

ЦЕЛЕБНАЯ СИЛА МАГНИТОВ

А.М. Демский, А.В. Цецохо, Г.Я. Хулуп, С.Н. Занько,
(Продолжение. Начало в № 3, 1995, стр. 34)

Витебск

В мировой литературе часто появляются публикации, в которых обсуждаются механизмы биомгического и лечебного эффектов при воздействии на организм постоянных (ПМП), переменных (ПеМП), импульсных (ИМП) и других видов искусственных магнитных полей. При этом пристальное внимание уделяется формированию ответных реакций в зависимости от таких физических характеристик магнитного поля (МП), как его вид, индукция, градиент, вектор, частота и форма импульса, а также от экспозиции и локализации воздействия.

Впервые зависимость выраженности биомгического эффекта от физических характеристик электромагнитного поля (ЭМП) описал У.Эдди (1975).

Что касается вида МП, то ИМП не изменяется во времени в данной точке пространства ни по величине, ни по направлению. Его генерируют индукторы постоянного электрического поля, твердые и жидкие магниты. ПеМП изменяется во времени по величине и направлению, образуется индукторами, питаемыми переменным электрическим током. ИМП изменяется во времени по величине, но не изменяется по направлению, воспроизводится индукторами пульсирующего электрического тока.

Индукция — основная характеристика МП. Это плотность магнитного потока на площади, ограниченной замкнутым проводящим контуром. Единицей ее измерения в системе СИ является Тесла (Тл). При назначении лечебных процедур чаще всего указывается тысячная доля-милли Тесла (мТл). К настоящему времени более всего изучено биомгическое действие МП с величиной индукции от 10^{-4} мТл до 10^{-1} Тл. В этом диапазоне обнаружена зона с величиной индукции 20-50 мТл, где биомгический эффект более ярко выражен (Ю.А.Хомидов). Под воздействием ИМП индукцией 20 мТл на голову крышки наблюдается возбуждение нейроглии гипоталамического структур, которое проявляется в активации нейросекреторных клеток и выведения нейросекрета. Н.Берг (1992), М.Состато (1992) при действии ЭМП индукцией 2 мТл обнаружили статистически достоверное снижение содержания ДНК в культуре фибробластов, а также стимулирование детерогенеза систем и АТФ-синтеза в дрожжевых клетках. Вместе с тем N.X.Zhang (1992) утверждает, что только увеличение индукции ПМП до 1,4 Тл ведет к снижению пролиферации клеток.

Градиент — величина магнитной индукции, которая изменяется с изменением расстояния

от объекта до источника МП на 1 см. Он отражает направление колебаний величин индукции МП на определенном участке по вертикали или горизонтально.

Вектор указывает направление магнитных силовых линий. При его изменении большую активность проявляет МП с вертикальным устремлением вектора, что объясняется взаимодействием МП с гравитационным полем (А.Г.Карташов с соавт., 1980).

Частота — второй по значимости биотропный параметр МП. Как показали исследования Ю.А.Хомидова (1978), ЭМП с частотой альфаритма человека 8-14 Гц активнее влияет на функции мозга, чем создание частотой той же интенсивности. Это обусловлено свойствами головного мозга объединять деятельности отдельных участков с помощью ЭМП, им создаваемых. Влияние определенных величин частоты МП на биомгические процессы обнаружено и другими исследователями.

J.T.Ryaby (1992) отмечает увеличение митотической активности клеток остеосаркомы при сочетании воздействия ПМП и ПеМП с доведением частоты до 16 Гц на обмен Ca^{2+} , Na^{+} и K^{+} . Под действием такой частоты ИМП происходит более быстрое сращивание свежих экспериментальных переломов и улучшение биомеханических свойств консолидирующейся кости (А.А.Рила, 1992).

Имеются также сведения, что действие ИМП частотой 75 Гц с длительностью импульса 1,3 сек уменьшает величину инфаркта и улучшает состояние пораженных мягких тканей (А.А.Албертини et al., 1992).

Влияние частоты ЭМП на клеточные мембраны явилось предметом обсуждения на I-ом съезде Европейских биоэлектромагнитологов в г.Брюсселе 22-25 января 1992 г. M.Blank (США) ознакомил слушателей со своими фундаментальными работами по изучению влияния низких частот ЭМП на ритмы мембран (Na, K-АТФ). Он подтвердил известный клиницистам и физиологам факт, что низкочастотные МП оказывают терапевтический эффект. G.Jnzso et al., M.T.Santini et al. (Италия) обратили внимание на появившееся частотными "окон" в клеточных мембранах при воздействии ЭМП, а D.T.Edmonds (Великобритания) — резонансного феномена. S.Sznigielski (Польша) подчеркнул, что ЭМП низких частот не обладают канцерогенными свойствами и не являются прямым фактором, вызывающим развитие опухолей.

Воздействуя на кисть здорового человека

ИМП частотой 20 Гц, С.И.Баженова (1992) обнаружила появление сенсорной реакции с лаг-периодом в несколько десятков секунд, что ощущалось слабым раздражением болевых рецепторов (покалывание, парестезии и виде ползания мурашек). Отклик на действие такой частоты объясняется участием ноцицептивной системы.

В лечебной практике широко используется частота в 50 Гц, т.к. ее воспроизводит большинство промышленных аппаратов для магнитотерапии. С биологической точки зрения можно считать приемлемой и частоту до 1000 Гц, а также уменьшение ее до 1 Гц. Мало обоснованным является увеличение частоты до 5000 Гц, которую предлагают использовать в лечебных целях некоторые авторы. Это выходит за пределы биологических ритмов, что может привести к развитию патологических процессов.

Румынские исследователи (Динкулеску, Мацеларе, 1963) для повышения эффективности магнитотерапии уменьшают частоту МП ниже 1 Гц. По их мнению в этом случае возникает прерывистое воздействие МП на организм. Однако, до сих пор отсутствуют дополнительные данные, подтверждающие такое явление.

Поиск оптимальной частоты, которая оказывала бы благоприятное лечебное воздействие и не вызвала отрицательных реакций, продолжается и в настоящее время.

Для успешной реализации в лечебной практике целебной силы магнитов важна не только частота, но и форма импульса МП. Прямоугольная форма оказывает большую биологическую активность, чем синусоидальная (Н.И.Музалевская, 1978 и др.). Ю.А.Холодов (1987) высказывает предположение, что усиление биологического действия МП можно получить, воспроизводя формы импульса биологического происхождения, т.е. электрический импульс, идущий по нерву в момент его возбуждения или частоту и форму импульса электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Поэтому нашей промышленности необходимо выпускать магнитотерапевтическую аппаратуру, которая генерировала бы магнитные поля с изменяющейся индукцией, частотой и формой импульса.

Не менее важное значение имеет и экспозиция воздействия МП на биологические объекты. Во многих публикациях по магнитотерапии чаще всего указывается время от 10 до 30 минут ежедневно в пределах 5-25 суток. Однако, по данным ряда исследователей, имеющих большой экспериментальный и клинический опыт в области изучения механизмов лечебного действия МП, в одних случаях терапевтический эффект достигается после 3-5 процедур с 5-минутной экспозицией (С.А.Вашурина, В.П.Жуков), в других — после 10 процедур ежедневно по 10 минут. Такой

разброс временных показателей можно объяснить с одной стороны применением различных видов МП, индукции, частоты и формы импульса, с другой — исходным состоянием функциональных систем организма и чувствительностью их к физическим характеристикам МП.

Локализация воздействия МП, как правило, определяется местом патологии или областью проекции пораженного органа на кожу. Часто это осуществляется наложением магнитных индукторов на рефлексогенные зоны Захарьина-Гела и биологически активные точки кожи.

Согласно сложившимся представлениям о биологическом действии МП, по степени чувствительности анатомических структур организма к этому фактору внешней среды первое место занимает нервная система, затем эндокринная, органы чувств, кроветворная (кровь), сердечно-сосудистая, лимфатическая, мышечная, пищеварительная и костная системы.

РЕАКЦИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МП

В организме млекопитающих пока не обнаружены специальные рецепторы для восприятия МП, но под его влиянием зарождается неспецифическая электрическая реакция в центральной нервной системе (ЦНС), спинном мозге, нервных волокнах и клетках, которая стимулирует развитие механизмов биологического и лечебного действия МП.

Так, например, Ю.А.Холодов (1975), воздействуя на голову кролика ПМП индукцией 20-30 мТл, частотой 8-14 Гц и экспозицией 13 минут, наблюдал изменение потенциалов ЭЭГ, десинхронизацию электрической активности головного мозга, а в его веществе — переменный ток напряжением до 2 В, приводящие к возрастанию числа астроцитов, микро- и олигодендроглии сенсорной области коры больших полушарий. С увеличением экспозиции структурная перестройка усиливалась гиперплазией и гипертрофией тел и отростков клеток.

При воздействии ПМП такой же индукцией на область проекции головного мозга П.И.Стрелкова (1985) обнаружила повышение активности холинэстеразы в различных отделах мозга, улучшение функциональной активности нейронов и усиление микроциркуляции в тканях мозга.

Изучая интегральную деятельность мозга крыс при воздействии ПМП индукцией 0,005 мТл, частотой 8 Гц по 3 часа ежедневно на протяжении 45 суток, Н.А.Ткумрянец (1992) установила, что длительная экспозиция очень малых индукций МП и небольшой частоты препятствует развитию стресс-реакции, осуществляя усиление процессов торможения в ЦНС, снижение уровня тревожности, включение в регуляцию

механизмов функциональной модуляции гипоталамуса, а также синхронизацию диуреза, экскрецию адреналина и норадреналина.

