептика и 0,85% раствор поваренной соли	Полоскания, 2 раза в день	2–4 нед.

Вместе с тем, следует заметить, что не все исследователи признают терапевтическое действие омагниченной воды.

Ряд исследований выполнено с омагниченными растворами лекарственных веществ. В большинстве случаев омагничивание улучшает фармакотерапевтические свойства лекарственных веществ, что позволяет уменьшать расход препаратов и снижать их побочное действие. Вместе с тем, предварительное воздействие магнитным полем на растворы лекарственных веществ может ухудшать их фармакокинетику и фармакодинамику или не оказывать на них никакого влияния. Выраженность и направленность влияния магнитных полей на фармакотерапевтические свойства лекарств зависят от многих факторов: мощности магнитного поля и длительности омагничивания, состава растворителя, свойств самого лекар-

ства и концентрации его в растворе и т. д. Поскольку влияние омагничивания на активность лекарств трудно пока прогнозировать, эта технология магнитотерапии не получила широкого практического распространения и продолжает оставаться предметом научных исследований. Более перспективным для клинической медицины представляется создание магнитных (магнитоуправляемых) лекарственных веществ, особенно на основе нанотехнологий. Такие лекарственные формы сегодня уже используют в терапии язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки, ран, ряда воспалительных заболеваний, а также в качестве рентгеноконтрастных средств и специфических сорбентов. Подробно эта технология, больше относящаяся к фармакологии, чем к физиотерапии, требует отдельного рассмотрения.

* *
*

Даже из далеко не полного обзора следует, что сегодня магнитотерапия имеет хорошее техническое обеспечение и располагает большим количеством разнообразных методов, технологий и методик. Одни из них уже широко используются в лечебной практике, другие еще только разрабатываются и являются предметом научных исследований. В последние годы во многих странах, в том числе и в Беларуси, наибольшее внимание уделяется разработке и клиническому применению импульсной и особенно высокоинтенсивной импульсной магнитотерапии, так и импульсное магнитное поле считается наиболее биологически активным физическим фактором. Рассмотрению этого вида магнитотерапии посвящается следующая глава книги.

Глава 4. ИМПУЛЬСНАЯ МАГНИТОТЕРАПИЯ

Импульсная магнитотерапия — применение с лечебно-профилактическими целями импульсного магнитного поля различной частоты и интенсивности. Как и при других импульсных воздействиях, при импульсной магнитотерапии подача энергии фактора чередуется с паузами, т. е. осуществляется в определенном ритме. По сравнению с непрерывной, импульсная магнитотерапия имеет ряд особенностей:

- медленное развитие адаптации организма;
- возможность более широкого варьирования дозиметрических параметров процедуры;
- доступность воздействия на более глубоко расположенные органы и ткани;
- более выраженная специфичность воздействия;
- физиологичность воздействия.

При импульсной магнитотерапии кроме магнитной индукции и продолжительности воздействия биотропное значение имеют и другие характеристики импульсных магнитных полей: форма, частота повторения импульсов, скважность, частота модуляции и др. К сожалению, конкретных данных об их влиянии на различные системы и процессы в организме крайне мало. При исследовании сенсорной индикации импульсных магнитных полей у людей было показано, что из частот 1, 10, 100 и 1000 Гц наибольшей биологической активностью обладает МП с частотой 10 Гц. Подобное явление в электромагнитной биологии получило название частотного окна (М. А. Шишло, 1982 г.).

Среди известных вариантов импульсной терапии наибольший интерес и наибольшее отличие от других видов магнитотерапии, прежде всего, низкочастотной магнитотерапии, представляет высокоинтенсивная импульсная магнитотерапия (ВИМТ), которой в этой главе уделено наибольшее внимание.

4.1. Физические и биофизические основы метода

Высокоинтенсивная импульсная магнитотерапия заключается в лечебном воздействии импульсным магнитным полем с индукцией 0,5—0,7 Тл (500—700 мТл) и выше. Импульсные поля более низкой интенсивности по своему биологическому действию сходны с низкочастотной магнитотерапией, хотя и активнее их.

В тканях организма под действием импульсных магнитных полей по закону электромагнитной индукции М. Фарадея наводится

электродвижущая сила (ЭДС), величина которой зависит от скорости изменения (dB/dt , Тл/с) магнитной индукции. Она в свою очередь определяется частотой и формой импульсного магнитного поля, его амплитудой и радиусом контура, в котором наводится ЭДС. Напряженность электрического поля (E , В/м) в этом контуре определяется по формуле:

$$E = dB/dt \cdot \pi r^2 / 2\pi r = 0,5 (dB/dt) \cdot r$$

Действие наведенной ЭДС на биологические ткани связано с существованием на клеточных мембранах потенциала действия (порядка 0,1В), который определяет процессы диффузии ионов в клетке.

За счет быстрого нарастания вектора магнитной индукции возникающие электрические поля в электропроводящих системах вызывают движение электрических зарядов. Индукционные электрические токи, возникающие при действии высокоинтенсивных импульсных магнитных полей, имеют высокую плотность, на 2—3 порядка выше, чем при использовании низкочастотной магнитотерапии. Их форма и временные характеристики близки к таковым действующего магнитного поля. Наведенные электрические токи большой плотности способны вызывать возбуждение волокон периферических нервов и ритмическое сокращение миофибрилл. Этот феномен, впервые продемонстрированный еще в 80-х гг. прошлого столетия, был положен в основу использования импульсных магнитных полей для миомагнитостимуляции скелетной мускулатуры гладких мышц сосудов и внутренних органов. По приближительному подсчетам, для вызывания сокращения мышц плотность тока должна составлять около 0,1 мА/см².

Плотность тока, наведенного изменяющимся магнитным полем, зависит от электропроводности ткани, которая изменяется в очень широких пределах—от максимальных значений для спинно-мозговой жидкости и крови до минимальных значений, характерных для кожи и кости. Естественно, что и биологические эффекты, вызываемые в этих тканях импульсным магнитным полем, будут существенно различаться.

Проникающая способность импульсного магнитного поля превышает 4—5 см, поэтому индуцированные им токи могут воздействовать на глубоко расположенные возбудимые структуры и внутренние органы. Отсюда понятна возможность использования высокоинтенсивных импульсных магнитных полей для транскраниальной магнитостимуляции.

Согласно имеющимся расчетам, существенное влияние на электрохимические процессы в тканях может оказать влияние индуцированное электрическое поле, близкое к значениям 10^4 В/м. Более или менее приблизиться к этим значениям напряженности электрического поля безопасности повреждения клетки можно, воздействуя на нее относительно редкими одиночными импульсами магнитного поля большой амплитуды. Такие условия и создаются в аппаратах для ВИМТ.

Биологическое действие импульсного магнитного поля может быть связано и с влиянием фактора на переходы электронов и свободнорадикальные реакции. Магнитные поля снижают частоту синглет-триплетных переходов вследствие расщепления вырожденного триплетного уровня на три подуровня с различной энергией. Основные антиоксидантные системы — супероксиддисмутаза и каталаза — более активны в скелетном состоянии, и снижение частоты синглет-триплетных переходов повышает активность эндогенных антиоксидантных систем организма. Следовательно, магнитное поле является фактором активации ферментов антиоксидантной защиты.

Как и при других видах магнитотерапии, при ВИМТ определенное значение, по-видимому, имеет влияние на воду. Вызываемое импульсными магнитными полями изменение квазикристаллической структуры и физико-химических свойств воды сказывается на выполнении своих специфических функций молекулами белков, нуклеиновых кислот, полисахаридов и другими макромолекулами, образующими с водой единую систему.

Под воздействием импульсных магнитных полей высокой интенсивности изменяется заряд клеток, дисперсность коллоидов и проницаемость клеточных мембран, что может сопровождаться различными как физиологическими, так и терапевтическими эффектами.

При транскраниальной магнитостимуляции электрическое поле наводится в горизонтально ориентированных аксонах интернейронов моторной коры или других зон мозга. Вызываемый электрическим полем ток ионов ведет к активации или возбуждению нервных клеток. От интернейронов возбуждение передается на корковый мотонейрон и по эфферентным путям (чаще всего по толстым миелинизированным быстропроводящим волокнам пирамидного пути) достигает соответствующего эффектора. Известно, что единичное раздражение коры приводит к генерации по-

вторяющихся нисходящих высокочастотных залпов в пирамидных клетках. Важно отметить, что глубина проникновения импульсного магнитного поля пропорциональна диаметру используемого индуктора и магнитной индукции используемого поля. Варьируя параметры и локализацию воздействия импульсным магнитным полем, можно получить как возбуждающий, так и ингибирующий эффект. Наряду с изменением биоэлектрической активности нейронов при транскраниальной магнитостимуляции в структурах мозга происходят биохимические и другие изменения. Они зависят, как будет показано ниже, от амплитудно-частотных характеристик магнитной стимуляции, продолжительности воздействия и стимулируемой области головного мозга.

По мнению Г. Н. Пономаренко (2004 г.), импульсные магнитные поля действуют на человека набором составляющих их спектр сфазированных друг относительно друга гармонических магнитных полей. Это дает возможность одновременного воздействия на больного периодическими магнитными полями с частотами, соответствующими характерным частотам квазипериодических процессов в организме. Такой механизм действия может быть присущ не только высокоинтенсивным, но и малоинтенсивным магнитным полям, используемым в импульсной магнитотерапии.

В связи с применением в импульсной магнитотерапии высокоинтенсивных магнитных полей возникает вопрос о безопасности метода, прежде всего, с точки зрения возможности отрицательного влияния сильного импульсного магнитного поля на работу сердца. Согласно расчетам и экспериментам J. Silny (1986 г.), порог для фибрилляции сердца человека может составлять 1 Тл при частоте 50 Гц для магнитных полей, действующих перпендикулярно оси тела. Это соответствует скорости изменения магнитной индукции 300 Тл/с. Позднее J. Reily (1990 г.) привел данные, в соответствии с которыми безопасным порогом скорости изменения магнитной индукции является скорость 70 Тл/с.

В методе ВИМТ скорость изменения магнитной индукции непосредственно под индуктором может достигать значений 10^4 Тл/с. Поэтому, несмотря на быстрое затухание магнитного поля по мере удаления от индуктора (на расстоянии от него порядка 10 см оно ненамного превышает естественный фон), воздействие на зоны, прилежащие к области сердца, при больших установленных значениях магнитной индукции нежелательно.

4.2. Физиологическое и лечебное действие метода

Импульсные магнитные поля оказывают активное влияние на различные системы организма, зависящее от параметров воздействия, прежде всего, от магнитной индукции. Низкоинтенсивная импульсная магнитотерапия вызывает в организме изменения, сходные с действием низкочастотной магнитотерапии (см.). Отличия в основном заключаются в том, что все важнейшие системы организма более чувствительны к действию импульсных магнитных полей, а поэтому один и тот же эффект может быть достигнут от импульсной магнитотерапии при значительно меньших дозировках. Высокоинтенсивное магнитное поле, характеризующееся более глубоким проникновением, оказывает на организм целый ряд специфических эффектов, которые подробно рассматриваются ниже.

Одним из наиболее характерных для ВИМТ эффектов является *миостимулирующий*. В основе эффекта миомагнитостимуляции лежит способность электрических токов большой плотности, индуцированных импульсным магнитным полем высокой интенсивности, вызывать сокращение скелетных мышц, гладких мышц внутренних органов и сосудов.

Основные итоги выполненных нами и другими исследователями экспериментальных исследований, посвященных изучению действия импульсных магнитных полей на нервно-мышечный аппарат, могут быть сведены к следующему (С. Н. Маликова и соавт., 1990 г.; В. С. Улащик и соавт., 2003 г.):

1. Воздействие импульсным магнитным полем с магнитной индукцией 1 Тл в 100% случаев вызывает электромиографический ответ, который по амплитудным характеристикам и форме разряда не отличается от реакции на электрическую стимуляцию (эксперименты на седалищном нерве кролика и запись с двуглавой мышцы бедра и передней большеберцовой мышцы), что хорошо иллюстрирует нижеприводимый рис. 14.

2. Электромиографическая реакция возникает как при контактном расположении индуктора, так и при зазоре в 1–1,5 см. При зазоре более 3 см и индукции магнитного поля менее 0,8 Тл сокращение мышц уже не происходит.

3. Многократное воздействие на нерв ИМП вызывает активацию мышечной импульсации, причем средняя частота следования биопотенциалов почти в 2 раза выше, чем при электростимуляции.

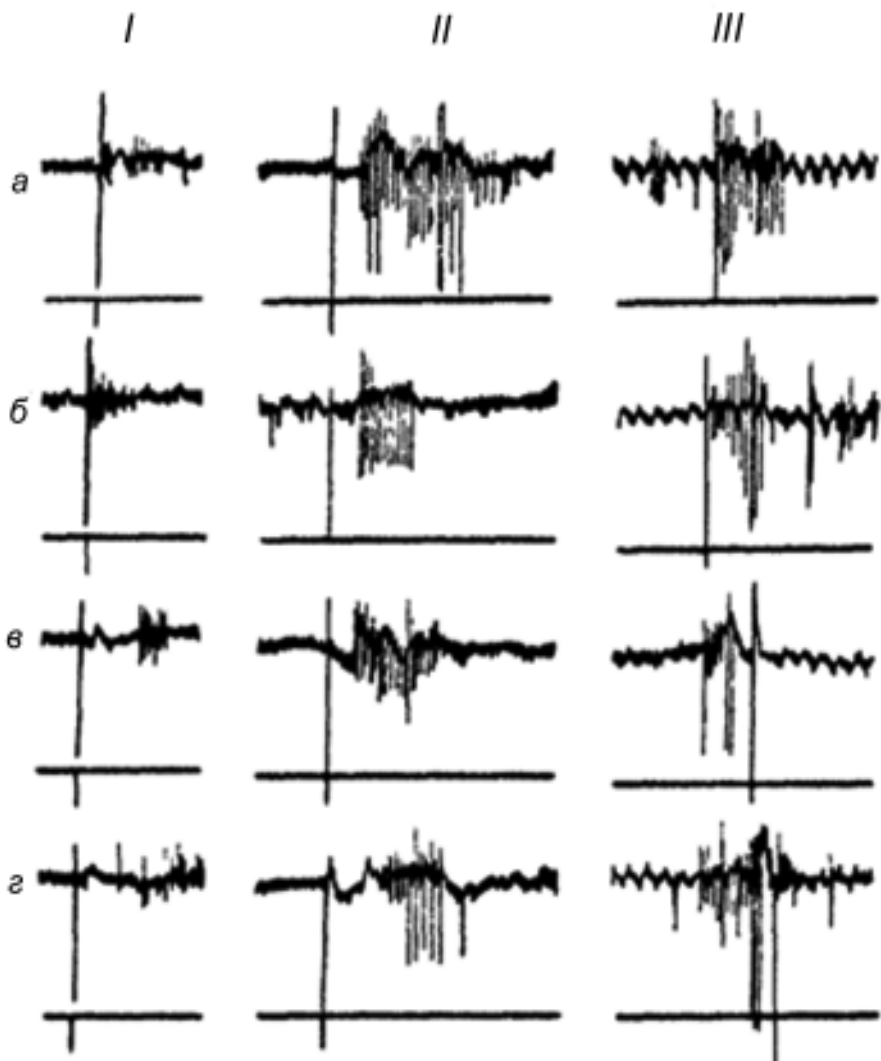


Рис. 14. Миографические ответы на электро- и импульсную магнитную стимуляцию (С. Н. Маликова с соавт., 1989 г.):

I—ответ на пороговую величину электрической стимуляции;

II—ответ на сверхпороговую величину электрической стимуляции;

III—ответ на стимуляцию ИМП (индукция 1,2 Тл); а, б, в, г—верхний луч—последовательные ответы на стимулы; нижний луч—отметка артефакта раздражения

4. Импульсные магнитные поля способны вызвать сокращение мышц при косвенном их раздражении. Введение α -тубокурарина, который обратимо блокирует нервно-мышечную передачу, но не устраняет способность мышцы к возбуждению, приводит к тому, что воздействие ИМП на нерв не сопровождается мышечным сокращением.

5. При местной холодовой блокаде периферического нерва ИМП не вызывает мышечное сокращение. Отсутствие мышечного сокращения в ответ на воздействие ИМП при холодовой блокаде периферического нерва свидетельствует о том, что реакция скелетной мускулатуры не развивается, поскольку отсутствует проводимость по двигательному нервному волокну.

6. Магнестимуляция с использованием высокоинтенсивного ИМП эффективна и при травматическом повреждении нерва (полная перерезка и последующее периневральное сшивание седалищного нерва). У кроликов после реконструктивной операции, подвергавшихся магнестимуляции (1,2 Тл), миографическая активность восстанавливалась на 16—17-е сутки, в то время как у контрольных животных, не подвергавшихся магнитной стимуляции, — только на 33—34-е сутки. Из этих данных следует, что ИМП ускоряет восстановление функции нерва после полной перерезки практически в 2 раза. Соответственно, быстрее восстанавливалась опорная и двигательная функции поврежденной конечности, быстрее восстанавливался и мышечный тонус. В то же время следует отметить, что у контрольных животных наблюдались выраженные нейротрофические изменения (трофические язвы, зуд, выпадение шерсти и др.). В группе животных, подвергавшихся магнестимуляции, трофических изменений практически не наблюдалось. Регенерация нерва без магнестимуляции сопровождалась образованием большого количества спиралей Пирончито, которые через некоторое время дегенерировали и являлись причиной роста рубцовой ткани. При магнестимуляции эти спирали образуются гораздо реже, а сама регенерация происходит с образованием осевых цилиндров.

7. Экспериментальные исследования подтвердили возможность использования импульсного магнитного поля высокой интенсивности для стимуляции гладкой мускулатуры. Воздействие ИМП на мионевральный пейсмекер, координирующий двигательную актив-

ность мочеоточника, приводило к периодическим сокращениям, регистрируемым на урoмиограмме в виде усиления биоэлектрических потенциалов.

Важно учитывать еще одно обстоятельство при оценке миостимулирующего действия импульсных магнитных полей. При воздействии ИМП в нервном стволе возбуждаются все или почти все нервные волокна, расположенные как на поверхности, так и в глубине нервного ствола, в то время как при электрической стимуляции возбуждению подвергаются главным образом поверхностно расположенные волокна нервного ствола и толстые миелинизированные нервные волокна.

Выраженный характер миостимулирующего эффекта ВИМП послужил основанием для использования этого фактора для стимуляции мышц в лечебной практике.

Не меньшее значение имеет и нейростимулирующий эффект высокоинтенсивного магнитного поля, наиболее полно реализованный в виде транскраниальной магнитной стимуляции (ТКМС). Этот эффект заключается в возникновении выраженной реакции со стороны структур головного мозга и связанных с ним эффектов (от активации клеточного метаболизма до движений конечностей) при воздействии импульсным магнитным полем на ЦНС. В основе нейростимулирующего (как и миостимулирующего) эффекта лежит способность индуцируемого ВИМП тока вызывать возбуждение нейронов мозга. В исследованиях с радиоизотопами установлено, что основными проводниками при ТКМС являются горизонтально ориентированные аксоны интернейронов моторной коры. От интернейронов возбуждение передается на мотонейроны, а затем по толстым миелинизированным быстропроводящим волокнам к соответствующей мышце-эффектору. При нарушении пирамидных путей в компенсацию моторного дефицита включаются альтернативные (tr. corticorubrospinalis и др.). Доказано, что единичное раздражение коры приводит к генерации повторяющихся нисходящих высокочастотных залпов в пирамидных клетках.

Воздействие магнитным полем высокой интенсивности на кору головного мозга сопровождается возникновением когерентного

разряда нейронов в стимулируемой области. На микроскопическом уровне индуцированное электрическое поле влияет на транспорт ионов через мембраны клеток мозга. В результате изменяются метаболизм и биоэлектрическая активность нейронов. При стимуляции моторной коры периферический эффект заключается в возникновении двигательных реакций. ТКМС может вызывать изменения и когнитивных функций (эмоций, внимания, памяти, мотиваций). Импульсная ТКМС префронтальной коры усиливает высвобождение дофамина в хвостатом ядре на стороне стимуляции, а стимуляция в проекции задней черепной ямки повышает уровень дофамина как в крови, так и ликворе. После многократных воздействий импульсным магнитным полем отмечается экспрессия ранних генов (*c-fos*), являющихся маркером процессов активации в нейронах.

Таким образом, ТКМС влияет на обмен белков, моноаминов, глюкозы и АМФ, а также изменяет экспрессию ранних генов. Определенное воздействие высокоинтенсивное магнитное поле оказывает на скорость мозгового кровообращения, макро- и микроциркуляцию, вызывая раскрытие резервных капилляров, улучшая функцию шунтов. Характер вышеперечисленных преобразований зависит от амплитудно-частотных характеристик магнитной стимуляции, продолжительности воздействия и стимулируемой области головного мозга. Эти данные послужили стимулом к изучению влияния ТКМС на различные компоненты памяти и эмоции. Оказалось, что ТКМС с частотой 5 Гц и индукцией МП, составляющей 90% от моторного порога, при воздействии на левое полушарие (лобно-височная область) приводит к достоверным изменениям кратковременной вербальной памяти и оказывает влияние на механизмы речевой реализации информации, связанные с долговременной памятью. При стимуляции правого полушария подобных изменений не происходит. ТКМС с подпороговым значением индукции МП и частотой 10 Гц влияет на эмоции при воздействии на лобные области. При активации левого полушария увеличивается позитивный, а правого — негативный знак эмоций, причем одновременно происходит и снижение эмоционального знака в противоположном полушарии (Р. Ф. Гимранов, 2002 г.).

Сказанное и другие сведения о действии ТКМС на организм обобщает рис. 15 (А. В. Мусаев, М. Ю. Носирова, 2008 г.).



Рис. 15. Характеристика действия ТКМС на головной мозг

Вследствие активации слабомиелинизированных Аб- и С-волокон индуцированные импульсным магнитным полем электрические токи низкой частоты способны блокировать афферентную импульсацию из болевого очага по механизму «воротного блока». Раздражение же вегетативных В-волокон сопровождается трофическим влиянием на сосуды и внутренние органы.

Импульсные магнитные поля вызывают усиление локального кровотока, что способствует удалению продуктов аутолиза клеток из очага воспаления и ослаблению воспалительной реакции. Улучшение микроциркуляции в области воздействия стимулирует регенераторные процессы в поврежденных тканях и улучшает их трофику. Положительное влияние на трофику и отек тканей им-

пульсное магнитное поле оказывает вследствие вызываемого им изменения заряда и метаболизма клеток, дисперсности их цитозоля и проницаемости клеточных мембран.

Многие авторы полагают, что по степени выраженности обезболивающего и противовоспалительного действия высокоинтенсивная импульсная магнитотерапия многократно превосходит все известные виды низкочастотной магнитотерапии.

Основными лечебными эффектами высокоинтенсивной импульсной магнитотерапии считаются следующие: нейростимулирующий, миостимулирующий, сосудорасширяющий, трофикорегенераторный, обезболивающий и противовоспалительный. Они и определяют показания для лечебного использования этого вида магнитотерапии.

4.3. Техника и методика использования импульсного магнитного поля

Для импульсной магнитотерапии выпускаются аппараты с различными функциональными возможностями. Одни из них являются источником низко- и среднеинтенсивных импульсных магнитных полей, например, аппараты серии «СПОК».

Другие аппараты генерируют импульсные магнитные поля, индукция которых достигает 1,2—1,5 Тл. К их числу относятся аппараты АМИТ-01, «Биомаг», АВИМП, ДВИМП, «ТЕСЛАМЕД» и др. К этой же группе принадлежат и аппараты серии «Сета», о которых речь пойдет в следующей главе.

Для транскраниальной высокоинтенсивной импульсной магнестимуляции применяют аппараты «Нейро-МС» (Россия), а также зарубежные аппараты серии «Magstim» (Великобритания), Cadwell MES-10 (США) и др. Они являются источником импульсных магнитных полей с индукцией до 2,5—4,0 Тл и длительностью импульсов от 100 до 500 мкс.

При обычной импульсной магнитотерапии индукторы располагают контактно или с небольшим зазором в области патологического очага. Применяют как стабильную, так и лабильную методику воздействия. В первом случае индуктор (или индукторы) устанавливают неподвижно в области патологического очага или его накожной проекции, а во втором—медленно перемещают в проекции патологического очага или вокруг зоны повреждения. При двухиндукторной методике воздействия их располагают продольно или поперечно друг к другу.

Магнитная индукция в зависимости от характера патологического процесса и состояния больного может варьировать в довольно широких пределах, но чаще составляет 0,5—0,8 Тл. Продолжительность процедур, проводимых ежедневно или через день, составляет 5—15 мин. На курс лечения в среднем используют 10—12 процедур. Повторный курс высокоинтенсивной импульсной магнитотерапии при необходимости можно провести через 1—2 месяца.

Методики мио- и нейростимуляции имеют некоторые особенности, поэтому на них следует остановиться отдельно.

Магнитоимпульсную проводят в удобном положении больного: сидя или лежа. В отличие от электростимуляции магнитоимпульсную можно проводить с воздушным зазором, через марлевые, бинтовые и другие повязки, в том числе через лонгеты и гипс. При этом влажность повязок не имеет значения. Не рекомендуется применять магнитоимпульсную терапию на глаза, сердце и яички.

Для проведения процедур магнитоимпульсной применяют также две методики воздействия—стабильную и лабильную. Стабильная методика применяется при адресной стимуляции мышц. Лабильную методику применяют для воздействия на мышцы спины, конечностей, иногда—внутренних органов. При проведении процедуры индуктор устанавливают непосредственно на мышцу или ее двигательный нерв. При частичном поражении двигательного нерва или нервных корешков стимуляцию желательнее проводить через двигательный нерв, так как наведение и прохождение по нему тока будет улучшать его функциональное состояние. При полном перерыве проводимости по нерву стимулируют непосредственно мышцу, располагая индуктор на двигательной точке—место, где двигательный нерв разветвляется на отдельные веточки, расходящиеся по всей мышце. Важно помнить, что при вялых парезах и параличах воздействие осуществляют как на сгибательные, так и на разгибательные группы мышц. При центральных спастических двигательных нарушениях проводят магнитоимпульсную только мышц разгибателей-антагонистов сгибателей. Для стимуляции нервно-мышечного аппарата применяют воздействие продолжительностью 10—15 мин., используя импульсное магнитное поле с индукцией до 1,0—1,2 Тл и частотой 20—30 импульсов в мин.

Транскраниальная магнитоимпульсная также проводится в удобном для больного положении: лежа или сидя. Воздействуют стабильно по контактной или дистантной с минимальным воздушным

зазором методикам. Локализация воздействия определяется характером патологического процесса: чаще всего стимулируют двигательную или префронтальную зоны коры мозга. Для транскраниальной магнитостимуляции чаще используют прямоугольные однократные или бифазные импульсы. Магнитная индукция при транскраниальной стимуляции колеблется от 1,5 до 2,5 Тл, а частота от 10 до 30 Гц; длительность импульса может варьировать от 100 до 500 мкс. Продолжительность процедуры — от 10 до 30 мин. Обычный курс включает 8—12 процедур.

Современные аппараты для транскраниальной стимуляции снабжены индуктором разной формы, которые предназначены для различных целей. Например, магнитные стимуляторы «Magstim» (Англия) имеют 5 типов индукторов:

1) кольцевидный индуктор диаметром 90 мм наиболее целесообразно использовать для билатеральной стимуляции коры головного мозга и диафрагмы;

2) циркулярный индуктор (диаметр 40 мм) применяют для стимуляции в проекции точек Эрба и выхода ветвей лицевого нерва;

3) восьмиобразный индуктор («бабочка») используют для моногемисферической стимуляции глубоких отделов мозга;

4) циркулярный индуктор (диаметр 70 мм) применяют для длительной стимуляции глубоких структур мозга;

5) индуктор в виде шлема, поверхность которого повторяет конфигурацию черепа, предназначен для билатеральной стимуляции головного мозга.

Для избежания возникновения эпилептического приступа во время ТКМС предлагаются следующие предосторожности:

- напряженность магнитного поля должна составлять 80% от пороговой;

- стимуляцию следует проводить, применяя минимальную частоту, которую позволяет получить аппарат, вне моторных зон коры головного мозга;

- использовать индуктор наименьшего диаметра;

- выбрать минимальный период воздействия;

- увеличить промежутки времени между процедурами.

4.4. Лечебное использование метода

Хотя показания для импульсной терапии продолжают разрабатываться и уточняться, они и сегодня уже достаточно широкие.

Показаниями для высокоинтенсивной импульсной магнитотерапии являются следующие заболевания и состояния:

— заболевания и травматические повреждения центральной нервной системы (ишемический инсульт, преходящие нарушения мозгового кровообращения, последствия черепно-мозговой травмы с двигательными расстройствами, закрытые травмы спинного мозга с двигательными нарушениями, детский церебральный паралич, функциональные истерические параличи);

— травматические, воспалительные, токсические, ишемические повреждения периферической нервной системы (травматические плекситы и невриты периферических нервов, реконструктивные оперативные вмешательства на периферических нервах, первичные инфекционно-аллергические полирадикулоневриты и плекситы, токсические полинейропатии, токсические и ишемические невриты и плекситы, невралгии);

— травматические повреждения опорно-двигательной системы (ушибы мягких тканей, суставов и костей, растяжение связок, закрытые переломы костей и суставов при иммобилизации, гипотрофия и атрофия мышц в результате гиподинамии, вызванной травматическими повреждениями опорно-двигательной системы), можно отметить, что аппарат Г. А. Илизарова, погружной металлоостеосинтез, металлические имплантированные суставы не являются противопоказаниями для назначения ВИМТ;

— воспалительные и дегенеративно-дистрофические заболевания опорно-двигательной системы (деформирующий остеоартроз, распространенный остеохондроз, деформирующий спондилез позвоночника с явлениями вторичного корешкового синдрома, шейный радикулит с явлениями плечелопаточного периартрита, грудной радикулит, пояснично-крестцовый радикулит, анкилозирующий спондилоартрит, сколиотическая болезнь у детей);

— хирургические воспалительные заболевания (послеоперационный период после оперативных вмешательств на опорно-двигательном аппарате, коже и подкожной клетчатке, вялозаживающие раны, трофические язвы, фурункулы, карбункулы, флегмоны после хирургического вмешательства, мастит);

— заболевания бронхо-легочной системы (бронхиальная астма легкой и средней степени тяжести, хронический бронхит);

— заболевания сердечно-сосудистой системы (артериальная гипертензия I—II ст., окклюзионные поражения периферических артерий атеросклеротического генеза);

— заболевания органов пищеварения (гипомоторноэвакуаторные нарушения функции желудка после резекции и ваготомии, гипомоторная дисфункция толстой кишки, желудка и желчного пузыря);

— урологические заболевания (камень в мочеточнике, состояние после литотрипсии, атония мочевого пузыря, слабость сфинктера и детрузора, простатит, сексуальные расстройства у мужчин);

— гинекологические заболевания (воспалительные заболевания матки и придатков, заболевания, обусловленные гипофункцией яичников).