Одновременное увеличение индукции, частоты и экспозиции приводит к развитию продуктивно-дистрофических преобразований в нейронах, цитоплазматическом ретикулууме, митохондриях и других органоидах нервных клеток (Ю.М.Ирвиния, 1971, А.И.Солдатова, 1974).

Однако, имеются сведения о благоприятных клинических исходах при стимуляции деятельности мозга облучением головы ПМП или ИМП индукцией свыше 1 Тл (F.Grandori, P.Ravazzoni, 1991), что выгодно отличается от электро-стимуляции смехом неинвазивностью и безболезненностью.

Серое вещество спинного мозга также привнесло высокую чувствительность к действию МП (Ю.А.Холодов; M.Rooze, M.Hinzenkamp, J.Leal, Juutilainen, 1992).

Отчет ИИС на магнитные поля возникает не только при прямом их приложении к ткани мозга, но и рефлекторным путем, в результате воздействия МП на различные периферические образования организма, в которых возникают ингибиторные реакции. Их сигналы побуждают структуры мозга к модуляции регуляторных систем.

Sneider et Klein (1959) наблюдали уменьшение хрониксы чувствительных нервов при облучении биообъектов ПМП индукцией 10 и 20 мТл.

Valentinov (1965) обнаружил появление ЭАС на каждом нервном элементе. Возможно, это связано с тем, что магнитная составляющая поля создает в нерве электрические явления, изменяющиеся в зависимости от динамики магнитного излучения. В 1969 году R.Becker выявил связь между вектором МП и осью нерва, что оказывало влияние на высшие корковые функции. Изменяется электрическая активность нервных волокон и от нарушения поляризации клеточной оболочки в ИМП (В.А.Чигуринский, 1969).

Нейроны реагируют на ПМП не сразу, как это имеет место при действии других раздражителей, а через несколько секунд (латентный период). При этом нарушение проводимости происходит одновременно с изменением структуры их митохондрий (С.Н.Лукиянов, 1970).

Е.П.Овчинников (1984) при воздействии ПМП зафиксировал в нервном волокне замедление скорости проведения моторного импульса. Затем было установлено, что ИМП частотой 60 имп/мин при экспозиции 3 минуты оказывает не только тормозящее влияние на биоэлектрическую активность периферического нерва, но вызывает даже блок проводимости ствола (И.П.Антонов с соавт., 1985).

Выявлена также зависимость скорости рас-

пространения нервного импульса по сенсорным волокнам селлазного нерва от индукции и времени воздействия (Б.Н.Жуков с соавт, 1989). Замедление скорости нервного импульса возникает при индукции 30 мТл и 45 мТл ПМП после 40 минутной экспозиции. Этот факт авторы объясняют влиянием поля на индуктивные и емкостные характеристики нервов. По их мнению происходит суперпозиция внешнего и внутреннего магнитных полей, возникающих при распространении нервного импульса и локализующихся в ионных каналах, обладающих индуктивностью.

Как показывают результаты исследований последних лет, появление отмеченных выше электрохимических реакций нервных проводников на воздействие МП, вызывается именно магнитной, а не электрической составляющей ЭМП. (M.Rooze, J.Schimmelpheng, H.Dertinger, 1992).

В периферических нервных проводниках и окончаниях непроизвольные аппликации МП с величиной индукции до 30 мТл, частотой 50 Гц вызывают повышение аргентофилии, неравномерное окрашивание, цитопоркхизную извитость, а длительные - фрагментацию нервных стволов, деформацию ядер в нервно-мышечных веретенах и двигательных единицах (А.М.Загребин с соавт., 1977).

По данным А.И.Шилова (1989) во внутри-мышечных нервных приложениях возникают фазные изменения после 40-минутного воздействия ПМП индукцией 30 мТл, частотой 50 Гц. Первая фаза характеризовалась усилением аргентофилии, вторая - аргентифицией. При этом в ультрараструктуре периферических нервов происходило формирование в осевом цилиндре и миелиновой оболочке оксального тиза, нарушение соотношения микропробочек и нейдрофиламентов, перемещение аксоплазмы, расширение цитоплазматических каналов шванновской оболочки.

Особого внимания заслуживает поступление информации в ИИС от образований, расположенных в коже, которая первая встречает магнитные потоки. Она обильно снабжена разветвленными спинно-мозговыми нервами. В их состав входят чувствительные и двигательные волокна. Каждому нерву соответствует определенный участок кожи - дерматом. Конечные ветви этих нервов очень часто перекрещиваются, вследствие чего некоторые дерматомы имеют двойную или тройную иннервацию. Нервные окончания кожи воспринимают раздражения, которые вызывают различные виды ощущений. Эти рецепторы принадлежат к трем основным функциональным типам: термо-, механорецепторам и ноцицепторам.

Терморецепторы состоят из окончаний с низким порогом восприятия к температурным изменениям, механорецепторы - к механическому

стимулу, ноцицепторы — к воздействиям, вызывающим ощущение боли.

Клеточные тела афферентных нейронов имеют афферентные нервные волокна, образующие под эпидермисом подкожные сплетения. От них идут волокна к чувствительным рецепторам кожи, среди которых выделяют два основных типа: свободные и инкапсулированные нервные окончания. Свободные входят в эпидермис, располагаются между клеточными мембранами соседних эпителиальных клеток и служат термом-, механорецепторами и ноцицепторами. К ним примыкают клетки Меркеля, также относящиеся к механорецепторам.

Инкапсулированные нервные окончания образуют тельца Пачини-Пачини, Мейснера, Руффини и концевые колбы Краузе. Первые встречаются по всей дерме в области кончиков пальцев, наружных половых органов, груди, молочной железы и в других местах. Эти механорецепторы, воспринимающие и вибрацию, представляют собой образования овальной формы с большим диаметром 1-4 мм и малым — 0,5-1 мм. Тельца Мейснера — механорецепторы, располагающиеся в сосочковом слое дермы. Тельца Руффини — тоже механорецепторы, лежат в глубоких слоях дермы и подкожной клетчатке. Особенно их много на подошве. Концевые колбы Краузе обнаруживаются в коже наружных половых органов.

К каждому из этих образований подходят терминальные веточки миелинизированных афферентных нервных волокон.

Анимальные (соматические) нервы широко анастомозируют с вегетативной частью периферического отдела нервной системы, ее симпатическими и парасимпатическими волокнами. Дерматомы многочисленными путями связаны с определенными участками спинного мозга, других систем и внутренними органами. Такие экстероцепторные связи впервые описали независимо друг от друга основатель Московской клинической школы терапевтов Г.А.Захарьин и английский невропатолог Гед. В проекционных зонах Захарьина-Гедя отражаются боли при заболеваниях внутренних органов. Эти зоны служат мишенью для магнитного поля, применяемого с терапевтической целью. Динамика болевых ощущений позволяет судить об эффективности проводимого лечения.

Кроме зон Захарьина-Гедя в коже имеются участки с повышенной электропроводимостью, биологически активными и болевыми точками. Весь этот комплекс состоит из множества элементов соединительной ткани целевого назначения, но связанных функциональным единством (И.Н.Михайлов, Е.В.Виноградова, 1982). Здесь, наряду с нервными образованиями, дислоцируются большое количество клеток различного типа, аморфное (основное) вещество, волокнистые

структуры, кровеносные и лимфатические сосуды. В силу своей физиологической задачи они обладают индивидуальными физико-химическими, биохимическими и морфологическими свойствами. В зависимости от чувствительности их компонентов к магнитным колебаниям они могут изменять свою активность, оказывая тем самым влияние на формирование механизмов ответных реакций организма. Поэтому возникает необходимость уточнить достижения в изучении роли этих образований в организме, чтобы с физиологической обоснованностью применять МП для профилактики заболеваний, лечения и реабилитации больных.

В состав клеточных элементов входят эпидермоциты, меланоциты, фибробласты, гистиоциты (макрофаги), мастоциты, клетки Лангерганса и Меркеля.

Эпидермоциты содержат нейтральные липиды, фосфатидил-холин, полисахариды, много рибосом и митохондрий. Меланоциты имеют отростчатую форму. Их ядра содержат гетеро- и эухроматин, а цитоплазма — рибосомы, полисомы, топофиламенты, премеланосомы, меланосомы и лизосомы. Фибробласты относятся к продуцирующим компонентам основного межклеточного вещества. Имея в цитоплазме большое количество митохондрий, они синтезируют коллаген, структурные гликопротеины и глюкозаминогликаны (ГАГ). Их активация способствует накоплению коллагена в тканях. Цитоплазма гистиоцитов (макрофагов) состоит из множества лизосом и фагосом. Эти активные секреторные клетки играют роль в регуляции процессов пролиферации и дифференцировки клеток, иммунитета, воспаления и регенерации. Мастоциты (тучные клетки, лаброциты) располагаются большими колониями вдоль нервных волокон и кровеносных сосудов. Они содержат многочисленные крупные гранулы с наличием таких биологических стимуляторов, как ДОФА, гистамин, гепарин, серотонин, кинины, гиалуроновая кислота, фактор, активизирующий тромбоциты и хемотаксис эозинофилов.