Импульсное магнитное поле может быть использовано для прерывания беременности в ранние сроки (О. К. Кулага, 1991 г.). Сущность метода заключается в том, что проведение бесконтактного (посредством индукторов) воздействия на матку импульсным магнитным полем интенсивностью 1,2—1,5 Тл, вызывает ритмические сокращения матки, продолжающиеся в течение 24 часов и более после проведения процедуры. Длительность воздействия составляет 10 мин., процедуры проводят ежедневно, от 1 до 5 процедур на курс лечения. Наиболее эффективен метод при сроке беременности до 3 недель.

Противопоказаниями для высокоинтенсивной импульсной магнитотерапии являются: выраженная гипотония, системные заболевания крови, склонность к кровотечениям, тромбофлебит, тромбоэмболическая болезнь, переломы костей до иммобилизации, беременность, тиреотоксикоз и узловой зоб, злокачественные новообразования, лихорадочные состояния, желчнокаменная болезнь, эпилепсия, наличие имплантированного кардиостимулятора.

Транскраниальная магнитостимуляция имеет свои особенности в клиническом применении, а поэтому этот вопрос рассматривается нами отдельно и более подробно.

ТКМС в лечебных целях рекомендуется применять при следующих заболеваниях и состояниях (В. В. Евстигнеев и соавт., 2004 г.):

1. Цереброваскулярная патология (преходящие нарушения мозгового кровообращения, инфаркты мозга в остром, раннем и позднем восстановительных периодах, дисциркуляторная энцефалопатия, паркинсонизм сосудистого генеза).

2. Последствия перенесенной закрытой и открытой черепно-мозговой травмы и травм спинного мозга.

3. Невропатия лицевого нерва.

4. Частичная атрофия зрительного нерва I—III ст.

5. Вертеброгенная патология (рефлекторно-мышечные, корешковые, сосудистые, сосудистые корешково-спинно-мозговые синдромы).

6. Полиневропатии.

7. Детский церебральный паралич.

8. Болезнь Паркинсона и другая патология, протекающая с развитием деменции.

9. Шизофрения, обсессивно-компульсивные расстройства.

10. Депрессии, резистентные к фармакотерапии, дистимии.

11. Рассеянный склероз.

12. Спиноцеребеллярная дегенерация.

Противопоказания для ТКМС близки к противопоказаниям для других видов импульсной терапии. Они включают следующие заболевания и состояния:

— злокачественные и доброкачественные новообразования, системные заболевания крови;

— острые воспалительные заболевания, гнойные осложнения открытых травматических повреждений, сепсис;

— патология свертывания крови (гипокоагуляция, тромбоэмболическая болезнь, тромбоз, тромбоз вен);

— заболевания сердечно-сосудистой системы (инфаркт миокарда в острый и ранний восстановительный периоды, тяжелые нарушения сердечного ритма, выраженная гипотония, брадикардия; артериальная гипертензия III ст., недостаточность кровообращения, септический эндокардит, наличие имплантированного электрокардиостимулятора);

— бронхиальная астма II ст., гормонозависимые формы и другие декомпенсированные состояния дыхательной системы;

— тиреотоксикоз и узловый зоб;

— беременность;

— индивидуальная непереносимость ИМП;

— наличие больших металлических предметов, расположенных ближе 20 см от края поверхности индуктора магнитного стимулятора.

В связи с небольшим опытом применения ТКМС в Беларуси имеет смысл дать краткий обзор важнейших результатов ее клинического использования.

ТКМС с успехом использовалась при эндогенных депрессиях. Наиболее эффективной оказалась левосторонняя стимуляция префронтальной области коры головного мозга. ТКМС с частотой

20 Гц и индукцией МП, равной 80% от моторного порога, вызывала улучшение на 26% (по шкале депрессии Гамильтона).

Применение левосторонней префронтальной ТКМС вызывало нормализацию скорости мозгового кровотока, а также улучшение эмоционального состояния, объективизированное психометрическими методами, у больных с дистимией.

У больных шизофренией при ТКМС в проекции левой височной области наблюдались редукция слуховых галлюцинаций, снижение уровня тревожности и негативизма, уменьшение выраженности маниакальных симптомов.

При магнитной стимуляции (10 процедур, 1,2—2,0 Тл, 5 Гц) двигательной области коры головного мозга у лиц с болезнью Паркинсона и паркинсонизмом происходит улучшение нейрофизиологических показателей и уменьшение гипокинезии.

Предложено использование ТКМС (1,2—2,0 Тл, 5 Гц, 8—10 процедур) — для лечения частичной атрофии зрительного нерва I—III ст. Область воздействия — над зоной проекции зрительного анализатора. После курса лечения отмечено повышение остроты зрения, уменьшение количества абсолютных и относительных скотом, снижение электрочувствительности, а также улучшение электрофизиологических показателей.

У больных с центральными гемипарезами различного генеза обычно используют многоуровневую магнитную стимуляцию: 1-й уровень — ТКМС (2,0—2,5 Тл, частота 0,1—0,25 Гц, 1—2 мин.); 2-й уровень — магнитная стимуляция спинно-мозговых корешков (1,0 Тл, частота 0,3 Гц, 5—6 мин.); 3-й уровень — электростимуляция паретичных конечностей. У пациентов с последствиями травм центральной и периферической нервной системы под влиянием магнитотерапии уменьшалась степень пареза, наметилась тенденция к нормализации мышечного тонуса, быстрее восстанавливалась чувствительность, заметно ускорились реиннервационные процессы в пораженных нервах.

Предложена методика ТКМС для лечения больных с инфарктом мозга в острый период. Стимулировали двигательную область коры (1—2 Тл, длительность импульса 100 мкс, частота следования импульсов — 0,1—0,15 Гц, 10 процедур). У больных отмечалось уменьшение степени выраженности спастичности, увеличение объема движений в паретичных конечностях, улучшение походки и спектра соматосенсорных вызванных потенциалов.

Различными авторами отмечались положительные клинические результаты ТКМС у больных с дисциркуляторной энцефалопати-

ей I ст., мигренью, периферическими парезами лицевой мускулатуры, неврологическими проявлениями остеохондроза позвоночника, вегетативными нарушениями, рассеянным склерозом, боковым амиотрофическим склерозом.

Таким образом, использование импульсных магнитных полей открывает новые возможности в лечении самых различных заболеваний. Особенно перспективно применение в клинической практике таких специализированных методов, как магнитоимпульсия и транскраниальная магнитостимуляция. Эти методы не только обладают широким спектром действия, физиологичны, просты и удобны в использовании, но и позволяют в единой методике соединять диагностическое и терапевтическое направление. Все это указывает на перспективность и обоснованность более широкого применения методов импульсной магнитотерапии в медицине. Наличие выпускаемых промышленностью аппаратов, генерирующих высокоинтенсивное магнитное поле, прежде всего, аппаратов серии «Сета», делают эту задачу вполне реализуемой. Вне сомнения, многие лечебные методики ВИМТ требуют более глубокого научного обоснования.

Глава 5. АППАРАТЫ ИМПУЛЬСНОЙ МАГНИТОТЕРАПИИ

Среди аппаратов для высокоинтенсивной импульсной терапии ведущее место занимают аппараты серии «Сета», выпускаемые НПФ «Диполь» (г. Витебск) при научно-методическом сопровождении лаборатории медицинской физики и физической медицины Института физиологии НАН Беларуси (г. Минск). В настоящей главе дается техническая характеристика аппаратов «Сета» и история их создания.

5.1. НПФ «Диполь» и ее продукция

НПФ «Диполь» основана в 1990 г. научными сотрудниками-специалистами в области оптоэлектронной техники (Приложение 1). Это определило позицию и подходы фирмы в разработке и производстве приборов ночного видения. В приборах используются высококачественные ЭОПы и специально разработанная светосильная оптика. Большое внимание уделяется эргономике и дизайну. С целью придания прочности и высокой надежности, для изготовления приборов применяются легкие сплавы авиационного алюминия. Выпускаемая продукция способна удовлетворить потребности не только любителей, но и профессионалов, как по качеству, так и цене.

НПФ «Диполь» разрабатывает и производит все виды приборов ночного видения: очки, монокуляры, бинокли, прицелы с использованием ЭОПов «1», «2+», «3» поколений. Ежегодно фирма обновляет все виды выпускаемой продукции, четко реагируя на возрастающие требования пользователей.

НПФ «Диполь» разрабатывает, производит и другие виды продукции, в частности, тепловизионную технику, медицинские приборы для магнитотерапии. Последнее направление, позволяющее предложить практическому здравоохранению серию магнитотерапевтических аппаратов «Сета», разрабатывается совместно с Институтом физиологии и Институтом физики твердого тела и полупроводников НАН Беларуси.

Практически 90% продукции фирмы поставляется на экспорт. Высокий научный потенциал, многолетний опыт в разработке и производстве приборов ночного видения является надежной основой для взаимовыгодного сотрудничества.

Министерство здравоохранения Республики Беларусь

**СПЕЦИАЛЬНОЕ РАЗРЕШЕНИЕ
(ЛИЦЕНЗИЯ)**

№ **02040 / 0204745**

На право осуществления **медицинская деятельность**

Виды: **Научно-производственная фирма "ДИПОЛЬ" - общество с ограниченной ответственностью**

(персонально-предпринимательский или филиал, или отделение территориального подразделения)

Витебская область, г. Витебск, ул. С. Панковой, 6а

(адрес и наименование юридического лица, место жительства физического лица, в том числе индивидуального предпринимателя)

Свидетельство о государственной регистрации № 003848, выданное Витебским облисполкомом решением от 03.09.2001г. № 533

Учетный номер налогоплательщика **306091736**

Лицензия выдана на основании решения от **28 июля 2005г.** № **422**

(дата, предельно)

сроком на **пять лет** в действительная до **28 июля 2010г.**

(лет, месяцев)

Зарегистрирована в реестре лицензий
Министерства здравоохранения Республики Беларусь

(область, район, населенный пункт)

из № **М-3801**

Заместитель Министра **М.П.**  **А.С. Романенков**

0204745

1

5.2. Аппараты серии «Сета-Д»

Характеристика аппаратов серии «Сета-Д».

Аппараты серии «Сета-Д» выпускаются серийно с 2007 г. Им предшествовал выпуск аппаратов «Сета-1» и «Сета-1м», получивших признание не только в Беларуси, но и в странах СНГ. Как и другие аппараты для ВИМТ, аппараты серии «Сета-Д» обеспечивают получение на выходе поля с большим значением магнитной индукции, в десятки раз превышающим таковую в обычных магнитотерапевтических аппаратах, благодаря чему достигается воздействие на глубоко расположенные нервные, мышечные, костные структуры и внутренние органы. За счет большой скорости изменения магнитной индукции поля, характерной для данной серии аппаратов, в структурах организма индуцируются электрические поля и токи значительной интенсивности, оказывающие выраженное биологическое действие.

После прохождения технических, гигиенических и медицинских испытаний они были разрешены Министерством здравоохранения Республики Беларусь для применения на территории Республики Беларусь (приложение 2). Аппараты «Сета-Д» разрешены также к импорту, продаже и применению на территории Российской Федерации (приложения 3 и 4).

Аппараты серии «Сета-Д» предназначены для бесконтактного воздействия низко- и среднечастотным импульсным магнитным полем интенсивностью от 0,2 до 1,2 Тл при заболеваниях и травматических повреждениях периферической и центральной нервной системы, заболеваниях сердечно-сосудистой, опорно-двигательной, пищеварительной и мочеполовой систем.

Аппараты могут работать в закрытых помещениях без и с искусственно регулируемыми климатическими условиями при температуре окружающего воздуха от 10 до 35⁰ С, верхнем значении относительной влажности 80% при 25⁰ С и атмосферном давлении от 84 до 106,7 кПА (от 630 до 800 мм рт. ст.).

В серию аппаратов «Сета-Д» входят:

Аппарат «Сета-Д-1» — с двумя индукторами — индуктор I—40 диаметром 40 мм и индуктор I—100 диаметром 100 мм;

Аппарат «Сета-Д-2» — с одним индуктором I—40;

Аппарат «Сета-Д-3» — с одним индуктором I—100;

Аппарат «Сета-Д-4» — с двумя индукторами I—40;

Аппарат «Сета-Д-5» — с двумя индукторами I—100.

Индукторы работают как поочередно, так и одновременно. Индуктор I—40 обеспечивает воздействие ИМП на глубину до 30 мм, а I—100 — до 70 мм.



МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
РЕГИСТРАЦИОННОЕ УДОСТОВЕРЕНИЕ

№ ИМ-7.5895/0612

Настоящее удостоверение выдано

Диньль ООО Научно-производственная фирма УНП:300001736 г. Витебск, БЕЛАРУСЬ

в том, что медицинская техника:

**Аппараты импульсного индукционного термизма "СЕТА-Д": тип -1, ТУ ВУ 300001736.001-2005 изм."Г";
см. приложение, всего номеров регистрации - 5**

Тип: приборы и устройства, применяемые в
медицине, хирургии, стоматологии (включая рентгенографическую
аппаратуру), аппаратура электрическая медицинская прочая, приборы
для исследования зрения

Изготовитель: **Диньль ООО Научно-производственная фирма УНП:300001736 г.
Витебск, БЕЛАРУСЬ**

зарегистрирована и разрешена к применению в медицинской практике на территории Республики Беларусь.

В соответствии с руководством по эксплуатации

Номер государственной регистрации: **МГ-7.2161/7.006-0609**

Регистрационное удостоверение не является обязательством к закупке данных изделий медицинской техники.

Дата регистрации: **19.12.2006 г.** Действительно до: **19.12.2011 г.**

Заместитель Министра 
В.Е. Шенчук

№ 0002589



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ
FEDERAL SERVICE OF HEALTH CARE AND SOCIAL DEVELOPMENT CONTROL

РЕГИСТРАЦИОННОЕ УДОСТОВЕРЕНИЕ
REGISTRATION CERTIFICATE
№ ФСЗ 2007/00258

от 10 декабря 2007 года

Срок действия: не ограничен.

Настоящее удостоверение выдано

ООО Научно-производственная фирма "Диволь",
ул. С. Пашковой, д. 6а, г. Витебск, 210601, Республика Беларусь,
и подтверждает, что изделие медицинского назначения
(изделие медицинской техники)

Аппарат импульсный индукционной терапии "СЕТА-Д"
с принадлежностями (см. Приложение на 1 листе)
производства

ООО Научно-производственная фирма "Диволь",
ул. С. Пашковой, д. 6а, г. Витебск, 210601, Республика Беларусь,

класс потенциального риска 2а

ОКП 94 4410

соответствующее комплекту регистрационной документации

КРД № 20791 от 29.06.2007

приказом Росздравнадзора от 10 декабря 2007 года № 4575-Пр/07

разрешено к импорту, продаже и применению на территории Российской Федерации

Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере здравоохранения
и социального развития



И.В. Юргель

**СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ГОССТАНДАРТ РОССИИ**



СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС ВУ.АН11.801126

Срок действия с 11.12.2007

по 11.12.2010

7271779

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ РОСС RU.0001.11АН11

ООО "ЦЕНТР НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ", 142290, Московская область, г.Луздино, мкр."АБ", д.18А
(Адрес ОС: 115088, г.Москва, ул. Угreshская, д. 31, корп. 3), тlf 783-26-01

ПРОДУКЦИЯ

Аппарат импульсный индукционный терапии "СЕТА-Д" с принадлежностями см. приложение (Бланк № 1670323) серийный выпуск

код ОК 005 (ОКП):

944410

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

ГОСТ Р 50444-92, ГОСТ Р 50267.0-92, ГОСТ Р 50267.0.2-2005, стандартов серии ГОСТ Р ИСО 10993, Сборника руководящих методических материалов по токсиколого-гигиеническим исследованиям полимерных материалов и изделий на их основе медицинского назначения.

код ТН ВЭД России:

9018199000

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

ООО "Научно-производственная фирма "Диполь"
210601, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. С.Ланковой, д. 6а

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН

ООО "Научно-производственная фирма "Диполь"
210601, Республика Беларусь, г. Витебск, ул. С.Ланковой, д. 6а

НА ОСНОВАНИИ

протокола испытаний № 426/07 от 17.05.2007 г. ИЛМТ "ТТМ-ТЕСТ" ГУП "ГОРМЕДТЕХНИКА" (рег.№ РОСС RU.0001.21ИМ38), протокола испытаний № 426/07 от 17.05.2007 г. ИЛМТ "ТТМ-ТЕСТ" ГУП "ГОРМЕДТЕХНИКА" (рег.№ РОСС RU.0001.21ИМ38), протокола испытаний № 149-05 от 18.05.2007 г. ИЛ ООО "ЦКК ОНЦ им.Н.Н.Блохина РАМН" (рег.№ РОСС.RU.0001.21ФВ 69), регистрационного удостоверения № ФСЗ 2007/00258 от 10.12.2007 г;

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Маркирование продукции производится знаком соответствия по ГОСТ Р 50460-92

Сертификат без приложения на действителен

Инспекционный контроль - декабрь 2008 г. декабрь 2009 г.

Схема сертификация-3



Руководитель органа

Эксперт

(Handwritten signatures)

Зинченко Г.А.

Крахмаль В.С.

Сертификат имеет юридическую силу на всей территории Российской Федерации

Основные технические характеристики аппарата «Сета-Д» приведены в табл. 3.

Табл. 3

Технические характеристики аппарата

Наименование параметра	Значение
1) Диапазон регулирования амплитуды импульсов магнитной индукции, Тл	0,2 – 1,2
2) Длительность импульса магнитной индукции на уровне 0,1 амплитуды, не более:	
– индуктор I–40, с	1,0 X 10 ⁻⁴
– индуктор I–100, с	3,0 X 10 ⁻⁴
3) Форма импульсов:	треугольная, однополярная
4) Питание от сети переменного тока:	
– напряжение, В	220±22
– частота, Гц	50±1
5) Потребляемая мощность, Вт, не более	150
6) Время установления рабочего режима, с, не более	5
7) Режим работы циклический:	
– время работы, мин., не более	10
– время перерыва, мин., не менее	10
8) Масса, кг, не более	5
9) Габаритные размеры (без учета длины сетевого шнура и индуктора), мм, не более:	
– аппарат: длина, ширина, высота	250 X 300 X 95
– индуктор I–40: длина, ширина, высота	270 X 92 X 40
– индуктор I–100: длина, ширина, высота	320 X 135 X 40

Аппарат обеспечивает выбор амплитуды импульсов магнитной индукции и выполнение запрограммированных режимов согласно табл. 4.

Табл. 4

Характеристика режимов аппаратов «Сета-Д»

Режим	Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл						Число импульсов в серии	Частота серий импульсов, мин.	Длительность работы, мин.
	индукторы I–40, I–100								
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2			
1	+	+	+	+	+	+	6	10	10
2	+	+	+	+	+	+	6	20	5
3	+	+	+	+	+		11	20	5
4	+	+	+	+	+		7	30	5
5	+	+	+				15	20	10
6	+	+	+				10	30	10

Режим	Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл						Число импульсов в серии	Частота серий импульсов, мин.	Длительность работы, мин.
	индукторы I–40, I–100								
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2			
7	+	+	+				30	20	5
8	+	+	+				20	30	5
9	+	+					30	20	10
10	+	+					20	30	10
11	+	+					60	20	5
12	+	+					40	30	5
13	+	+					60	20	10
14	+	+					40	30	10
15	+	+					90	20	5
16	+	+					60	30	5

Сведения о длительности импульсов при различной величине магнитной индукции и использовании индукторов I–40 и I–100 даны в табл. 5.

Табл. 5

Длительность импульсов, генерируемых аппаратом «Сета-Д»

Индуктор	Значение длительности импульса (в мсек.) при различной величине магнитной индукции, Тл			
	0,5	0,8	1,0	1,2
I–40	0,05	0,075	0,1	0,12
I–100	0,076	0,12	0,15	0,18

Питание аппаратов осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц. Аппараты «Сета-Д» по электробезопасности относятся к классу II, тип В. Наружные поверхности аппаратов устойчивы к дезинфекции 3%-ным раствором перекиси водорода с добавлением 0,5%-ного моющего средства типа «Лотос» или 1%-ным раствором хлорамина.

Внешний вид аппарата представлен на рис. 16. Аппарат состоит из индуктора—I (1), индуктора—II (2), терминала (3), сетевого шнура (4). Корпусы индукторов и терминала выполнены из ударопрочной пластмассы. Выключатель сети расположен на задней панели терминала.



Рис. 16. Внешний вид аппарата «Сета-Д»

На рис. 17 показано размещение на лицевой панели индикаторов отображения информации:

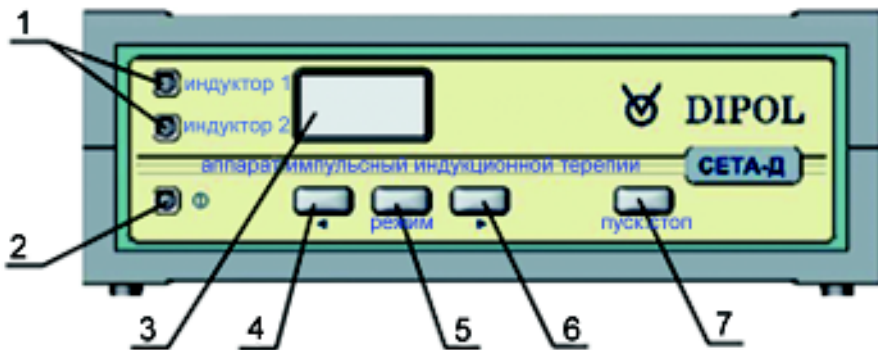


Рис. 17. Органы управления и отображения информации аппарата «Сета-Д»:
 1 – единственный индикатор включения индуктора;
 2 – единственный индикатор включения сети;
 3 – цифровой индикатор выбора режима работы и амплитуды импульсов магнитной индукции;
 4 – кнопка уменьшения номера выбираемого режима « ◀ »;
 5 – кнопка «РЕЖИМ»;
 6 – кнопка увеличения номера выбираемого режима « ▶ »;
 7 – кнопка «ПУСК / СТОП»

Величина магнитной индукции, как известно, убывает по мере удаления от источника, т. е. от индуктора. На рис. 18 дано распределение магнитного поля для индуктора диаметром 135 мм аппарата «Сета-Д». Хорошо видно, что на расстоянии 10 см от поверхности этого индуктора еще составляет 20 мТл, что соответствует максимальной магнитной индукции непосредственно у поверхности индуктора многих аппаратов, применяемых для низкочастотной магнитотерапии.

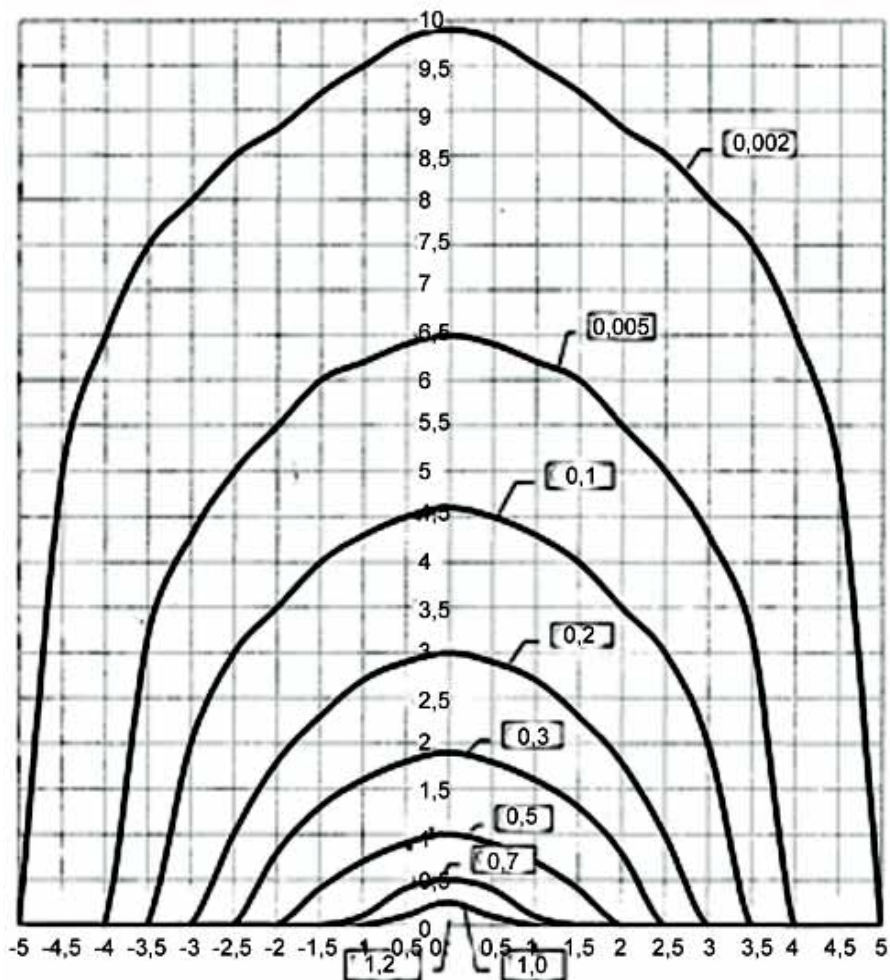


Рис. 18. Распределение магнитного поля индуктора I—100 аппарата «Сета-Д»

На рис. 19 демонстрируются осциллограммы импульсов магнитного поля и наводимой им электродвижущей силы (ЭДС). Поскольку последняя, прежде всего, определяет действие импульсного магнитного поля на ткани организма, то важно сопоставить их с аналогичными осциллограммами для других магнитотерапевтических аппаратов.

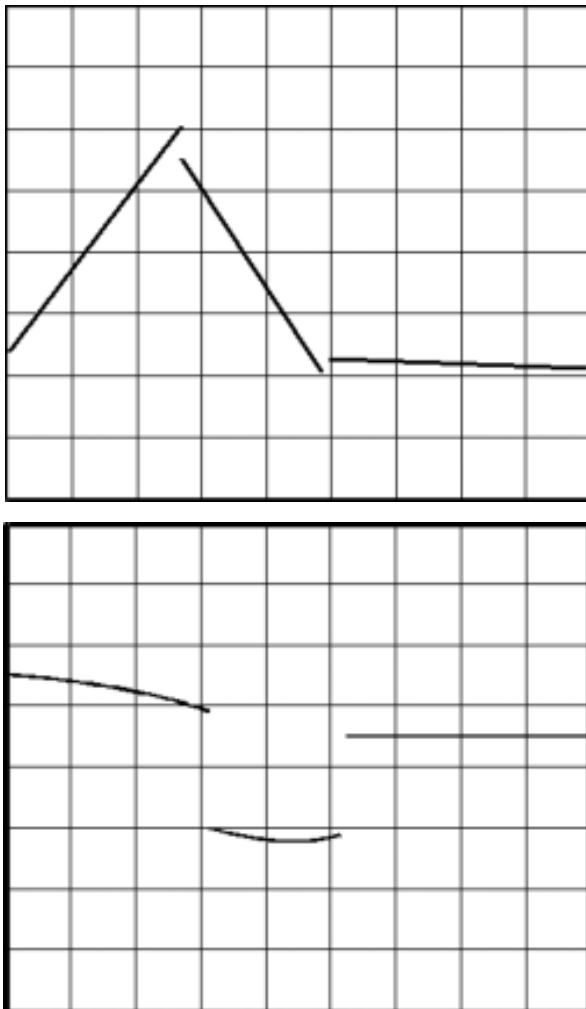


Рис. 19. Осциллограммы импульсов магнитного поля и наведенной ЭДС для треугольных импульсов. Аппарат «Сета-Д»

На рис. 20 приведены осциллограммы для аппаратов, генерирующих импульсы синусоидальной формы. Хорошо видно, что форма наводимых ЭДС в аппаратах, генерирующих импульсы треугольной и синусоидальной формы, существенно различается. По мнению многих исследователей, ЭДС, наводимая импульсным магнитным полем с импульсами треугольной формы, обладает более выраженной активностью в отношении многих систем организма.

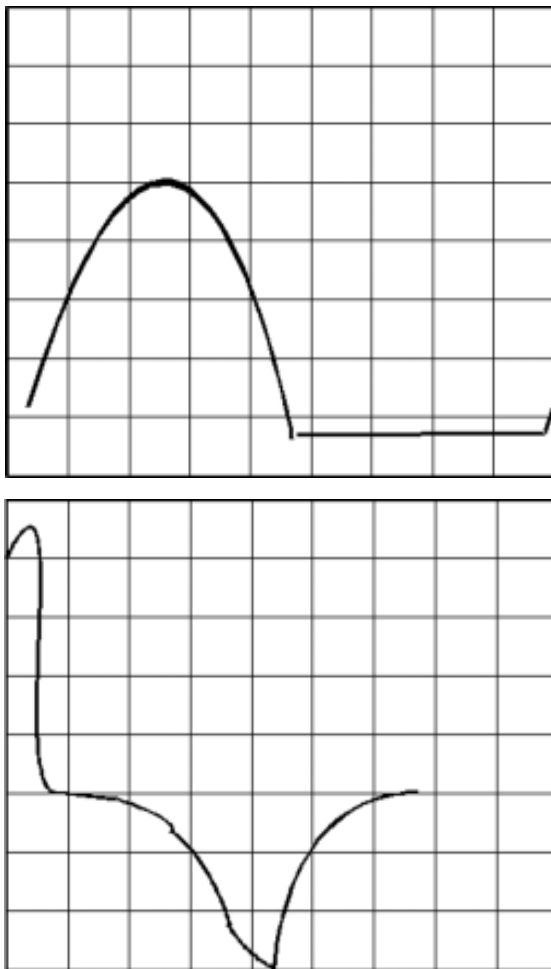


Рис. 20. Осциллограммы импульсов магнитного поля и наведенной ЭДС для синусоидальных импульсов

К аппаратам серии «Сета-Д» прилагаются паспорт, руководство пользователя и инструкция по медицинскому применению, что обеспечивает безопасное и эффективное использование их в медицинской практике.