Клетки Лангерганса — беспигментные гранулярные дендроциты. Внутренний слой гранул содержит полисахариды, а наружный — липиды. Клетки Меркеля имеют округлую форму и светлую протоплазму, в которой содержится обильное количество осмиофильных гранул. Это очень чувствительные образования эпидермиса. Они располагаются в зоне нервных клеток, концевых окончаний нервных волокон, что позволяет рассматривать их как структуры, обеспечивающие связь эпидермиса с чувствительными нервными окончаниями, проникающими из дермы.

Аморфное вещество представляет собой вид геля или золя, образуется из проникающих в сосочковый слой кожи содержимого кровеносных со-

судов (белки крови, сахара, неорганические ионы, вода), продуктов метаболизма эпидермальных и дермальных клеток (растворимые белки, гликопротеины и протеогликан).

Многосоставность основного аморфного вещества способствует появлению комплексных биохимических соединений различной молекулярной структуры и прочности. За последние годы наиболее полно изучены химический состав и распределение ГАГ. В коже они представлены в виде гиалуроновой кислоты, хондроитин-4-сульфата, хондроитин-6-сульфата, дерматосульфата и гепарина. Благодаря своей ионизационной активности, они в бессосудистых зонах обеспечивают транспорт аминокислот, солей, липидов и воды. При этом важное значение имеет пространственное строение протеин-полисахаридных агрегатов, регулирующих диффузию воды, низкомолекулярных продуктов питания и обмена путем формирования сжимаемого фильтрационного молекулярного сита. Нарушение его пористости приводит к развитию атеросклероза. Кроме того, ГАГ занимают ключевую позицию в фибрилlogenезе и репаративных процессах, обеспечивают регуляцию роста и дифференцировку клеток (В.В.Соров, А.Е.Шехтер, 1981).

В состав основного аморфного вещества входят гликопротеины — истинные белковые молекулы. К их полипептидной цепи в разных участках присоединяются олигосахариды, состоящие из моносахаридов (гексозамины, гексозы, сialозы и фруктозы). Гликопротеины принимают активное участие в формировании коллагеновых, ретикулярных и эластических волокон, а также в образовании дисульфидных связей между молекулами и неколлагеновыми молекулами. Волокнистые образования представлены коллагеновыми эластическими и ретикулиновыми волокнами.

Коллагеновые волокна — сложные биохимические соединения, основу которых составляет коллаген. Молекулярная структура и типы белка в последние годы подвергаются тщательному изучению. Уже получены данные о его гетерогенности, наличии в молекулах трех различных групп антигенных детерминант и подтверждение, что он продуцируется в фибробластах, эпителиальных и эндотелиальных клетках. Установлены также информативно-регуляторная роль коллагена в клеточных и тканевых взаимодействиях, его влияние на дифференцировку различных клеточных систем, заряд наружных мембран клеток и хемотаксис лейкоцитов. Коллаген участвует в агрегации тромбоцитов, способствует выхождению из этих клеток ионов кальция, АТФ и АДФ, серотонина и других медиаторов. Состояние коллагена оказывает влияние на воспаление, заживление ран, развитие атеросклероза и другие патологические процессы.

Поэтому представляет несомненный интерес

изучение степени воздействия МП на активность процессов обмена коллагена, что позволило бы осветить некоторые механизмы биологического действия различных магнитных полей, используемых в лечебной практике. К сожалению, фундаментальных работ в этом направлении еще нет.

Основным компонентом эластических волокон является белок эластин, находящийся в виде микрофибрилл, и гранул, заключенных в аморфное вещество. Эластин, обладая специфическими физико-химическими и биохимическими свойствами, способен быстро подвергаться деструкции в экстремальных ситуациях. Не исключено, что перестройка эластической стромы может происходить и при воздействии МП, т.к. главную роль в эластичности играют локальные ферментные процессы, которые, в свою очередь, весьма чувствительны к электромагнитным полям.

Ретикулярные волокна — двухкомпонентная структура, состоящая из тонких коллагеновых фибрилл и окутывающего их аморфного вещества. Наличие в них цистины способствует образованию дисульфидных связей и центра агрегации молекул в фибриллы. Аморфное вещество содержит нейтральные углеводы — галактозу и маннозу. В целом ретикулярные волокна представляют собой коллаген III типа, который, как и коллаген, накапливается в тканях при активации фибробластов.

Свидетельством влияния биохимических веществ указанных выше тканевых структур на формирование ответных реакций могут служить исследования ряда авторов (А.Н.Алиев, 1970; А.М.Меркулова, 1975, 1969; А.Г.Волынов с соавт., 1975; Н.К.Попов с соавт., 1978; И.А.Вайсфельд с соавт., 1951 и др.). А.М.Меркулова, изучая действие ИМП на изменение уровня висцерального серотонина и гистамина в спинномозговых ганглиях, спинном мозге и седалищном нерве, обнаружила повышенные уровни первого и снижение второго. Автор считает, что это создает биохимический фон для изменения порога чувствительности нервных волокон и створок, а также скорости проведения нервного импульса и уменьшения болевого синдрома в связи с понижением уровня тканевого гистамина, являющегося медиатором боли (И.А.Вайсфельд с соавт., 1981).

Мы также наблюдали повышение активности клеточного состава тканей при воздействии ИМП. ПеМП и ИМП индукцией от 10 до 100 мТл, частотой 50 Гц и экспозицией 5, 10, 20, 30 и 60 минут на кожу собак в области проекции бедренного нерва. При воздействии ПеМП индукцией 10 мТл и экспозицией 5 минут в тканях выявлены нервные и сосудистые структуры обнаруживались лаброциты с разрыхленной мембраной, через которую выходили гранулы серотонина и дру-

гих бисабининов. В нервных волокнах заметных изменений не наблюдалось. С увеличением индукции до 50 мТл и экспозиции до 30 минут происходило почти полное опустошение большинства тучных клеток в результате разрыва или лизиса их оболочек. Видна была деформация коллагеновых, эластических и ретикулярных волокон в виде набухания, варикозных расширений, разрыхлений и даже частичного распада на мелкозернистые фрагменты. В отдельных нервных структурах проявлялись натечки нейроплазмы, а в белерном нерве - волокна с усиленной импрегнацией серебром и аксоны с веретенообразными утолщениями. Следовательно, можно думать, что появление в паранервной клетчатке избыточного количества пролиферации клеточных элементов и волокнистых структур - серотонина, кальция и других медиаторов стимулировало развитие реактивных изменений в нервных образованиях.

Кровеносная система кожи отличается своим строением и мозаичностью архитектоники (А.И.Нестеров, 1929, Т.С.Сатюкова, 1964, В.А.Шахламов, 1970, А.М.Демский с соавт., 1991 и др.). Являясь источником питания нервных образований, она обеспечивает им условия для функциональной деятельности. Ее реакция на воздействие МП может оказать серьезное влияние на развитие изменений в нервной системе.

Лимфатические сосуды по своему строению аналогичны капиллярам. Как и кровеносные сосуды, они тесно связаны с функцией нервных образований.

Тщательного рассмотрения требует вопрос о реакции на действие МП биологически активных точек (БАТ) кожи. С давних пор БАТ используют для лечения многих заболеваний путем механического, термического или электрического раздражения (А.М.Табеева, 1980). К настоящему времени на коже обнаружено большое количество таких точек (Г.Аувсан, 1981). Электропроводность и температура кожи в этом месте у здорового и больного человека чутко реагируют на изменения во внешней и внутренней средах. Они информируют ЦНС объекта воздействия, а также исследователей о состоянии отдельных органов и систем организма. Изменение их показателей возникает гораздо раньше, чем появляются выраженные признаки заболевания.

Некоторые исследователи считают, что в этих точках рецепторы касания меньше, чем рецепторы, воспринимающих болевые ощущения. Однако, пока нет достоверных доказательств, что структура БАТ имеет морфологические отличия от соседних участков кожи.

Наши исследования по изучению гистотопографии БАТ на глубину до 2 см не выявили заметных отклонений от структуры произвольно выбранных участков кожи, но в их зоне чаще

встречались крупные мастоциты (лаброциты) и фиброциты, клетки Меркеля и клетки Лангерганса. Воздействуя на них ПМП, ПеМП и ИМП индукцией 10, 20, 30, 50 и 100 мТл с частотой 50 Гц, в течение 5, 10 и 15 минут мы обнаружили возрастание амплитуды колебаний двигательных потенциалов в мышцах голени одновременно с улучшением регионарного кровотока и уменьшением болевых ощущений. Наиболее выраженными показателями этих изменений были при индукции ПеМП 30-50 мТл и экспозиции 10 минут. Кратковременное воздействие МП небольшой индукции вызывает развитие обратимых реакций ЦНС, а увеличение этих параметров — малообратимых.

Чувствительность отделов головного мозга к МП распределяется в убывающем порядке - глия, гипоталамус, кора больших полушарий, неспецифические и специфические ядра таламуса, гиппокамп и ретикулярная формация головного мозга. Через них реализуется неспецифическая защитно-адаптационная реакция организма в виде триады: тренировка, активация, стресс. В период ранней стадии адаптогенеза блокируется активация симпатико-адреналовой системы модуляцией функционального состояния гипоталамуса.

Приведенные выше сведения послужили основанием к использованию МП для лечения больных с заболеваниями и травматическими повреждениями головного мозга и периферической нервной системы.

При лечении больных с цереброваскулярными нарушениями, где патогенетической основой являлись процессы изменения тонуса и структуры стенок сосудов, свертываемости крови и мозгового кровообращения, отмечалось снижение сосудистого тонуса, увеличение кровенаполнения в области воздействия МП, уменьшение ассиметричной линейной скорости кровоснабжения, повышение активности холинэстеразы в различных отделах мозга, улучшение функциональной активности сохранившихся нейронов и усиление микроциркуляции в тканях мозга. (Н.Ю.Галинская, 1974; В.М.Боголюбов с соавт., 1985; Н.И.Стрелкова, 1985)).

Магнитотерапия больных после инсульта по тромбо-ишемическому типу, возникшего вследствие гипертонической болезни, способствовала снижению систолического и диастолического артериальных давлений, уменьшению или исчезновению головных болей, снижению мышечного тонуса в паретичных конечностях и увеличению в них силы. При этом наступало улучшение кровенаполнения на стороне инсульта, повышение амплитуды колебаний двигательных потенциалов паретичных мышц с одновременным произвольным сокращением и уменьшением амплитуды колебаний потенциалов в мышцах-антагонистах.

По-видимому, у больных с цереброваскулярной

патологией МП помогают снять спазм в оболочечных кровеносных сосудах и снизить артериальное давление посредством влияния на паравerteбральные узлы симпатического ствола, анатомически связанного с сино-каротидной зоной. Не исключено, что близость стволовых структур к области воздействия МП оказывает и тормозящее действие на сосудистые центры.

Обоснованием к применению МП при лечении заболеваний периферической нервной системы, по мнению указанных выше авторов, являются такие особенности механизмов его лечебного действия, как улучшение микроциркуляции и состояния моторного волокна, усиление тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

Результатом лечения синдромов магнитным полем позволили обнаружить развитие механизмов усиления процесса реиннервации, вегетативно-трофической и двигательной функций (Н.Ю. Гиланская).

На сенсорном уровне ответ на действие МП осуществляется быстрой (магниторефлекс) и медленной (магнитокасание) системы начального реагирования.

Периферические нервные образования реагируют на действие МП в тесной взаимосвязи с параметрами поля как своих структур, так и с функционально-морфологическими особенностями места воздействия, где располагаются тканевые элементы, продуцирующие биологически активные вещества. Поэтому характер возникающих реакций может быть обусловлен повышением уровня эндогенных биаминов, что проявляется раньше, чем возникают какие-либо изменения в структуре нервных волокон (А.М. Меркулова).

Увеличение индукции и экспозиции МП повышает степень выраженности функционально-морфологических изменений клеточных элементов и нервных образований. Опосредованное влияние эндогенных биаминов усиливает развитие процессов деформации периферических нервных структур и необратимых реакций.

Биотропные целебные свойства МП нашли широкое применение в неврологии для лечения цереброваскулярных патологий и травматических повреждений путем стимуляции деятельности мозга и нервов, снижения сосудистого тонуса, увеличения кровенаполнения области патологии.

Однако, к настоящему времени еще недостаточно раскрыты механизмы лечебного действия МП при поражениях головного мозга и периферических отделов нервной системы. В этом разделе медицинской магнитологии практика значительно опережает теорию. Несмотря на успех магнитолечения заболеваний и повреждений нервных образований, научное обоснование применяемых методов крайне недостаточное. В основ-

ном эффект воздействия обеспечивается удачным эмпирическим подбором источника МП и его параметров. Об оптимальных методах лечения поражений нервной системы магнитным полем можно будет говорить лишь тогда, когда будут раскрыты основополагающие механизмы его лечебного действия, определены адекватные параметры МП с учетом индивидуальной чувствительности к нему, формы и стадии патологии.

РЕАКЦИЯ ЭНДОКРИННОЙ СИСТЕМЫ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МП

В формировании ответных реакций организма на воздействие различных магнитных полей многие исследователи придают значение активации органов эндокринной системы (надпочечники, щитовидная и половые железы) под влиянием первоначальных возбуждений гипоталамических центров (М.А. Уколова с соавт., 1971; В.В. Мороз, 1975 и др.).

Сразу после воздействия ИМП индукцией 20 мТл в течение 15-20 минут во всех трех зонах коры надпочечников возникает снижение количества ядер и заметное изменение ширины зон коры надпочечников. Авторами показано, что МП даже незначительных индукций молифицируют миграцию рецепторов в клеточной мембране, снижают время пребывания гормона на поверхности мембран, вызывают временную инактивацию аденилат-циклазного комплекса и падение уровня цАМФ. В результате этого клетка теряет чувствительность к последующему влиянию гормона, действующего через мембранный цАМФ.

Установлено также, что воздействие ИМП, ИМП или ИМП индукцией 20-30 мТл в течение 8-15 минут активизирует все звенья симпатико-адреналовой и гипофизарно-надпочечниковой систем. Изменяется функциональное состояние гонадо-, тиро- и адренокортикотропных клеток.

Изучение влияния МП на симпатико-адреналовую систему (А.А. Климовская с соавт., 1982) показало, что длительное и сильное (индукция 1,6 Тл, экспозиция 30 суток) воздействие ИМП вызывает значительное превышение в крови опытных животных адреналина и норадреналина. Это свидетельствует о повышении активности гормонального и медиаторного звеньев симпатико-адреналовой систем.

А.В. Цецохо (1985) отмечает, что у больных с термическими ожогами при их лечении ИМП индукцией 30-35 мТл ежедневно по 30 минут в течение 10-20 дней происходит уменьшение экскреции адреналина и норадреналина, нормализация соотношения свободных (биологически активных) и общих П-ОКС. У таких больных обнаружено более выраженное снижение норадреналина, чем адреналина, видимо, связанное с угнетением ИМП синтеза норадреналина.

На влияние гипоталамических центров на формирование ответных реакций эндокринной системы при воздействии МП указывают работы Н.А.Удинцева (1979), который изучал их в опытах на животных с применением ПМП индукцией 20 мТл в течение 15 минут.

Компенсаторная реакция симпатико-адреналовой системы на воздействие МП обнаружена при лечении больных, подвергавшихся пластическим операциям на лице и шее (А.Ф.Конькова с соавт., 1981).

Ряд авторов отмечает, что с увеличением индукции, частоты и времени воздействия МП происходит угнетение функции яичников и семенников, но яичники менее чувствительны к действию МП, чем семенники, вследствие особенностей строения и функции этих органов (И.В.Торопцев, 1968). Повторные и длительные воздействия МП вызывают развитие отчетливых признаков угнетения сперматогенеза (Е.А.Савицкая с соавт., 1972).

При воздействии МП на область щитовидной железы установлены стимуляция восстановительных процессов в различных органах и тканях (В.М.Боголюбов, И.А.Френкель, 1983), предупреждение стрессорного снижения высоты тиреоцитов, концентрации тиреоидных гормонов в сыворотке крови и уменьшение изменений типичных свойств фолликулярного коллоида (Т.А.Сухорукова, А.П.Божко, 1991). Продемонстрирована также возможность коррекции стрессорных изменений сократительной функции сердца при таком комбинированном поражении, как иммобилизация на фоне облучения (Т.А.Сухорукова, А.М. Демецкий, 1993).

Приведенные данные указывают на то, что вскоре после воздействия МП начинают формироваться механизмы системной реакции желез внутренней секреции, направленной на повышение резистентности организма. С точки зрения современных представлений о резистентности организма как функции характера адаптационной реакции (А.Х.Гаркави, 1979) в эндокринной системе при воздействии МП развивается реакция тренировки, спокойной и повышенной активности, стресс. ПМП, ПеМП и ИМП вызывают близкие по характеру, но различные по степени выраженности изменения. МП индукцией до 30 мТл при небольшой экспозиции способствуют развитию реакций тренировки и повышенной активации всех органов эндокринной системы. Увеличение индукции, частоты МП и времени его действия сопровождается появлением гемодинамических расстройств и дистрофических изменений клеток в гипофизе, надпочечниках и других органах, что свидетельствует о развитии таких стрессовых реакций, которые влекут за собой сдвиги в обмене веществ, снижение интенсивности энергетических процессов, гликолиз,

гипоксию и т.д. (Ю.М.Райгородский с соавт., 1987).

По мнению исследователей, изучавших реакцию эндокринной системы на воздействие МП, возбуждение гипоталамических центров усиливает выработку гормонов, стимулирующих функцию надпочечников, щитовидной и половых желез. Исходя из этого можно предположить, что появление изменений в гипоталамической области вызывает ответную реакцию со стороны этих отделов эндокринной системы, которые в иерархической лестнице функций организма занимают нижележащую ступеньку.

РЕАКЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМ НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МП

Впервые высокая чувствительность сердца к МП была обнаружена на изолированном сердце лягушки (В.И.Ганьков, 1975). Оказалось, что ПМП индукцией 200-300 мТл вызывает учащенное, а 600-700 мТл — урежение сокращений сердца вплоть до полной его остановки (Ф.А.Мещеряков с соавт., 1975).

Углубленное исследование состояния сердечно-сосудистой системы при общем и местном воздействии МП различных видов и параметров выявило ряд изменений, которые развивались параллельно с нарушением функции вегетативной нервной системы сердца (В.В.Палакко с соавт., 1975), крови (А.М.Инагамов с соавт., 1972; А.Г.Капачинская с соавт., 1974), сосудистой и лимфатической систем (А.М.Демецкий с соавт., 1991).