Подготовка к работе и порядок работы

- Эксплуатация аппарата может осуществляться лицами, ознакомившимися со всеми разделами настоящего паспорта и методами лечения.

- Извлеките аппарат из транспортной упаковки. После транспортирования при отрицательных температурах аппарат должен быть выдержан для просушки при комнатной температуре $25 \pm 10^\circ \text{C}$ не менее 2 ч.

- Включение аппарата производится подключением вилки шнура сетевого к сетевой розетке (переменного напряжения 50 Гц, 220 В). После включения загорается единичный индикатор сети.

- Готовность к работе аппарата индицируется «номером режима». При включении аппарата устанавливается номер режима [**P01**] последней выполняемой программы.

Примечание. Прибор не перейдет к выбору режима, а кнопки выбора будут заблокированы, если не нажата кнопка «**РЕЖИМ**».

- Выбор режима осуществляется нажатием кнопки «**РЕЖИМ**» и одной из кнопок «**◀**», «**▶**». При этом на цифровом индикаторе светится в импульсном режиме символ [**P01**].

- Выбор амплитуды импульсов магнитной индукции осуществляется нажатием кнопки «**РЕЖИМ**» и одной из кнопок «**◀**», «**▶**». При этом на цифровом индикаторе светится в импульсном режиме символ [**05t**].

- Выбор индуктора осуществляется нажатием кнопки «**РЕЖИМ**» и одной из кнопок «**◀**», «**▶**». При этом единичные индикаторы индукторов светятся в импульсном режиме.

Примечание. Функция «выбор индуктора» в аппаратах «Сета-Д-2», «Сета-Д-3» отсутствует.

- Подтверждение выбора режима, амплитуды импульсов магнитной индукции и индуктора осуществляется нажатием кнопки «**РЕЖИМ**».

- Включение режима осуществляется нажатием кнопки «**ПУСК/СТОП**», после того, как режим выбран, а индуктор аппарата приложен на область тела, как этого требует методика лечения. При этом на цифровом индикаторе отражается обратный отсчет времени воздействия.

- Принудительная остановка режима работы обеспечивается кратковременным нажатием кнопки «ПУСК/СТОП». Применяется для вынужденной остановки режима.

Запуск на повторение режима осуществляется повторным кратковременным нажатием кнопки «ПУСК/СТОП».

- Полная остановка режима осуществляется:
 - автоматически, после завершения воздействия;
 - оператором, после нажатия кнопки «ПУСК/СТОП» при любом номере режима во время работы.
- Отключение аппарата осуществляется переключателем сети и отключением вилки от сетевой розетки.

Общие показания и противопоказания к применению аппарата «Сета-Д»

На основании известных в литературе сведений о лечебном действии импульсных полей, рекомендаций участников клинических испытаний аппарата и результатов собственных наблюдений для аппарата «Сета-Д» предложены нижеприводимые показания к применению.

Заболевания центральной нервной системы

- Ишемический инсульт головного мозга, преходящее нарушение мозгового кровообращения.
- Последствия черепно-мозговой травмы и закрытой травмы спинного мозга с двигательными нарушениями.
- Детский церебральный паралич.
- Истерический паралич.

Заболевания периферической нервной системы

- Неврит (нейропатия), полиневрит (полинейропатия).
- Невралгия, каузалгия.
- Гипотрофия, атрофия мышц в результате гиподинамии.
- Первичный инфекционно-аллергический неврит, плексит, полирадикулоневрит.
- Токсическая полинейропатия.

Заболевания бронхо-легочной системы

- Бронхиальная астма.
- Хронический бронхит.
- Саркоидоз органов дыхания.

Заболевания сердечно-сосудистой системы

- Гипертоническая болезнь I—IIА стадии.

- Оклюзивное заболевание периферических артерий атеросклеротического генеза.
- Заболевания и травматические повреждения опорно-двигательного аппарата.
- Остеохондроз, деформирующий спондилез позвоночника с явлениями вторичного корешкового синдрома (выраженная боль, нарушения трофики) в виде шейного, грудного, пояснично-крестцового радикулита.
- Деформирующий остеоартроз, подагрический, псориатический, реактивный артрит, ревматические заболевания околосуставных мягких тканей (тендит, тендовагинит, лигаментит, бурсит, периартрит).
- Травматические повреждения опорно-двигательной системы (ушибы, растяжения связок, переломы костей, обширные ранения мягких тканей, вялозаживающие раны, трофические язвы).

Хирургические заболевания

- Фурункул, карбункул, гидраденит.
- Мастит.
- Простатит.
- Геморрой.

Заболевания органов пищеварения

- Гипомоторная дискинезия желудка, двенадцатиперстной кишки, толстой кишки и желчного пузыря.
- Гипомоторные эвакуаторные нарушения функции желудка после резекции и ваготомии.
- Хронический холецистит (некалькулезный).
- Хронический панкреатит.

Заболевания мочевыделительной системы

- Мочекаменная болезнь, камень мочеточника, состояние после литотрипсии.
- Атония мочевого пузыря, слабость сфинктера и детрузора.

Заболевания половых органов

- Хронические воспалительные заболевания матки и придатков.
- Заболевания воспалительного характера, обусловленные гипопункцией яичников.
- Сексуальные расстройства у мужчин, импотенция.

Стоматологические заболевания

- Пародонтоз.
- Пломбировочные боли.
- Невралгии II—III ветви тройничного нерва.

5.3. Аппарат термомагнитотерапии АТМТ–01М

Аппарат термомагнитотерапии АТМТ–01М разработан в Институте физиологии НАН Беларуси при участии УНП УП «Уни-техпром» БГУ. После прохождения технических, гигиенических и медицинских испытаний аппарат Министерством здравоохранения зарегистрирован и разрешен к применению в медицинской практике на территории Республики Беларусь (приложение 5). Серийно аппарат термомагнитотерапии АТМТ-01М планируется выпускать НПФ «Диполь».

Приложение 5

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
РЕГИСТРАЦИОННОЕ УДОСТОВЕРЕНИЕ

№ ИМ-7.92852

Настоящее удостоверение выдано
**ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
БЕЛАРУСИ ГНУ УНП-100217308 г. Минск, БЕЛАРУСЬ**

в том, что медицинская техника:

Аппараты для термомагнитотерапии, аппарат для термомагнитотерапии АТМТ-01 с индуктором для общей термомагнитотерапии, СУ БУ 190007888.011-2006, см. приложения, всего изделий регистрация - 8

Тип: **аппараты и приборы, применяемые в медицине прочие**

Изготовитель: **Учебно-научно-производственное республиканское УНП УНП-190007888 г. Минск, БЕЛАРУСЬ**

зарегистрирован и разрешен к применению в медицинской практике на территории Республики Беларусь.

В соответствии с руководством по эксплуатации

Номер государственной регистрации: **ИМ-7.3590-0606**

Регистрационное удостоверение не является обязательством к покупке данных изделий медицинской техникой.

Дата регистрации: **25.04.2007 г.** Действительно до: **25.04.2012 г.**

Заместитель Министра

 **В.Е. Шчерба**
Министр ОН



№ 0003148

Характеристика аппарата АТМТ-01М

Аппарат АТМТ-01М является источником импульсного магнитного поля и тепла, предназначен для отдельного и комбинированного применения этих физических факторов в медицине и спорте. Является уникальным магнитотерапевтическим аппаратом, позволяющим проводить как локальное, так и местное воздействие магнитным полем различной формы в сочетании с теплом или без него. Внешний вид аппарата дан на рис. 21.



Рис. 21. Аппарат для термомагнитотерапии АТМТ-01М

Аппарат АТМТ-01М состоит из источника питания, генератора специальных сигналов для индукторов микропроцессорного контроллера, системы управления нагревом и контролем температурного режима. Контроллер обеспечивает временной режим работы, сигнализацию о работе индукторов, термоэлементов и электронного блока. На передней панели электронного блока расположены органы управления и табло индикации. Аппарат снабжен набором индукторов, обеспечивающим проведение различных видов магнитотерапии:

- вагинальный индуктор (максимальная индукция— 15 мТл) предназначен для применения в комплексном лечении воспалительных заболеваний органов малого таза и их последствий;
- урологический индуктор (максимальная индукция— 15 мТл) предназначен для использования в урологии;
- поверхностный индуктор (максимальная индукция— 35 мТл) рассчитан для использования в дерматологии и косметологии;

- суставные индукторы (максимальная индукция— 35 ± 5 мТл) применяются при лечении заболеваний крупных и мелких суставов;
- позвоночный индуктор (максимальная индукция— 35 ± 5 мТл) предназначен для использования при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника;
- индуктор общей термомагнитотерапии (максимальная индукция— 5 ± 0.5 мТл) выполнен в виде «одеяла» и предназначен для применения при различной патологии (рис. 21).

Токи, используемые для питания индукторов, изображены на рис. 22.

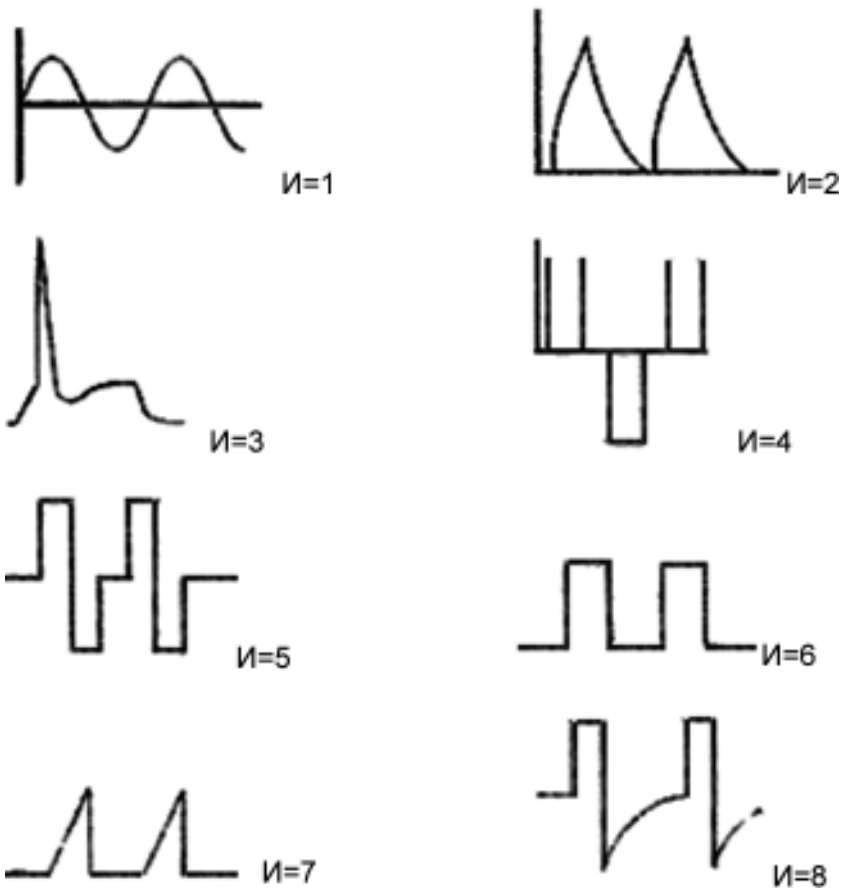


Рис. 22. Виды импульсов тока, подаваемых на индукторы аппарата

Аппарат АТМТ-01 имеет следующие основные технические характеристики:

1. Аппарат работает от однофазной сети переменного тока напряжением 220 ± 10 В и частотой 50 Гц.
2. Мощность, потребляемая аппаратом от сети, не более 200 Вт.
3. Амплитудное значение магнитной индукции магнитного поля в центре рабочей поверхности индукторов на максимальной мощности сигнала:
 - при одновременной работе всех (15 штук) индукторов термоодеяла — не менее 5 мТл;
 - при секционном включении индукторов (по 3 штуки) термоодеяла — не менее 25 мТл;
 - для вагинального и урологического индукторов — 15 ± 5 мТл;
 - для поверхностного, суставных и позвоночного индукторов — 35 ± 5 мТл;
 - для локального индуктора — $5 \pm 0,5$ мТл.
4. Частотный диапазон магнитного поля — от 10 до 500 Гц.
5. Количество импульсов тока, подаваемого на магнитные индукторы — 8.
6. Температура внутри термоодеяла регулируется от 20° С до 45° С с шагом в 1° С.
7. Аппарат рекомендуется эксплуатировать не более 8 часов в день в повторно-кратковременном режиме: 30 мин. — работа, 10 мин. — пауза.

Кроме основной описанной выше модели (патенты № 2593 и № 2651, Республика Беларусь) нами разработаны также ее модификации:

1. Устройство для одновременной общей и управляемой локальной магнитотерапии (патент РБ № 2796), отличающееся тем, что позволяет наряду с общим воздействием на организм одновременно проводить магнитотерапию на область патологического очага.
2. Устройство для синкардиальной магнитотерапии, отличающееся тем, что воздействие магнитным полем осуществляется не в постоянном режиме, а синхронно с сердечным ритмом.

Показания и противопоказания к использованию аппарата

На основании известных сведений о действии на организм теплых и общей магнитотерапии, а также результатов предварительных клинических испытаний предполагается аппарат АТМТ-01 широко использовать в клинической медицине.

Основными показаниями для термомагнитотерапии являются:

- Заболевания центральной и периферической нервной системы.
- Нейроциркуляторная дистония по гипертоническому и смешанному типу.
- Артериальная гипертензия I и II ст.
- Облитерирующие заболевания периферических артерий конечностей.
- Заболевания желудочно-кишечного тракта, в том числе хронический гастрит, хронический колит, дискинезия желчевыводящих путей.
- Общее оздоровление организма, профилактика гиподинамии, профилактика утомления, повышение работоспособности и др.

К числу противопоказаний для термомагнитотерапии с использованием аппарата АТМТ-01 относятся:

- Системные заболевания крови.
- Тяжело протекающие сердечно-сосудистые заболевания.
- Кровотечение или склонности к нему.
- Эпилепсия с частыми припадками.
- Расстройство температурной чувствительности.
- Рецидивирующий тромбофлебит.
- Общее тяжелое состояние больного, лихорадочное состояние.

5.4. Аппарат для транскраниальной магнитостимуляции «Сета-Т»

Аппарат «Сета-Т» — совместная разработка Института физики твердого тела и полупроводников, Института физиологии и НПФ «Диполь». Предназначен для транскраниальной стимуляции нервной ткани с помощью варьирующих во времени высокоинтенсивных импульсных магнитных полей. Аппарат создан на базе аппарата «Сета-Д» и отличается от него большей интенсивностью генерируемого магнитного поля, конструкцией индукторов, предназначенных для транскраниальных воздействий и параметрами импульсов магнитного поля.