По данным ряда исследователей наиболее заметные изменения наблюдались при тотальном воздействии на животных (мыши, кролики, собаки) МП индукцией от 60 до 100 мТл с экспозицией 30-60 минут. При этом появлялись гипотензивные реакции разной степени выраженности, на ЭКГ снижался вольтаж комплекса "QRS", удлинялась внутрижелудочковая проводимость, повышался зубец "Т". У собак при общем воздействии ПеМП индукцией 100 мТл в течение 60 минут возникала даже правожелудочковая экстрасистолия, которая исчезала лишь на второй день после прекращения действия МП. Это сопровождалось выраженным гиперкоагуляционным эффектом (И.М.Инагамов, А.Г.Капачинская, М.Ф.Муравьев, А.В.Кисельков, 1974).

При лечении больных ишемической болезнью сердца и гипертонической болезнью индукцией Мп от 15 до 30 мТл отмечалось клиническое улучшение, характеризующееся снижением периферического сопротивления и артериального давления, улучшением состояния миокарда и показателей реологических свойств периферической крови (А.А.Орлов с соавт., 1985; П.П.Алексеева, 1988; Н.А.Кириченко, 1989; А.С.Мальцева с со-

авт., 1989; Е.В.Рыболовлев с соавт., 1989, Н.М.Федоренко с соавт., 1989 и др.).

Следовательно, реакция сердечно-сосудистой системы на МП является весьма сложной. Она представляет собой интегральный ответ как на прямое действие магнитного поля, так и на рефлекторное, обусловленное чувствительностью к МП других систем организма.

Сведения о влиянии МП на физические свойства крови указывают на то, что под действием этого физического фактора замедляется СОЭ (З.М.Абдулина с соавт., 1974), понижается вязкость крови (А.И.Дернов с соавт., 1968), изменяется ее удельная электропроводность (Т.П.Никулин с соавт., 1978), электрофоретическая подвижность белков сыворотки, транспорт ионов в мембране эритроцитов и электрическая поляризация крови (В.И.Сибилевский с соавт., 1989).

Отмечается высокая чувствительность к МП и лимфатической системы при развитии процессов инфекции и иммунитета (Н.В.Васильев с соавт., 1973), стимуляции антителогенеза (Ю.Ф.Мельников с соавт., 1982). В.П.Чернов с соавт., 1989 обнаружили при воздействии на организм МП слабой интенсивности активацию лимфоцитов ткани и усиление антителообразования посредством продукции мононуклеарами селезенки эндогенных стимуляторов иммунитета.

Проведенные нами экспериментальные исследования на собаках, крысах и мышах при воздействии ИМП, ПемП и ПМП частотой 50 Гц разной индукции (5-100 мТл) и экспозиции (10-240 минут) в норме и при некоторых патологических состояниях показали, что общее или местное воздействие ИМП, ПемП и ПМП индукцией от 30 до 50 мТл (ежедневно по 20 минут в течение 7 дней) вызывает развитие функционально-морфологических изменений, степень выраженности которых можно условно разделить на три периода: первичные реакции, их стабилизация и разрешение.

В первом периоде сразу после прекращения действия МП происходило увеличение показателей СОЭ и количества лейкоцитов, повышение индекса агрегивности тромбоцитов, коагулирующих свойств крови и ее вязкости, усиление тонуса кровеносных сосудов и их биоэлектрического сопротивления. В течение первых 5 минут наблюдалось замедление капиллярного кровотока и образование в этих сосудах агрегатов форменных элементов крови. Затем постепенно явления агрегации сменялись дисагрегацией. Увеличивались скорость кровотока и кровенаполнение сосудов, снижались их тонус и биоэлектрическое сопротивление тканей, вязкость крови и показатели ее коагуляции. К концу первых суток иногда появлялись даже признаки гипокоагуляции.

Скорость капиллярного кровотока возрастала более чем в три раза по сравнению с исходными данными, о чем свидетельствовало время рассасывания радионуклеида из асеп. кожи. Одновременно с этим ускорялось распространение пульсовой волны, увеличивалось кровенаполнение сосудов одновременно с дисагрегацией и разжижением крови.

Количество α и γ — глобулинов в крови достоверно возрастало в течение часа после воздействия МП и продолжало оставаться высоким на протяжении 6 часов.

По данным обзорной светоптической микроскопии на этом этапе появлялись реактивные изменения в мелких артериях и венах. Расширялись их просветы, они были переполнены форменными элементами крови с признаками краевого скопления эритроцитов. Клетки эндотелия изменяли свою конфигурацию, полярность и ориентацию. Повышалась проницаемость сосудистой стенки, в межсосудистых щелях накапливалась отечная жидкость. Степень выраженности в развитии отмеченных реакций была большей при воздействии ИМП, чем ПемП и ПМП.

Ультроструктурные изменения в сосудистой образований не явились от вида МП. На электрограммах видно было, что базальной слой стенки сосуда состоял из участков расслабления и утолщения его структуры. Повышалась электрическая плотность клеточных компонентов. В просвете капилляров выявлялись цитоплазматические выросты и отростки, увеличивающие обменную площадь эндотелиальных клеток. Эндотелиоциты имели набухший вид, их цитоплазма содержала большое количество пиноцитозных везикул и вакуолей. Ядра эндотелиоцитов приобретали удлиненную форму, а нуклеома — волнистые очертания. Эндотелий кровеносных капилляров и саркоlemma мышечных волокон сближались, контакт между ними увеличивался. В местах с расширенными прекапиллярными пространствами накапливалась отечная жидкость и незначительное количество утолщенных фибрилл. Это указывало на возможность нарушения сосудисто-тканевого обмена и усиление внеклеточной циркуляции вещества.

Повышалась электрическая емкость мышечных волокон стенки сосудов. При этом происходили незначительные изменения в их структуре, наряду с обычными участками встречались очаги с явлениями подсаркомального и межфибрилярного отека. Набухшие и вакуолизированные цистерны саркоплазматического ретикулула придавали ему пестрый вид. Данные изменения происходили на уровне j-линий и x-дисков. В то же время Т — системы сохранялись неизменными. По-видимому, саркоплазматический ретикулум более чувствителен к МП, чем Т-система.

Развивались динамические реакции и в интере-

мическом аппарате. Ядра миоцитов приобретали эллипсоидно удлинённую форму с волокнистым очертанием кариолеммы. В некоторых митохондриях нарушалась структура в виде очагового лизиса митохондриальных мембран с разрушением крист, исчезновением перегородок и образованием пустот. Вокруг кровеносных и лимфатических сосудов располагалось большое количество тучных клеток (лаброцитов), находящихся в состоянии повышенной функциональной активности, что сопровождалось выходом гистамина, гепарина и серотонина. Их количество превышало контрольные цифры при воздействии ИМП в 6,2; ПемП — в 5,8; ПМП — в 5,1 раза.

После воздействия ИМП, ПемП и ПМП индукцией до 10 мТл указанные сдвиги отличались меньшей выраженностью. МП в пределах 5 мТл вызвали незначительное увеличение кровенаполнения сосудов, снижение их тонуса, уменьшение вязкости и свертывающей функции крови.

Второй период (2-6 дней) характеризовался устойчивостью уже развившихся реакций. При местном воздействии МП давление крови в системе глубоких и подкожных вен тазовой конечности собак снижалось соответственно на 11 и 17%, а в артериях — на 6% по отношению к исходному уровню. Количество α и γ -эндорфинов в крови крыс, как и в первом периоде, возрастало после каждого воздействия МП и достигало максимальных величин через 6 часов.

Наблюдавшиеся в первом периоде изменения в виде напряжения ультраструктур и активизации лаброцитов были выражены в меньшей степени, что способствовало относительной стабилизации в развитии компенсаторно-приспособительных реакций.

В период разрешения (с начала второй недели после окончания курсового воздействия МП) выраженность отмеченных реакций резко уменьшалась. У части животных они исчезали к концу второй недели, а у некоторых особей еще регистрировались 25 — 30 дней, затем наступало полное восстановление функционально-морфологических нарушений.

При увеличении магнитной индукции поля до 100 мТл и экспозиции до 240 минут у 1/3 наблюдаемых животных возникла стойкая артериальная и венозная гипотензия, на ЭКГ фиксировались небольшое снижение вольтажа комплекса QRS, удлинение внутрижелудочковой проводимости и повышение зубца Т. В периферической крови преобладали явления гиперкоагуляции, уменьшалось количество β -липопротеидов на 30%, общего холестерина — на 20%, связанного — на 38%, свободного — на 45%.

В просветах расширенных подкожных вен отчетливо определялись не только признаки агрегации, но и адгезивности эритроцитов и тромбоцитов, которые образовывали интрасосудистые

конгломераты, спаянные с эндотелиальной выстилкой сосуда.

В стенках магистральных артерий видна была обширная сеть переполненных кровью капилляров, набухание и утолщение волокнистых структур. По ходу эластических волокон встречались участки варикозных расширений и разрывов. Нервные волокна в адвентиции артерий имели узурпированные очертания, аксоны — веретенообразные утолщения, а концы нервных волокон — наплывы нейроплазмы.

Спустя месяц после 7-дневного применения указанных параметров МП в свертывающей функции крови преобладали гиперкоагуляционные эффекты. В стенках крупных артерий и вен конечности, которую подвергали облучению, обнаруживалось плазматическое пропитывание их оболочек, а в просветах сосудов — агрегация эритроцитов. Возможно, что плазматическое пропитывание сосудистых стенок связано с одной стороны — с расширением и переполнением кровью их капилляров, с другой — с изменением полярности эндотелиальных клеток. Последние приобретали вместо овальной формы, ориентированной большим размером вдоль оси сосуда, частотное расположение с нарушенной ориентацией, конфигурацией и увеличением расстояния между соседними клетками. По-видимому, в результате такой реакции эндотелия на воздействие МП нарушается проницаемость сосудистой стенки и плазма крови легко диффундирует в ткани.