Глава 6. ЧАСТНЫЕ МЕТОДИКИ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ МАГНИТОТЕРАПИИ

Лечебные процедуры магнитотерапии сравнительно просты по технике и методике их проведения. Они заключаются в воздействии магнитным полем определенных параметров на патологический очаг или его кожную проекцию, на рефлексогенные зоны, соответствующие сегменты позвоночника, крупные сосуды. Вместе с тем успех лечения зависит от многих факторов: правильного выбора методики лечения, адекватного подбора дозиметрических параметров, учета особенностей течения заболевания и наличия сопутствующих болезней, знания отношения пациента к назначаемым процедурам и всего спектра получаемого им лечения, а также возможностей используемого аппарата. Решать эти задачи в определенной мере помогут приводимые ниже методики магнитотерапии при различных показанных заболеваниях для аппаратов НПФ «Диполь». Разумеется, они не могут учесть всех нюансов, с которыми может встретиться врач в своей повседневной работе, а поэтому они лишь хороший ориентир в огромных методических возможностях магнитотерапии. В каждом конкретном случае врач должен адаптировать приводимые методики к конкретному больному с его индивидуальными особенностями.

Излагаемые методики соотнесены с медико-техническими возможностями аппаратов для магнитотерапии.

6.1. Методики лечения больных с использованием аппаратов «Сета-Д»

Аппараты серии «Сета-Д», как уже указывалось, предназначены для бесконтактного воздействия низко- и среднечастотным импульсным магнитным полем интенсивностью от 0,2 до 1,2 Тл при заболеваниях и травматических повреждениях периферической и центральной нервной, сердечно-сосудистой, опорно-двигательной, пищеварительной и мочеполовой систем.

С улучшением микроциркуляции и резорбции продуктов распада в очаге воспаления связан противовоспалительный эффект, а изменение заряда и проницаемости мембран определяет четко выраженный противоотечный эффект. Благодаря нервно-рефлекторным и гуморальным механизмам действия метода импульсной магнитоиндукционной терапии происходит нормализация работы различных органов и систем организма. Основные терапевтичес-

кие возможности и достоинства магнитоиндукционной терапии, проводимой с помощью аппаратов «Сета-Д», следующие:

- снятие болевого синдрома (анальгетический эффект);
- противовоспалительный эффект;
- расширение кровеносных сосудов;
- снятие мышечных спазмов;
- укрепление иммунной системы;
- ускорение процесса регенерации тканей;
- ускорение роста новых клеток;
- восстановление поврежденных мышц и связок;
- нормализация функционирования вегетативной нервной системы;
- нормализация и стабилизация давления крови;
- повышение эффективности лекарственной терапии;
- стимуляция и улучшение секреторной способности мышц;
- отсутствие повреждающих эффектов при действии на нормальные структуры организма;
- возможность трансцеребральных воздействий;
- простота в использовании и возможность бесконтактного воздействия.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУР

Перед началом процедуры пациенту придают удобное положение. Процедуру проводят как контактно, когда индуктор соприкасается с кожной поверхностью, так и дистанционно, через марлевые и другие повязки, в том числе лангетные и гипсовые. При этом влажность повязок не имеет значения. Металлические шины, инородные металлические тела в мягких и костных тканях не мешают проведению индукционной терапии.

Запрещается применение индукционной терапии на область проекции сердца, глаза и яички!

Применяются две методики воздействия — стабильная и сканирующая (лабильная). Стабильная оправдана при воздействии на небольшой участок тела или патологический очаг, но если у пациента есть выраженные тепловые ощущения, то предпочтение следует отдать сканирующему воздействию. Сканирующая методика используется также для воздействия на большие поверхности и участки тела: позвоночник, конечности т. п. Для воздействия на ствол нерва, двигательную точку мышцы, область лица, шеи, мелких суставов применяют индуктор I—40, а во всех остальных слу-

чаях—индуктор I—100. При выборе режимов воздействия можно ориентироваться на приводимые в табл. 6—11 указания.

При подострых и хронических воспалительных процессах, при повреждениях нервно-мышечного аппарата, для стимулирования процессов регенерации поврежденных тканей используются параметры, представленные в табл. 6.

Табл. 6

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6; 0,8; 1,0	3	5
0,6	5	10
0,6	7	5
0,4	9	10

При остром воспалительном процессе и выраженном болевом синдроме—табл. 7.

Табл. 7

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,2; 0,4	11	5
0,4	55	5

При остром болевом синдроме, при воздействии на лицо, шейный отдел позвоночника, межреберные нервы—табл. 8.

Табл. 8

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6; 0,8; 1,0	3	5
0,2; 0,4; 0,6	7	5

При хронических воспалительных процессах, для стимулирования процессов регенерации тканей, стимулирования нервно-мышечного аппарата и конечностей—табл. 9.

Табл. 9

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,4; 0,6	5	10
0,4	9	10

Мышечная стимуляция при острых процессах — табл. 10.

Табл. 10

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
1,1; 1,2	2	5

Мышечная стимуляция при хронических процессах — табл. 11.

Табл. 11

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
1,1; 1,2	1	10

ВОЗМОЖНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ

1. Кратковременное усиление болевого синдрома. В этом случае при лечении величина магнитной индукции и продолжительность воздействия снижаются, т. е. переходят на более щадящий режим воздействия.

2. Снижение артериального давления, коллапс при воздействии на область шеи и вегетативных ганглиев.

МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕДУР И ДОЗИРОВАНИЕ

Приведенные ниже методики предназначены для аппарата «Сета-Д-1», имеющего два излучателя, индуктор I—40 и индуктор I—100. Для других исполнений аппарата применять методики по рекомендации врача. При воздействиях можно использовать один или несколько режимов, но суммарная продолжительность процедуры не должна превышать 10—20 мин.

ЗАБОЛЕВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

1. Ишемический инсульт головного мозга, преходящее нарушение мозгового кровообращения

Метод магнитоиндукционной терапии нервно-мышечной системы на стороне паралича рассчитан на афферентную импульсацию с периферии в центральную нервную систему и транскраниальную стимуляцию временно инактивированных нервных элементов вблизи ишемизированного очага головного мозга. Первый курс магнитоиндукционной терапии назначают через 10—15 дней с мо-

мента возникновения ишемического инсульта. В этот период стимулируют паретические мышцы как сгибательной, так и разгибательной групп. При проведении последующих курсов, с появлением гипертонуса в парализованных мышцах, воздействие оказывается только на мышцы антагонисты (разгибатели конечностей). Курс лечения 10 — 15 процедур. Параметры воздействия представлены в табл. 12.

Табл. 12

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,8; 1,0	3	5
0,6	7	5

При проведении последующих курсов лечения в виду появления спастичности и контрактур в мышцах стимуляцию производят только мышщ-антагонистов. Параметры воздействия представлены в табл. 13.

Табл. 13

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6	5	10
0,4	9	10

В данном случае стимулируется нервно-мышечный аппарат на стороне гемипареза по стабильной методике. Для воздействий на мышцы верхней конечности используют индуктор I—40, нижних конечностей—I—100. Вначале индуктор помещают на внутреннюю поверхность предплечья (мышцы-сгибатели рук и пальцев), далее его переносят на наружную поверхность предплечья (мышцы-разгибатели кисти и пальцев). Затем индуктор располагают на передненаружную поверхность голени (мышцы, иннервируемые малоберцовым нервом), а потом его помещают на икроножную мышцу. В каждой из зон воздействие проводят в течение 5 мин.

2. Последствия черепно-мозговой травмы и закрытой травмы спинного мозга с двигательными нарушениями

Применение магнитоиндукционной терапии показано больным, у которых имеются парезы, параличи (спастические и вялые), чув-

ствительные нарушения, трофические расстройства и дисфункции тазовых органов. Применение воздействия оправдано в течение первых двух лет после перенесенной травмы. Курс лечения 10—15 процедур. Курс повторяется через 2—3 месяца. Параметры воздействия — табл. 14.

Табл. 14

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6	5	10
0,4	9	10

При вялом параличе индуктор I—40 или I—100 располагают контактно на двигательную точку нерва и иннервируемые этим нервом мышцы (стабильно-лабильно).

При центральном параличе используют аналогичную методику (10.1.2) для стимуляции мышц, которые находятся в состоянии гипотонуса и растянуты, гипотрофически измененные, а мышцы, находящиеся в состоянии гипертонуса, контрактурно измененные, не стимулируются. При дисфункции тазовых органов дополнительно воздействуют на органы, функция которых нарушена.

3. Детский церебральный паралич

Магнитоиндукционная терапия применяется в ранний период заболевания, когда контрактуры еще не выражены, с 3—5 лет. По сравнению с электростимуляцией, метод магнитоиндукционной терапии не оказывает раздражающего действия на кожные покровы и переносится детьми хорошо. Курс лечения 10—15 процедур. Курс лечения повторяют через каждые 2—3 месяца.

Параметры воздействия — табл. 15.

Табл. 15

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6; 0,8	3	5
0,4; 0,6	5	10

Используют индуктор I—40. Методика бесконтактная (через белье), сканирующая. Индуктор после каждого импульса перемещают паравертебрально по длинным мышцам спины, ягодичным и по антагонистам спастических мышц нижних конечностей: отводящей мышце бедра и передней большеберцовой мышце голени.

При тугоподвижности в коленных и голеностопных суставах применяют магнитоиндукционную терапию и на эти суставы.

При эпилептических приступах магнитоиндукционная терапия не проводится.

4. Истерический паралич

Магнитоиндукционная терапия поддерживает на высоком уровне электрическую возбудимость в мышцах и благоприятно влияет на состояние психики больного. Курс лечения 5—10 процедур. Параметры воздействия — табл. 16.

Табл. 16

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6	3	5
0,6	5	10
0,6	7	5
0,4	9	10

Используют индуктор I—40. Методика контактная, стабильная или стабильно-лабильная. Индуктор помещают на область проекции двигательных точек нерва: лучевого, локтевого, срединного, малоберцового или большеберцового. Находят наиболее эффективное положение индуктора и одновременно сообщается больному о вызываемых воздействием эффектах и ощущениях.

5. Нейропатия, полинейропатия

Магнитоиндукционная терапия является наиболее эффективным методом физиотерапии при заболеваниях периферических нервов. Стимуляция в этом случае ускоряет регенерацию нервной ткани до восстановления иннервации мышц, поддерживает в них электрическую возбудимость и сократительную способность, улучшает микроциркуляцию и трофические процессы, эффективно устраняет симптом раздражения—боль. Особое значение метод имеет при травматических повреждениях нервных стволов после реконструктивных операций на нерве. Проведение магнитоиндукционной терапии возможно через повязку на область шва, что стимулирует регенерацию нерва в более ранний период до образования рубцовой ткани и предупреждает возникновение таких осложнений, как образование невромы. При развитии частичной реакции перерождения мышца в состоянии отвечать на импульс воз-

действия реакцией сокращения. При далеко зашедших процессах, при полной реакции перерождения, хотя мышцы перестают реагировать на импульс интенсивностью до 1,2 Тл, воздействие проводят и в этом случае. Курс лечения 10—15 процедур. Курсы лечения повторяют до восстановления иннервации мышц и появления активных сокращений. Перерыв между курсами: 1—2 месяца. Параметры воздействия—табл. 17.

Табл. 17

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6	5	10
0,4—1,2	2	5
0,4—1,2	1	10

Индуктор I—100 или I—40 помещают на двигательную точку нерва и мышцы, иннервируемые пораженным нервом, контактно, методика стабильная и сканирующая по паретичным мышцам. При реконструктивных операциях на нерве магнитоиндукционная терапия назначается на второй день после оперативного вмешательства. Индуктор I—100 или I—40 устанавливают на иннервируемые этим нервом мышцы, методика сканирующая.

6. Невралгия, каузалгия

Магнитоиндукционная терапия может быть применена при невралгии II—III ветви тройничного нерва, затылочного нерва, межреберных нервов и каузалгиях при травматических повреждениях плечевого и поясничного сплетений. Ритмические воздействия импульсным магнитным полем на стволы нерва или периферические нервные окончания за счет афферентной импульсации по толстым миелинизированным нервным волокнам оказывают воздействие на спинальные механизмы контроля боли и купируют приступ невралгии и каузалгии. Курс лечения 5—10 процедур. Параметры воздействия—табл. 18.

Табл. 18

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
1,0	3	5
0,2; 0,4; 0,6	5	10

При воздействии на затылочный, тройничный, межреберный нервы используют индуктор I—40 контактно и стабильно. При межреберной невралгии может применяться и лабильная методика, когда индуктор перемещают по межреберью медленно по ходу реберной дуги.

При каузалгиях может применяться индуктор I—100, которым контактно по сканирующей методике производится воздействие на все сплетение, начиная от позвоночника и по ходу нервных стволов. Воздействие индуктором I—40 может быть проведено по стабильной методике на область травмы нерва, где может быть источник возникновения каузалгии.

7. Гипотрофия, атрофия мышц в результате гиподинамии

В клинической практике чаще всего встречаются с гипотрофией мышц после наложения иммобилизирующих повязок при травматических повреждениях опорно-двигательного аппарата или вынужденного нахождения в постели по другим причинам. Применение магнитоиндукционной терапии позволяет предупредить развитие атрофии мышц, тромбоэмболических осложнений, связанных с гиподинамией. Курс лечения 10—15 процедур. Параметры воздействия — табл. 19.

Табл. 19

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
1,2	1	10

При наличии гипсовой повязки индуктор I—100 помещают непосредственно на гипс над группами мышц, подвергаемых стимуляции. Если имеется возможность воздействия на нервные стволы, то индуктор I—40 устанавливают на проекцию ствола нерва, выше гипсовой повязки и по стабильной методике выполняется стимуляция нерва.

При наличии аппарата Г. А. Илизарова магнитоиндукционная терапия проводится индуктором I—40, который помещают на проекцию двигательных точек лучевого, локтевого, срединного, малоберцового и большеберцового нервов контактно, методика стабильная. При расположении индуктора между спицами аппарата можно проводить непосредственно мышечную стимуляцию.

ЗАБОЛЕВАНИЯ БРОНХО-ЛЕГОЧНОЙ СИСТЕМЫ

1. Бронхиальная астма I стадии

В результате магнитоиндукционной терапии можно повысить двигательную активность межреберных мышц и мышц диафрагмы, что улучшает функцию внешнего дыхания, нормализует вегетативную и эндокринную регуляции дыхательной функции легких. Курс лечения 8—10 процедур. Параметры воздействия—табл. 20.

Табл. 20

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,4—1,2	1	10

Используют индуктор I—40 или I—100. Методика контактная, сканирующая. После каждого импульса индуктор перемещают в области X—XI межреберий от позвоночника до средней подмышечной линии с обеих сторон.

2. Хронический бронхит

Магнитоиндукционная терапия на паравертебральные симпатические ганглии грудного отдела позвоночника, надпочечники и межреберные мышцы нормализует, вегетативную и эндокринную регуляцию внешнего дыхания, оказывает бронхолитическое действие, улучшает микроциркуляцию. Курс лечения 10 процедур. Параметры воздействия—табл. 21.

Табл. 21

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,4—1,2	1	10

Индуктор I—40 или I—100 располагают контактно, паравертебрально в грудном отделе справа от позвоночника. После каждого импульса индуктор смещают вниз и вверх по зоне воздействия.

3. Саркоидоз органов дыхания

Магнитоиндукционная терапия очагов поражения легочной ткани I—II стадии заболевания приводит к улучшению мембранных и обменных процессов, микроциркуляции, оказывает противовоспа-

лительное действие, стимулирует репаративные процессы, тормозит (уменьшает) развитие фиброзного процесса в легочной ткани. Курс лечения 20 процедур. Параметры воздействия — табл. 22.