Описанные изменения ярче проявлялись, если к коже конечности подводили только южный полюс магнитного излучения. Этот эффект магнитопротизма эндотелиальных клеток Р.П.Кукун использовал для образования агглютинатов и микротромбов при лечении аневризм мозга магнитным полем.

На данном этапе наблюдений в оболочках магистральных кровеносных сосудов «омагниченной» конечности нарушалось распределение кислых гликозаминогликанов (ГАГ): увеличивалось количество хондроитин-сульфатов В и С на фоне уменьшения содержания гиалуроновой кислоты.

Через два месяца в стенках артерий и вен более четко определялись деформация эластического каркаса и образование грубых коллагеновых компонентов на фоне возрастания величин изменений отношения гиалуровой кислоты и хондроитин-сульфатов в сторону еще большего накопления последних. Такая направленность процесса указывала на развитие склероза сосудов.

К концу года после воздействия МП в стенках кровеносных сосудов уже преобладала атрофия гладкомышечных клеток, происходило частичное разрушение эластического каркаса и образование большого количества грубых коллагеновых воло-

кон, сегментарно выпячивающих стенку сосудов в его просвет, что уменьшало проточное отверстие артерий и вен.

По данным ангиографии, эти сосуды утрачивали присущую им четкость контура, просветы артерий были сужены, а вены состояли из чередующихся участков расширения и сужения. Подкожные вены подвергались большему изменению, чем подколенная и бедренная, которые находились дальше от источника МП. Возникали и симптомы венозного рефлюкса — забрасывания контрастного раствора в нижние отделы венозного русла в результате деформации клапанного аппарата вен, что не обнаруживалось при впаде МП индукцией до 50 мТл и экспозицией до 30 минут.

В лимфатической системе, как и в кровеносной, более выраженные изменения возникали при воздействии на конечность ИМП и ПеМП индукцией 100 мТл, частотой 50 Гц и экспозицией 240 минут.

В этих случаях на протяжении 3-4 дней наблюдались увеличение регионарных лимфатических узлов в объеме, расширение и извитость лимфатических сосудов, уменьшение количества лимфоидных клеток в фолликулах и синусах, преимущественно мозгового слоя. В это время происходило значительное расширение синусов и сосудов микроциркуляторного русла, в результате чего возникали периваскулярные и интрасинусные гемогерины. На 5-15 день отличались дальнейшие изменения в перестройке ретикулярной ткани — нарастала зернистая и вакуолярная дистрофия. Ретикулярные элементы превращались в крупные, опрощатые образования синцитиального типа, продуцирующие ретикулярные волокна. На месте разрушенных жмков появлялись лимфоидные клетки.

В последующие дни структура лимфоидной ткани частично восстанавливалась и начинала формироваться слабо выраженный фиброз лимфатических узлов. Через 15 дней расширенные синусы превращались в суженные щели, исчезал периваскулярный отек, лимфоузлы уменьшались в размерах. К 30-м суткам в корковом слое узлов появлялись лимфатические фолликулы, а в мозговом — мякотные шнуры. Спустя 2 месяца в суженных синусах определялись рыхлые ретикулярные волокна, в стенках их кровеносных сосудов — разрастающиеся коллагеновые волокна. В результате лимфатические узлы в этот период представляли собой орган с отчетливо выраженным фиброзом. По истечении года после действия ИМП и ПеМП в лимфоузлах еще обнаруживались признаки остаточного фиброза.

В лимфатических узлах конечности, противоположной местному воздействию указанных МП, а также таза, брюшной полости и шеи

имели место слабо выраженные изменения. Уменьшались они по убывающей степени от места приложения МП.

На этапе опустошения лимфоидной и гипоплазии ретикулярной ткани лимфоузлов в периферической крови уменьшалось количество эритроцитов с одновременным нейтрофильным лейкоцитозом при снижении числа резистентности (отношение количества лимфоцитов к нейтральным лейкоцитам) с 0,6 (исходного) до 0,31. Такая направленность изменений лимфоидной ткани и, соответственно, периферической крови является косвенным свидетельством угнетения гуморального и клеточного иммунитета при местном воздействии ИМП и ПеМП индукцией в пределах 100 мТл; частоте 50 Гц при ежедневной экспозиции 240 минут на протяжении 7 дней.

При воздействии ИМП и ПеМП индукцией до 50 мТл, с ежедневной экспозицией 10-30 минут повышенная деятельность лимфоидной ткани обнаруживалась как в течение времени воздействия МП, так и спустя две недели. В это время вокруг лимфатических образований, а также находящихся к ним сосудов и нервов располагалось большое количество тучных клеток в состоянии повышенной физиологической активности с выхождением их гранул в клетчатку. При этом просвет сосудов был расширен, улучшалась кровоснабжение лимфоузлов, отсутствовали признаки их структурной перестройки. В периферической крови возрастало число лимфоидных клеток. Повышался коэффициент резистентности.

Воздействие МП индукцией 20 мТл с экспозицией 20 минут имело в первом периоде увеличение кровенаполнения сосудов в зоне расположения лимфоузлов, снижение их тонуса и функционального сопротивления, уменьшение вязкости и коагуляции крови, появление в ней γ -ангиофилов.

Характерной особенностью этого периода являлась активизация функций клеточного состава тканей в зоне расположения кровеносных сосудов и лимфатических образований, к которым примыкали нервные волокна. Раньше всего изменения начинали в тучных клетках. Уже после первого воздействия ИМП, ПеМП или ПМП вокруг указанных образований они выявлялись группами колоний или в виде цепочки вдоль сосудов и нервов. Среди них были крупные, средние и мелкие. В последующие дни после каждого очередного воздействия МП, увеличивалось число крупных клеток с размытыми оболочками и выходящим гранула за их пределы, а также совершенно пустых мастоцитов. Наибольшего развития этот процесс достигал к концу первого периода, когда обнаруживалось максимальное число различных по форме и зрелости мастоцитов, большинство которых были опустошенными с разрушенной оболочкой в виде светлых пятен. Вокруг них

располагалось их содержимое — гранулы биологически активных веществ. Создавалось впечатление, что в этот период происходил наиболее энергичный выброс в паравазальную и периваскулярную клетчатку продукции этих клеток. Учитывая наличие в мастоцитах серотонина, гистамина, гистамины и других биогенных аминов, можно думать, что повышение физиологической активности мастоцитов способствует расширению кровеносных сосудов и оказывает влияние на формирование ответных реакций организма. Не исключено также, что снижение коагулирующих свойств крови на данном этапе происходит в результате диффузии гепарина в кровеносное русло из окружающей среды, где он появляется при возрастании функции тучных клеток под действием МП.

Паряду с повышением физиологической активности тучных клеток наблюдалось изменение формы и увеличение количества макрофагов, фиброцитов, клеток Лангерганса и Меркеля в зоне сосудисто-нервных сплетений. Особенно заметным было изменение состояния клеток Меркеля. Они посредством множества тонких аргентофильных ворсинок и отростков вступали в контакт как с нервными окончаниями в коже, так и с нервными структурами, располагающимися в ее паравазальной клетчатке. Видимо, такая связь клеток Меркеля также обеспечивает влияние на развитие реакций, возникающих в организме при локальном воздействии МП на периферию.

Второй и третий периоды развития ответных реакций у животных этой группы наблюдались были кратковременными. К концу недели после курсового воздействия МП наступало снижение уровня изменений изучаемых показателей. Через три недели они возвращались к исходному состоянию.

Действие ПМП, индуцируемых электромагнитными аппаратами и эластичными магнитами, оказывало идентичное влияние. ПМП и особенно ИМП способствовали появлению более выраженных магнитофизиологических эффектов, чем ПМП.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований указывают на то, что общее и местное воздействие на организм искусственных магнитных полей оказывает активное влияние на функцию сердечно-сосудистой и лимфатической систем, крови, регионарной гемодинамики и микроциркуляции. Степень выраженности ответных реакций находится в прямой зависимости от вида МП, его параметров, экспозиции и локализации воздействия.

ВЛИЯНИЕ МП НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ В ОРГАНИЗМЕ

В отношении степени влияния МП на обмен веществ в организме существуют различные мнения.

Белковый обмен

Данные о характере белкового обмена противоречивы. А.М.Вялов указывает на повышение, а V.Dinculescu — на понижение количества общего белка в сыворотке крови при воздействии на организм МП различных параметров. П.О.Рупатти, З.А.Песфедова таких изменений не наблюдали. Исследованиями П.И.Музалевской и др. установлено, что при действии МП на отдельные системы организма в сыворотке крови увеличивается количество общего белка, глобулинов и повышается их концентрация в тканях за счет α и γ -глобулиновых фракций. При этом происходит нарушение структуры белков. В работе В.Г.Лазаревича сообщается о повышении содержания гистамина в крови в первые три дня после воздействия ИМП. При общем воздействии сильных МП на организм Н.А.Удинцев и Н.В.Канская наблюдали увеличение аммиака, глютаминового, γ -аминомасляной и аспарагиновой кислот с одновременным уменьшением глютамина.

Углеводный обмен

Общее воздействие МП 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, изменение преформированного аммиака, нарушение биохимического спектра крови, интенсификацию гликолитических реакций и фазовые изменения активности ферментов углеводного обмена, в частности, гексокиназы, играющей основную роль в утилизации глюкозы в организме.

М.А.Шишло (1971), Ф.А.Колодуб (1973) и др., изучая активность этого фермента в цитоплазме и митохондриях скелетной и сердечной мышц, установили, что действие МП нарушает распределение гексокиназы между цитоструктурами клетки. Приводятся данные о том, что действие на организм ПМП индукцией 20 мТл в течение суток снижает уровень гликогена, активность гексокиназы и декарбоксила пентозного цикла, повышает концентрацию лактата, активизирует фосфорилазы и лактатдегидрогеназу, смещая ее изоферменты в сторону М-типа.

Эти сведения позволяют сделать вывод о том, что под влиянием МП происходит стимуляция процессов гликолиза и повышение функционального уровня гипоталамико-надпочечниковой системы (Н.А.Колодуб, 1975).

Более продолжительные воздействия МП на организм нарушают углеводно-фосфорный обмен, снижая концентрацию гликогена с образованием в тканях молочной кислоты и уменьшая количество АТФ.

В.Б.Карамышев в эксперименте на животных обнаружил влияние вида МП, его экспозиции и места воздействия на уровень сахара в крови.

При кратковременном воздействии уровень сахара нарастал, а при длительном — несколько снижался. Воздействие МП на область головы вызвало более выраженные и менее продолжительные изменения концентрации сахара в крови, чем такие же воздействия на область печени или конечностей. Применение ПМП увеличивало содержание сахара в крови, но понижало в ней концентрацию пировиноградной и молочной кислот. ПемП эти эффекты усиливал.

Установлено также, что при кратковременных ежедневных общих воздействиях на организм МП снижалось содержание пировиноградной и молочной кислот не только в крови, но также в печени и мышцах при увеличении гликогена в печени (Ю.А.Думанский с соавт., 1975; М.А.Шушлов, 1975).

Жировой обмен

В литературе этот раздел магнитобиологии представлен отдельными работами. Они указывают на то, что данный вид обменов также регулируется воздействием МП. Р.Н.Павлова обнаружила нарушение транспорта липидов и биологически активных соединений липидфильной природы (порции малочечников) под влиянием слабых ПемП. Длительное действие этих полей повышало содержание холестерина, β -липопротеинов, общих липидов, снижало уровень факсифипидов и коэффициент факсифипиды/холестерин.

В своих исследованиях мы обнаружили чувствительность к МП липидных фракций крови в течение всего года.

Солевой обмен

Под влиянием слабых магнитных полей в организме происходило изменение уровня K , Ca , Na , Mg в крови, который при непрерывном режиме воздействия снижался, а при прерывистом — повышался (В.А.Сычова, V.Dinculescu). П.Р.Чепикова, действуя на область сердца ПМП, обнаружила изменения K и Na в ферментных компонентах крови и плазме. При этом возникали фазные нарушения электрических потенциалов сердца. В.М.Аристархов с соавт. (1976) указывают, что такие поля снижают в ткани головного мозга содержание K и понижают концентрацию Ca , а в печени и плазме крови понижают содержание белка и ионов Na , но повышают концентрацию ионов K . По мнению автора это свидетельствует о том, что ПМП влияют на процессы регулирования водно-солевого обмена в организме.

Ряд исследователей считает, что нарушение концентрации ионов K и Na в крови и тканях происходит в результате изменений проницаемости клеточных мембран, наступающих при действии МП на организм (П.Г.Богач с соавт., 1974, 1977). О прямом влиянии ПемП на состояние Na -каналов клеточных мембран сообщают С.Ю.Терешин с соавт. (1989, 1990). Отмечается также непосредственное действие

ПемП на электрическую активность ионов Na^+ , K^+ и Cl^- в жидких средах организма человека и животных. (С.Ю.Терешин, 1990).

Обмен микроэлементами

Под влиянием ПМП и ИМП изменяется концентрация в тканях организма железа, меди, цинка, кобальта и магния (Т.А.Бородайкевич, В.Г.Лазаревич). Эти поля снижали содержание железа в мозге, сердце, крови, печени, мышцах, селезенке и повышали его в костях. При этом возрастало содержание меди в сердце, семенниках и селезенке. Увеличивалась также активность церулоплазмينا сыворотки крови — медьсодержащего фермента. Поскольку медь играет важную роль в кроветворении и окислительно-восстановительных процессах, можно предположить, что повышение ее концентрации в тканях улучшает адаптационно-компенсаторные реакции организма при воздействии МП. Содержание кобальта понижалось во всех органах и происходило его перераспределение между кровью, отдельными органами и тканями. МП повышало биологическую активность и магния, что тормозило развитие патологических процессов в печени, сердце и мышцах.

Окислительно-восстановительные процессы

ПМП индукцией 30 мТл и экспозицией 10 минут тормозило дыхание, а действие этого же поля индукцией 450 мТл на изолированные митохондрии увеличивало сопряжение окисления с фосфорилированием и коэффициент фосфорилирования. При увеличении времени действия МП с такой же индукцией до 30 минут в организме уменьшалось потребление кислорода и повышалось выделение углекислого газа. Поле индукцией 500 мТл снижало уровень всех окислительных процессов. Нарушение окислительных процессов может быть связано с изменением активности окислительно-восстановительных ферментов — угнетением активности аладолазы, щелочной фосфатазы и холинэстеразы (В.М.Дубова).

Действие МП на организм сопровождается изменением не только во время экспозиции, но и некоторое время после нее. В.А.Карлашев наблюдал, что угнетение окислительных процессов после воздействия МП стимулировало процесс тканевого дыхания в сером веществе головного мозга и корковом слое почек. Исследователь обнаружил также, что активность окислительно-восстановительных ферментов в большей мере зависела от воздействия ПМП, чем ПемП и ИМП. Поля меньшей индукции стимулировали, а большей угнетали тканевое дыхание. В.И.Казанин (1977) выявил большую чувствительность к МП дыхательного ряда.

Анализ приведенных данных позволяет сделать вывод, что направленность изменения обменных процессов в организме находится в прямой зависимости от особенностей каждого вида обмена веществ и параметров МП.

Следовательно, к общему и локальному воздействию МП высокую чувствительность, кроме нервной, эндокринной, сердечно-сосудистой и лимфатической системы, проявляют кровь, микроциркуляция, обмен веществ, клеточные и волокнистые структуры кожи, где возникают изменения, обусловленные их специфической функцией, видом МП, его физической характеристикой и режимом воздействия.

Основной особенностью такого влияния является переход адаптационных реакций в патологические при увеличении интенсивности МП и экспозиции.

Существенные преобразования в структуре и функции указанных систем организма вызывает непрерывное, продолжительное воздействие МП индукцией свыше 50 мТл, частотой 50 Гц.

Локальное воздействие МП индукцией до 50 мТл, частотой 50 Гц с ежедневной непродолжительной экспозицией способствует развитию индивидуальных, благоприятных и обратимых изменений.

РЕАКЦИЯ ОРГАНИЗМА НА ВОЗДЕЙСТВИЕ МП ПРИ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ

Изучение ответных реакций организма на воздействие МП при патологических состояниях мы проводили с учетом имеющихся сведений о развитии механизмов биологического действия МП при нормальном состоянии органов и систем объекта исследования. Поэтому были использованы только ПсМП и ПММП величиной индукции 10-30 мТл, частотой 50 Гц, а также ПММП электромагнитного аппарата и эластичных магнитов с такой же величиной индукции. Воздействие МП начиналось после создания модели патологии и осуществлялось в течение 7 дней по 10-30 минут в одну и то же время суток. Моделью патологических состояний являлись гнойные раны (I группа), ожоги (II группа), операции на сонной (III группа) или бедренной артериях (круговой шов, замещение дефекта артерии венозным или синтетическим протезом), аутотрансплантация костной ткани (IV группа), переломы длинных трубчатых костей (V группа), рассечение икроножных мышц (VI группа), реплантация конечности (VII группа).

В первой группе опытов МП применялось сразу после образования гнойного воспаления раны кожи с величиной индукции 20 и 30 мТл и экспозиции 10 и 30 минут. Лучшие результаты давало применение ПсМП с величиной индукции 30 мТл и экспозицией 30 минут. У этих животных происходило более выраженное увеличение кровотока в области грануляционной ткани, снижение патогенных свойств микроорганизмов, повышение функциональной активности нейтрофилов, снижение показателей СОЭ и свертывания

крови с одновременным повышением в ней содержания опиоидных пептидов — эндорфинов. В коже вокруг раны накапливалось большее количество тучных клеток с повышенной активностью, чем это наблюдалось у контрольной группы животных. Наряду с повышением количества тучных клеток, наблюдалось и увеличение числа активных макрофагов, клеток Лангерганса и Меркеля. Последние посредством тонких ворсинок вступали в контакт с окончаниями кожных нервных веточек, концы которых веретенообразно утолщались наплывом нейтрофилов. В процессе образования рубцовой ткани замедлялось развитие коллагеновых волокон на фоне снижения количества и функции фибробластов. При этом увеличивалось число тонких эластических и ретикулярных волокон. Время образования рубцовой ткани сокращалось на 5-7 дней по сравнению с контролем. Она представляла собой мягкое, эластичное подвижное образование.

Во второй группе опытов при лечении экспериментальных ожогов была выявлена подобная предыдущему описанию картина. Кроме этого, исследования отдельных звеньев неспецифической защитно-адаптационной реакции показали, что они стабилизировались раньше в группе животных под воздействием магнитных полей. Однако, отмечалось, что в периоды ожогового шока и острой ожоговой токсемии результаты были лучше при применении ПММП, а в более поздние сроки — при применении ПсМП.