Табл. 22

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,4—1,2	1	10

При I стадии заболевания магнитоиндукционная терапия имеет цель оказать противовоспалительное действие на лимфатические узлы, трахеи и бронхи, а также на симпатические ганглии грудного отдела. Индуктор I—40 или I—100 располагают в межлопаточной области и с каждым импульсом смещают паравертебрально в грудном отделе позвоночника. При II стадии заболевания магнитоиндукционная терапия проводится на лимфатические узлы бронхиального дерева и очаг в легких. Индуктор I—100 располагают над очагом поражения легкого.

ЗАБОЛЕВАНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

1. Артериальная гипертензия I стадии

Применение магнитоиндукционной терапии эффективно на ранних стадиях заболевания, когда клинические проявления носят функциональный характер. Воздействие на воротниковую зону и шейно-грудной отдел позвоночника оказывает активное влияние на вегетативную нервную систему и гипотензивное действие, улучшает кровообращение в церебральных сосудах. Курс лечения 8—10 процедур. Параметры воздействия — табл. 23.

Табл. 23

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,2—0,6	5	10

Используют индуктор I—40, который располагается контактно на кожный покров, методика сканирующая. После каждой серии импульсов индуктор перемещают паравертебрально вдоль шейно-грудного отдела позвоночника и по воротниковой зоне.

2. Окклюзионное заболевание периферических артерий атеросклеротического генеза

Важное практическое значение имеет применение магнитоиндукционной терапии при лечении поражений артерий нижних конечностей. Курс лечения 10—15 процедур. Параметры воздействия—табл. 24.

Табл. 24

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6	5	10

Индуктор I—100 или I—40 устанавливаются паравертебрально в пояснично-крестцовой области на стороне поражения артерий нижней конечности. Методика контактная, стабильная, воздействие в течение 5 минут. Затем применяется сканирующая методика на нижнюю конечность. С каждым импульсом индуктор перемещают по передне-внутренней поверхности бедра и задней поверхности бедра, задней поверхности бедра и голени над проекцией сосудисто-нервного пучка и мышц.

ЗАБОЛЕВАНИЯ И ТРАВМАТИЧЕСКИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Импульсное магнитное поле, равномерно проникая в глубоко лежащие ткани, в одинаковой степени оказывает воздействие на костную ткань, надкостницу, хрящи, связки позвоночника и мышечную систему. В тканях улучшается кровообращение и трофические процессы, отчетливо проявляется противовоспалительное, противоотечное и обезболивающее действие.

1. Остеохондроз, деформирующий спондилез позвоночника, анкилозирующий спондилоартрит, сколиотическая болезнь

—режимы № 11 или 15—при выраженном болевом синдроме;
—режимы № 3 или 7—при умеренном болевом синдроме. Продолжительность процедуры 5 мин. на каждый отдел позвоночника. Курс лечения 8—10 процедур. Параметры воздействия—табл. 25.

Табл. 25

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
1,0	3	5
0,6	7	5

При распространенном поражении всего позвоночника и выраженном болевом синдроме воздействие производят следующим образом. Индуктор I—100 располагают в нижнем грудном и поясничном отделе позвоночника. Методика воздействия контактная, сканирующая. Индукторы медленно перемещают по паравертебральным зонам.

При сколиотической болезни уделяется внимание проведению магнитной стимуляции атрофических длинных мышц спины. Подбирается величина магнитного поля, вызывающая их сокращение, с учетом состояния мышечной системы на вогнутой и выгнутой сторонах.

При шейно-грудном радикулите используют индуктор I—40, который перемещают по паравертебральной зоне. В области лопатки, плечевого сустава, наружной поверхности плеча, лучевого края предплечья, т. е. по всей зоне иррадиации боли используют индуктор I—100.

При пояснично-крестцовом радикулите индуктор I—100 перемещается паравертебрально, а также в области ягодицы, задней поверхности бедра и голени.

2. Деформирующий остеоартроз, подагрический, псориатический, реактивный артрит и ревматические заболевания околоуставных мягких тканей (тенденит, тендовагинит, лигаментит, бурсит, периартрит)

Применение магнитоиндукционной терапии показано как при поражениях крупных суставов конечностей, так и мелких суставов кистей и стоп. При этом оказывается выраженное противовоспалительное, обезболивающее действие. Она показана также при явлениях синовита. Продолжительность процедуры: 5 мин. на крупный сустав, стопу, кисть. За один сеанс производится воздействие на 3 сустава. Курс лечения 5—10 процедур. Параметры воздействия — табл. 26.

Табл. 26

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,8; 1,0	3	5

При воздействии на стопу или кисть индуктор I—40 или I—100 располагают на подошвенную сторону стопы или ладонную поверхность кисти. При воздействии на тазобедренный сустав индук-

тор I—100 располагают над ягодичной складкой. Во время процедуры индуктор медленно перемещают в области пораженного сустава.

3. Травматические повреждения опорно-двигательной системы

При закрытых травматических повреждениях (ушибах, растяжениях, переломах костей) магнитоиндукционная терапия оказывает обезболивающее действие, способствует рассасыванию кровоизлияния в тканях, стимулирует образование костной мозоли. За счет улучшения микроциркуляции улучшается заживление ран и трофических язв. При ушибах и растяжениях магнитоиндукционную терапию назначают с первых дней после травмы. При обширных кровоизлияниях — через 3—4 дня после травмы. При переломах костей процедуры назначают после наложения гипсовой повязки или аппарата Г. А. Илизарова. При переломах основное назначение магнитоиндукционной терапии: в первые дни после травмы — уменьшить болевой синдром, способствовать рассасыванию излившейся крови, через 10—12 дней — стимулировать образование костной мозоли, через 30 дней — лечение последствий: атрофии мышц, тугоподвижности в суставах и т. п. Курс лечения 10—15 процедур. Параметры воздействия — табл. 27.

Табл. 27

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,8	3	5
0,6	5	10

При ушибах и растяжениях индуктор I—40 или I—100 устанавливают контактно и стабильно на область травмированного участка. При трофических язвах и вялозаживающих ранах на раневую поверхность помещают стерильную салфетку, а поверх ее — индуктор I—40 или индуктор I—100. Методика стабильная (5 мин.).

При переломах костей индукторы I—40 и I—100 используют контактно. При наложении гипсовой повязки индукторы помещают на нее над областью перелома. При наличии аппарата Г. А. Илизарова индуктор I—100 располагают между спицами в области перелома. Если индуктор I—100 не помещается, то воздействие осуществляется только индуктором I—40, постепенно его перемещая вокруг конечности над областью перелома.

ХИРУРГИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

1. Фурункул, карбункул, гидраденит, флегмона

После вскрытия нагноения кожи, подкожной клетчатки, дренирования полостей назначается импульсная магнитоиндукционная терапия с целью оказать противовоспалительное, рассасывающее действие и стимулировать заживление ран.

Режимы №№ 11, 13 применяют в первые дни после оперативного вмешательства, режимы №№ 3, 5 — в стадии заживления раны. Курс лечения 5—10 процедур. Параметры воздействия — табл. 28.

Табл. 28

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,8	3	5
0,6	5	10
0,4	13	10

На конечностях — индуктор I—40 располагают на рану. Лечение после обработки раны проводят по стабильной методике. При нагноительных процессах на туловище используют индуктор I—40, методика — лабильно-стабильная.

2. Мастит

Магнитоиндукционная терапия оказывает противовоспалительное, обезболивающее действие. Назначают с первого дня заболевания. Курс лечения 5—8 процедур. Параметры воздействия — табл. 29.

Табл. 29

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,4	11	5
0,4	15	5

Индуктор I—40 располагают над очагом воспаления контактно и стабильно. Интенсивность воздействия увеличивают путем изменения интенсивности магнитного поля в режиме или применением другого режима, воздействие слева проводят по спадающей методике.

3. Простатит

При остром воспалении предстательной железы магнитоиндукционная терапия оказывает противовоспалительное, рассасывающее и обезболивающее действие. При хроническом воспалении, кроме перечисленных эффектов, это воздействие будет устранять застойные явления и стимулировать функцию предстательной железы. Режим № 11 применяется при острой форме, режим № 3 — при хроническом воспалении. Курс лечения 5—8 процедур. Параметры воздействия — табл. 30.

Табл. 30

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Гл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6; 0,8; 1,0	3	5
0,4	11	5

Процедуры выполняют в положении больного лежа. Индуктор I—40 располагают на промежность, I—100 — в надлобковой зоне. При остром воспалении на промежность помещают индуктор I—40, а при хроническом — индуктор I—100. Воздействие контактное, стабильное, по 5 мин. на зону.

ЗАБОЛЕВАНИЯ ОРГАНОВ ПИЩЕВАРЕНИЯ

Магнитоиндукционная терапия применяется в связи с противовоспалительным действием и способностью повышать тонус гладкой мускулатуры органов пищеварения, нормализует функцию вегетативной нервной системы.

1. Гипомоторная дискинезия желудка, двенадцатиперстной кишки, толстой кишки и желчного пузыря

При воздействии на желудок и желчный пузырь индуктор I—100 устанавливают на эпигастральную область. Индуктор перемещают по ограниченной зоне по эпигастральной и пилородуоденальной области. При воздействии на толстую кишку индуктор I—40 или I—100 устанавливают контактно к передней брюшной стенке в правой подвздошной области над слепой кишкой. После каждого импульса индуктор перемещают по ходу восходящей, далее — вдоль поперечно-ободочной кишки, затем переходят на левую половину живота на нисходящий отдел толстой кишки. После этого

индуктор перемещают на правую половину передней брюшной стенки и цикл повторяют. За время процедуры выполняют 8–10 циклов. Количество процедур на курс лечения 10–12. Параметры воздействия — табл. 31.

Табл. 31

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6	5	10
1,2	1	10

2. Гипомоторные эвакуаторные нарушения функции желудка после резекции его или ваготомии

Индуктор I—40 или I—100 располагают в эпигастральной области над желудком. Методика контактная, стабильно-сканирующая. Курс лечения 10–12 процедур. Параметры воздействия — табл. 32.

Табл. 32

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,2–0,6	5	10
0,4–0,6	1	10

3. Хронический холецистит (некалькулезный)

Первые 5 процедур выполняют индуктором I—40, а последующие — индуктором I—100. Индуктор располагают контактно и стабильно в области правого подреберья в зоне желчного пузыря. Курс лечения 8–10 процедур. Параметры воздействия — табл. 33.

Табл. 33

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,4	11	5

4. Хронический панкреатит

Магнитоиндукционная терапия проводится в период ремиссии заболевания. Курс лечения 5–8 процедур. Параметры воздействия — табл. 34.

Табл. 34

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,4	11	5

Индуктор I—40 или I—100 устанавливают контактно и перемещают от пупка поперечно в левую половину передней брюшной стенки—по зоне проекции поджелудочной железы.

ЗАБОЛЕВАНИЯ МОЧЕВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Магнитоиндукционная терапия повышает тонус гладкой мускулатуры и сократительную способность мочеточников и мочевого пузыря. Кроме того, указанное воздействие оказывает противовоспалительное и обезболивающее действие.

1. Мочекаменная болезнь

Для стимулирования отхождения конкрементов после литотрипсии назначают магнитоиндукционную терапию. Курс лечения 10—12 процедур. Параметры воздействия—табл. 35.

Табл. 35

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6	5	10
1,2	1	10

Индуктор I—40 или I—100 устанавливают в подвздошной области (на нижний отдел мочеточника, в котором находится конкремент) и медленно перемещают по переднебоковой поверхности брюшной стенки по ходу мочеточника.

2. Атония мочевого пузыря, слабость сфинктера и детрузора

Индуктор I—100 помещают над областью лонного сочленения на переднюю брюшную стенку контактно и стабильно. Курс лечения 10 процедур. Параметры воздействия—табл. 36.

Табл. 36

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6	5	10
1,2	1	10

ЗАБОЛЕВАНИЯ ЖЕНСКИХ ПОЛОВЫХ ОРГАНОВ

Применение магнитоиндукционной терапии показано при хронических воспалительных заболеваниях матки и придатков и при дисфункциональных заболеваниях яичников и женских половых органов, так как метод обладает выраженным противовоспалительным, рассасывающим, обезболивающим и тонизирующим действием. При этом происходит улучшение микроциркуляции крови, стимулируется функция яичников и повышается тонус и сократительная функция мышц матки.

1. Хронические воспалительные заболевания матки и придатков

Индуктор I—100 помещают в соответствующей подвздошной области. Во время процедуры индуктор медленно смещают к надлобковой области и обратно при одностороннем процессе; индуктор перемещают слева направо и обратно в нижней части живота при двустороннем воспалительном процессе. Курс лечения 10 процедур. Параметры воздействия— табл. 37.

Табл. 37

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Гл	Номер режима	Длительность работы, мин.
1,0	3	5
0,6	5	10

2. Гипофункция яичников воспалительного генеза

Индуктор I—100 помещают в подвздошной области (проекция нахождения яичника) контактно с кожным покровом. Методика стабильная... Через 5 мин. воздействия индуктор I—100 переносят на вторую сторону подвздошной области. Магнитоиндукционная терапия продолжается еще в течение 5 мин. Курс лечения 10—12 процедур. Курс лечения повторяют с перерывом в месяц. Параметры воздействия— табл. 38.

Табл. 38

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Гл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,4	5	10
0,6	5	10

СЕКСУАЛЬНЫЕ РАССТРОЙСТВА У МУЖЧИН

Проведение магнитоиндукционной терапии на пояснично-крестцовую область оказывает стимулирующее действие на спинальные половые центры и региональное кровообращение. Воздействие на предстательную железу устраняет ее воспаление, застойные явления и стимулирует функцию железистого аппарата. Кроме того, оказывает стимулирующее действие на мышцы тазового дна.

1. Импотенция

Индуктор I—100 располагают на крестец и с каждым импульсом смещают его вверх на поясничный отдел позвоночника и обратно вниз. Циклы повторяют в течение всей процедуры. Курс лечения 10—12 процедур. Параметры воздействия — табл. 39.

Табл. 39

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,6	5	10

СТОМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Магнитоиндукционная терапия в периодонтологии улучшает вегетативную регуляцию периодонта, изменяет тканевую проницаемость, улучшает периферическое кровообращение, оказывает противовоспалительное действие, уменьшает отек и боль, стимулирует репарацию и регенерацию тканей. Режим № 5 применяется при хронических болезнях, режимы №№ 11, 13 — при периодонтальном абсцессе (после вскрытия), режимы №№ 3, 5 — в стадии заживления и регенерации после периодонтальной хирургии. Параметры воздействия — табл. 40.

Табл. 40

Амплитуда импульсов магнитной индукции, Тл	Номер режима	Длительность работы, мин.
0,4	3	5
0,6	5	10
0,4	11	5
0,4	13	10

Используют индуктор I—40. Методика контактная, сканирующая. После каждого импульса индуктор медленно перемещают вдоль нижней и верхней челюсти. Курс лечения 7—10 процедур. При периодонтальном абсцессе используют контактную стабильную методику.

6.2. Методики лечения больных с использованием аппарата АТМТ-01М

Аппарат термомагнитотерапии АТМТ-01М и его модификации, как уже отмечалось, предназначены для локального и общего воздействия на организм с лечебно-профилактическими целями раздельно и совместно магнитными полями различных параметров и регулируемым теплом.

Порядок проведения процедур

1. Готовят аппарат к работе в соответствии с техническим описанием и руководством по эксплуатации. Следуют технике безопасности при работе с электроприборами. Запрещается оставлять работающий аппарат и пациента во время проведения магнитного воздействия без наблюдения медперсонала.

2. Аппарат располагают на кушетке. Пациент может оставаться в легкой одежде (сорочка, тренировочный костюм из х/б ткани). Металлические предметы с пациента снимают.

3. При использовании индуктора общей термомагнитотерапии (ТМТ) пациента укладывают на нижнюю половину термомагнитоодеяла, затем пациента закрывают второй половиной термомагнитоодеяла. Пациент находится в удобном положении (лежа на спине).

Возможные осложнения и пути их устранения

Нарушение техники и методики проведения процедур, а также их передозировка могут приводить к возникновению неадекватной реакции со стороны организма больного. При появлении очаговой или общей патологической реакции (ухудшение самочувствия, повышение утомляемости, нарушение сна, лабильность артериального давления и др.) очередную процедуру следует пропустить, уменьшить индукцию магнитного поля и уменьшить продолжительность процедуры. Если обострение и после этого продолжается или тем более усиливается, то процедуры рекомендуется отменить.

Методики проведения и дозирование процедур

1. Ангиоспазм, облитерирующий эндартериит

В лечении данной категории больных используют низкочастотное магнитное поле (МП), создаваемое аппаратом с индуктором для общей термомагнитотерапии: температура воздействия $T=20-22^{\circ}\text{C}$, мощность МП $M=7$, форма импульса МП $P=4$, частота МП $F=120$ Гц, характер сканирования секций $R=8$. Курс лечения 3 процедуры по 20 мин. (при мощности $M=7$) и 5 процедур по 30 мин. (при мощности $M=9$).

В результате лечения происходит уменьшение выраженности болей в конечностях, частоты судорог и парестезии, возрастание мышечной активности и силы.

2. Артериальная гипертензия (АГ)

Используют аппарат с индуктором для общей термомагнитотерапии. Методика проведения процедуры: температура воздействия $T=20-22^{\circ}\text{C}$, мощность МП $M=9$, форма импульса МП $P=3$, частота МП $F=10$ Гц, характер сканирования секций $R=0$. Продолжительность одной процедуры составляет 30 мин. Курс лечения включает 12–15 процедур, ежедневно.

В основе лечения артериальной гипертензии лежит адекватное снижение уровня артериального давления, показатели которого уже после первой процедуры снижаются в 74% случаев. После курсового лечения у больных артериальной гипертензией происходит нормализация уровня повышенного артериального давления, уменьшение повышенной активности симпатической нервной системы, а также отмечаются антикоагуляционный, антиатерогенный и эритропоэтический эффекты.

3. Ишемическая болезнь сердца (ИБС)

Используют аппарат с индуктором для общей термомагнитотерапии. Методика проведения процедуры: температура воздействия $T=20-22^{\circ}\text{C}$, мощность МП $M=3$, форма импульса МП $P=6$, частота МП $F=10$ Гц, характер сканирования секций $R=0$. Продолжительность одной процедуры составляет 30 мин. Курс лечения включает 10 процедур, ежедневно.

На фоне данной методики у больных ИБС наблюдается удлинение изначально сниженного активированного частично тромбопластинового времени, что свидетельствует о снижении активности плазменных факторов свертывания крови, происходит нормализация или приближение к значениям нормы ряда показателей липидного обмена, нарушенных у больных ИБС.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В эпоху фармакологического дисбаланса врачей и пациентов все больше и больше привлекают немедикаментозные методы лечения. Среди них еще с древних времен большой популярностью пользуются методы магнитотерапии. Многие, надо отметить, вполне заслуженно.

В настоящей книге авторы, много лет занимающиеся этой перспективной и актуальной проблемой, попытались подробно рассмотреть современное состояние магнитотерапии, прежде всего, импульсной магнитотерапии, которая в силу различных объективных причин наиболее сегодня востребована. При этом, излагая важнейшие сведения о механизмах действия магнитных полей, аппаратуре и применении их с лечебно-профилактическими целями, наибольшее внимание, естественно, уделили тем методам и технологиям, которые разработаны в Беларуси и доступны медицинским и санаторно-курортным учреждениям республики.

Магнитотерапия в настоящее время относится к числу таких научно-практических направлений, для которых характерно постоянное обновление и совершенствование. Можно предвидеть, что уже в ближайшем будущем в этой области физической медицины мы будем свидетелями многих интересных технологий и новых методов. И поэтому вполне вероятно, что с углублением и расширением знаний по магнитобиологии и магнитотерапии придется внести в изложенные в книге теоретические установки и практические рекомендации какие-то коррективы и дополнения. Это неизбежно для любого руководства, посвященного динамически развивающейся области медицины и физиотерапии. Неизбежно и то, что, когда книга попадет к практикующему врачу, некоторые частные положения могут оказаться устаревшими. Это будет означать, что авторы выбрали для книги актуальную проблему, которая интенсивно разрабатывается и дополняется важными для практики новыми сведениями. Вместе с тем хочется думать, что основные положения книги вряд ли подвергнутся изменениям и еще долго будут плодотворно служить практической магнитотерапии. К тому же и сама практика, являющаяся, как известно, критерием истины, позволит дать объективную оценку предлагаемым в книге рекомендациям и методикам и изъять из употребления неэффективные из них. Увидеть новые тенденции развития магнитотерапии, оценить допущенные погрешности и довести их до читателя — задача авторов на перспективу. В будущем авторам придется также

постараться внести ясность в те вопросы, которые не нашли разрешения в настоящем труде. А нынче авторы будут считать задачу выполненной, если книга будет способствовать пониманию врачами всех сложных нюансов магнитотерапии и эффективному использованию ее многочисленных технологий и методов во благо здоровья населения нашей страны. Не менее важным было привлечь внимание врачей и ученых к магнитотерапии: первых—для более широкого и адекватного использования магнитных полей в комплексном лечении больных, вторых—для более активного исследования нерешенных и спорных вопросов в этом разделе физической медицины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боголюбов В. М., Пономаренко Г. Н. Общая физиотерапия. — М. — СПб., 1998 г.
2. Гимранов Р. Ф. Транскраниальная магнитная стимуляция. — М., 2002 г.
3. Григорян Г. Е. Магниторецепция и механизмы действия магнитных полей на биосистемы. — Ереван, 1999 г.
4. Гуляр С. А., Лиманский Ю. П. Постоянные магнитные поля и их применение в медицине. — Киев, 2006 г.
5. Демецкий А. М., Цецохо А. В. Учебное пособие по применению магнитной энергии в практике здравоохранения. — Минск, 1990 г.
6. Демецкий А. М., Чернов В. Н., Попова Л. И. Введение в медицинскую магнитологию. — Ростов-на-Дону, 1991 г.
7. Евстигнеев В. В., Кистень О. В., Улащик В. С. Транскраниальная магнитная стимуляция как лечебный фактор// Здравоохранение. — 2004. — № 9. — С. 32—38.
8. Евстигнеев В. В., Кистень О. В., Улащик В. С. Нейрофизиологическая характеристика эффективности транскраниальной магнитной стимуляции: особенности изменений показателей соматосенсорных вызванных потенциалов// Мед. панорама. — 2008 г. — № 7. — С. 24—27.
9. Залеская Г. А., Улащик В. С., Митьковская Н. П. и др. Влияние низкочастотного магнитного поля на структуру глобулярных белков крови// Журнал прикладной спектроскопии. — 2007 г. — Т. 74. № 5. — С. 665—669.
10. Золотухина Е. И., Улащик В. С. Магнитотерапия больных артериальной гипертензией// Здравоохранение. — 2003 г. — № 11. — С. 17—22.
11. Зубкова С. М. Современные аспекты магнитотерапии// Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. — 2004 г. — № 2. — С. 3—10.
12. Калиновский Е. М., Василенко П. Ф. К механизму сокращения скелетной мускулатуры, вызванного импульсами магнитного поля высокой интенсивности// Вопр. курортологии, физиотерапии и леч. физкультуры. — 1989 г. — № 3. — С. 53-57.
13. Классен В. И. Омагничивание водных систем. — М., 1982 г.
14. Кручинский Н. Г., Зубовский Д. К., Улащик В. С., Акулич Н. В. Влияние магнитотерапии на состояние системы гемостаза у спортсменов с разным уровнем квалификации// Эфферентная терапия. — 2006 г. — Т. 12. № 4. — С. 56-61.
15. Магнитотерапия / Под ред. А. Н. Разумова и др. — М., 2005 г.
16. Максимов А. В., Шиман А. Г. Лечебное применение магнитных полей: учебное пособие. — Л., 1991 г.
17. Меркулова Л. Н., Холодов Ю. А. Реакции возбудимых тканей организма на импульсные магнитные поля. — Чебоксары. — 1996 г.
18. Мусаев А. В., Насирова М. Ю. Транскраниальная магнитная стимуляция. Нейрофизиологические механизмы, значение в диагностике и реабилитации больных с заболеваниями нервной системы// Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. — 2008 г. — № 2. — С. 3—12.

19. Низкочастотная магнитотерапия/ Под ред. В. С. Улащика. — Минск, 2001 г.
20. Никитин С. С., Куренков А. Л. Магнитная стимуляция в диагностике и лечении болезней нервной системы. — М., 2003 г.
21. Общая магнитотерапия / Под ред. Т. В. Кулишовой. — Барнаул, 2007 г.
22. Оржешковский В. В., Оржешковский В. В. Магнитотерапия// Вестник физиотерапии и курортологии. — 1998 г. — № 4. — С. 46—52.
23. Плетнев А. С. Низкочастотная магнитотерапия. — Минск, 2007 г.
24. Плетнев С. В. Магнитное поле: свойства, применение. — СПб., 2004 г.
25. Плеханов Г. Ф. Введение в электромагнитную биологию. — Томск, 1979 г.
26. Полонский А. К. Лазерная и магнитолазерная терапия. — М., 1985 г.
27. Пономаренко Г. Н. Общая физиотерапия. — Киев, 2004 г.
28. Пономаренко Г. Н. Электромагнитотерапия и светолечение. — СПб., 1995 г.
29. Пономаренко Г. Н., Воробьев М. Г. Руководство по физиотерапии. — СПб., 2005.
30. Пономаренко Г. Н., Турковский И. И. Биофизические основы физиотерапии. — СПб., 2003 г.
31. Рогаткин Д. А., Гишинская Н. Ю. Избранные вопросы физики для физиотерапевтов. — М., 2007 г.
32. Сердюк В. В. Магнитотерапия: справочное пособие. Прошлое, настоящее, будущее. — Киев, 2004 г.
33. Сокольский Ю. М. Исцеляющий магнит. — СПб., 1998 г.
34. Соловьева Г. Р. Магнитотерапевтическая аппаратура. — М., 1991 г.
35. Системы комплексной электромагнитотерапии/ Под ред. А. М. Беркутова и др. — М., 2000 г.
36. Улащик В. С. Введение в теоретические основы физической терапии. — Минск, 1981 г.
37. Улащик В. С. Новые методы и методики физической терапии. — Минск, 1986 г.
38. Улащик В. С. Очерки общей физиотерапии. — Минск, 1994 г.
39. Улащик В. С. Теоретические и практические аспекты общей магнитотерапии// Вопр. курортологии, физиотерапии и леч. физкультуры. — 2001 г. — № 5. — С. 3—8.
40. Улащик В. С. Низкочастотная магнитотерапия// Медицинские знания. — 2006 г. — № 6. — С. 28—30.
41. Улащик В. С. Современные технологии магнитотерапии// Здравоохранение. — 2006 г. — № 12. — С. 30—36.
42. Улащик В. С. Сочетанные методы магнитотерапии// Медицинские знания. — 2007 г. — № 4. — С. 24—26.
43. Улащик В. С. Постоянная магнитотерапия// Медицинские знания. — 2006 г. — № 4. — С. 14—16.

44. Улащик В. С. Общая магнитотерапия// Медицинские знания. — 2007 г. — № 2. — С. 24—26.
45. Улащик В. С. Современная магнитотерапевтическая аппаратура// Здоровоохранение. — 2007 г. — № 11. — С. 62—66.
46. Улащик В. С. Особые методы магнитотерапии// Медицинские знания. — 2007 г. — № 6. — С. 17—20.
47. Улащик В. С., Золотухина Е. И. Общая магнитотерапия и ее применение//Здоровоохранение. — 2001 г. — № 8. — С. 44—46.
48. Улащик В. С., Козловская Л. Е., Чичкан Д. Н. Основы магнитостимуляции// Здоровоохранение. — 2003 г. — № 7. — С. 38—41.
49. Улащик В. С., Лукомский И. В. Общая физиотерапия: учебник. — Минск, 2004 г.
50. Улащик В. С., Чичкан Д. Н., Кульчицкий В. А. Центральные и периферические механизмы анальгетических и антипиретических эффектов низкочастотного магнитного поля при экспериментальной эндотоксемии// Мед. реабилитация, физиотерапия и курортология. — 2002 г. — № 2. — С. 21—26.
51. Ушаков А. А. Руководство по практической физиотерапии. — М., 1996 г.
52. Филипович В. Н., Улащик В. С. Комбинированная магнитолазерная терапия в комплексном лечении больных ишемической болезнью сердца// Физиотерапевт. — 2007 г. — № 9. — С. 12—19.
53. Холодов Ю. А. Влияние магнитных и электромагнитных полей на центральную нервную систему. — М., 1966 г.
54. Холодов Ю. А. Магнетизм в биологии. — М., 1970 г.
55. Холодов Ю. А. Человек в магнитной паутине. — М., 1972 г.
56. Остапенко В. А., Улащик В. С., Кручинский Н. Г. и др. Экстракорпоральная аутогеомагнитотерапия: методическое пособие для врачей — Минск, 1997 г.
57. Яковлева М. И. Физиологические механизмы действия магнитных полей. — Л., 1973 г. — 178 с.
58. Biological effects of magnetic fields/ Ed. Barnothy M. — New York, London, 1969.
59. Birla Ch., Hemlin C. Magnet Therapy. — Vermont, 1999.
60. Magnetotherapy: Potential Therapeutic Benefits and Adverse Effects / Ed. M. McLean et al. — New York, 2003. — 279 p.
61. Malmivuo J. Peonsey R. Bioelectromagnetism. — New York, 1995.
62. Mika T., Kasprzak W. Fyzykoterapia — Warszawa, 2004.
63. Тодоров Н. Магнитотерапия. — София, 1982. — 110 с.
64. Straburzynska — Lupa A, Straburzynski G. Fyzjoterapia — Warszawa, 2004.
65. Thuile Ch. Das grove Buch der Magnetfeldtherapie. — Wien, 1998.
66. Transcranial Brain Stimulation for Treatment of Psychiatric Disorders/ Ed. M.A. Marcolin, F. Padberg. — Basel, 2007.
67. Zastosowanie pol magnetycznych w medycynie/ Red. A Sieron. — Bielsko-Biala, 2000.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
ГЛАВА 1. Общие основы магнитотерапии	5
ГЛАВА 2. Физиологическое и лечебное действие магнитных полей	24
ГЛАВА 3. Характеристика основных методов магнитотерапии	40
ГЛАВА 4. Импульсная магнитотерапия	78
ГЛАВА 5. Аппараты импульсной магнитотерапии	96
ГЛАВА 6. Частные методики и рекомендации по применению магнитотерапии	116
Заключение	138
Литература	140