У животных контрольной группы, которым после операции на сонной или бедренной артерии (круговой шов, замещение дефекта артерии венозным аутотрансплантатом или синтетическим протезом) не назначалась магнитотерапия, в 32% случаев происходило нагноение ран кожи и в 40% случаев образование тромба в области аномального артерии. Кроме того, в послеоперационном периоде у этих животных возрастала свертывающая активность крови одновременно с усилением адгезивности и агрегации тромбоцитов. Применение ПММП и ПсМП индукцией 30 мТл и экспозицией 30 минут сразу после операции (III группа) снижало число послеоперационных тромбов соответственно на 11 и 23%, а в тех случаях, где воздействие МП производилось через 2 суток — на 4 и 9%. Как в первом, так и во втором случае наблюдений, воздействие МП способствовало снижению реакции гиперкоагуляции, а к концу курса магнитотерапии — развитию гипокоагуляции с постепенным снижением адгезивности тромбоцитов, укорочением максимальных величин амплитуды и эластичности сгустка крови, понижением ее вязкости и гематокритного числа.

При аутотрансплантации костной ткани (IV группа) воздействие оказывало применение ПММП и ПсМП индукцией 30 мТл по 30 минут

ежедневно на протяжении 7 дней. У этих животных в области оперативного вмешательства значительно раньше, по сравнению с животными, где магнитотерапию начинали проводить через 2 суток после операции, спадал отек тканей, увеличивалось кровенаполнение сосудов, повышалась скорость микроциркуляции и улучшались процессы репаративной регенерации травмированных тканей. Все это способствовало тому, что костные аутотрансплантаты у этих животных приживались на 1,5-2 недели раньше, чем у животных контрольных наблюдений, где не проводилась магнитотерапия.

В пятой группе экспериментов производили лечение открытых переломов плечевой кости кроликов. Концы отломков фиксировали интрамедуллярно металлическим стержнем. Затем накладывали швы на кожу. Месту оперативного вмешательства подвергали воздействию ИМП и ПеМП индукцией 30 мТл сразу после операции, а затем в течение 10 дней ежедневно по 20 минут. У контрольных животных в первую послеоперационную неделю развивался отек тканей в зоне повреждения, и появлялись признаки нагноения раны. На 30 сутки костная мозоль в области перелома была едва заметной. После удаления металлического стержня концы перелома были подвижны, они фиксировались только рубцовой тканью. У животных опытной группы на всех этапах послеоперационного наблюдения осложнений не возникало. К 30 суткам костная мозоль уже четко фиксировалась рентгенограммами. Это подтверждалось и макропрепаратами при определении прочности консолидации места перелома. При удалении металлического стержня костная мозоль прочно удерживала отломки кости.

В VI группе в опытах на крысах производилась поперечная рассечение икроножной мышцей с последующим ее восстановлением, наложением П-образных швов. На кожу накладывали узловый швы. Сразу после операции игольную к области раны поджимали источник МП.

Проведенные исследования показали, что ИМП, ИМП и ПеМП индукцией до 30 мТл и экспозицией до 10 минут ежедневно в течение 7 дней способствовало увеличению количества ДНК в грануляционной ткани мышечной раны, а индукцией 60 мТл — снижению. При этом более выраженные изменения возникали при действии ИМП и в меньшей степени при воздействии ПеМП и ИМП. Это находилось в положительной коррелятивной связи с динамикой морфологических изменений в мышечной ране.

Применение МП при реплантации конечности (VII группа) осуществляли с целью устранения тех осложнений, которые приводят к резкому нарушению функций пересаженного органа: отеку, некрозу, отторжению трансплантата и

даже гибели организма. В этой группе проведено 2 серии экспериментов. В первой (контрольной) — реплантацию конечности, выключенной из общего кровотока на 7 дней, осуществляли без применения МП, во второй — с консервацией и реабилитацией этого органа воздействием ИМП соленоида. У всех животных под морфинно-гексеналовым наркозом в стерильных условиях на уровне средней трети бедра циркулярно разрезали кожу, подкожную клетчатку и фасции, выключали бедренный сосудисто-нервный пучок и седалищный нерв. На бедренные артерию и вену накладывали лигатуры. Бедренный и седалищный нервы после введения 2% раствора новокаина пересекали острым бритвой. Остальные поверхностные и глубокие нервы, кровеносные и лимфатические сосуды окружывали вместе с мышцами. По краю сократившихся мышц циркулярно надрезали надкостницу, отодвигали ее вниз на 8-10 мм и в этом месте протверживали в бедренной кости отверстие диаметром 5 мм. Через него туго тампонировали костно-мозговой канал стерильным ватиком.

Для проведения консервации выключенную из общего кровотока конечность помещали в ИМП соленоида индукцией 10-40 мТл на 10-30 минут сразу, через 3 и 6 часов после ампутации конечности. Силовые линии МП соленоида располагались параллельно коду сосудисто-нервного пучка бедра.

Сматываемую конечность подвешивали к общему кровотоку через 7 часов после начала операции снятием лигатур с бедренных сосудов. Затем швами соединяли нервы, мышцы, фасции и кожу. Место шва кожи обрабатывали 5% раствором настойки йода. Сразу после наложения швов на кожу и в течение 18 суток ежедневно всю оперированную конечность помещали в магнитное поле соленоида индукцией от 10 до 4 мТл с экспозицией от 10 до 30 минут.

Результаты оценивали по данным общего состояния, функции конечности, клинических, инструментальных и специальных методов исследования с учетом процента выживаемости оперированных животных.

В контрольной серии послеоперационное состояние собак и кроликов отличалось развитием большого отека оперированной конечности, нагноением раны и расхождением швов, отсутствием электровозбудимости мышц, нарастанием явлений гиперкоагуляции и стазиса крови, о чем свидетельствовали увеличение ее вязкости, гематокритного числа, агрегации эритроцитов. Через 3 часа после операции погибало 20% животных, через трие суток — 30,3%, спустя неделю — 10,3%, к концу второй недели — 19,4%. У 10,5% животных через 17-20 дней происходило отторжение реплантированной конечности, и только у 9,5% отмечалось ее приживание. Но восстановление функции наступало крайне мед-

ленно. Даже через 6 месяцев после операции животные не опирались на конечность при ходьбе и беге в той мере, как это было до операции. Наступала атрофия мышц дистальнее места шва, ослабление их электровозбудимости и трофические нарушения в виде шелушения кожи, снижения ее температуры и очаговых выпадений шерстного покрова.

Применение ПМП уменьшало степень развития осложнений, наиболее выраженный терапевтический эффект возникал в том случае, когда производили воздействие на конечность МП солейца индукцией 20 мТл с экспозицией 30 минут через 3 часа после ее выключения из общего кровотока. У этих животных общие и местные послеоперационные реакции характеризовались умеренным развитием. Отек был незначительным, исчезал на 5-7 сутки после реплантации, а у собак и кроликов контрольной серии он достигал максимума на 7-10-й день и рассасывался только к 15-21 дню. Менее был выражен и воспалительный процесс. Нагноений, как это имело место в контрольной серии, не наступало. Ускорялись процессы регенерации мягких тканей в области шва. Послеоперационная рана кожи заживала первичным натяжением. Приживление конечности и восстановление ее функции происходили в более ранние сроки. К 7-10 суткам в месте операционной раны располагалась энергично формирующаяся соединительнотканная вставка. Этому во многом способствовало улучшение регионарных условий кровоснабжения и лимфообращения, выражавшееся в прогрессивном увеличении количества коллатеральных кровеносных и лимфатических путей. Со стороны показателей крови у них проявлялись признаки снижения ее вязкости, гипокоагуляции и дисагрегации эритроцитов и тромбоцитов, а также накопления опиоидных пептидов (энкефалинов). К 15-21-му дню электровозбудимость мышц почти достигала дооперационного уровня. Через 3 месяца наступала нормализация всех остальных показателей. Спустя 9, 12 и 18 месяцев общее состояние животных и функция их реплантированной конечности продолжали оставаться хорошими. Оперированные собаки были подвижными, они активно пользовались реплантированной лапой при движении и уверенно становились на нее при поднятии передних лап.

Среди этой серии животных смертельные исходы наступили на 3-7 сутки у 10%, через 2 недели — у 10% и через 3 недели — у 6%. Обращало на себя внимание отсутствие гибели животных в первые сутки после операции и явлений отторжения конечности, что наблюдалось в контрольной серии опытов. Применение ПМП почти в 4 раза уменьшало количество погибших животных, что связано, по-видимому, с тем, что воздействие ПМП на ампутированную конечность

в период подготовки ее к включению в общий кровоток ингибировало протеолитическую активность изолированных тканей, оказывало угнетающее влияние на активность дыхательных ферментов и вызывало замедление интенсивности аутолиза, а после реплантации — торможение темпов альтерации и эксуляции, нормализацию функции кровеносной системы, развитие кровеносных и лимфатических коллатеральных путей, ускорение обменных и репаративных процессов, повышение ретициентности организма.

Таким образом, характерной особенностью развития ответных реакций организма на воздействие МП в созданных моделях патологических процессов являлось снижение свертывающей и активация противосвертывающей функции крови. Одновременно возрастало в ней количество опиоидных пептидов (α и γ -энкефалинов) на фоне повышения числа и функции клеточных элементов, особенно мастоцитов и клеток Меркеля. Лучшие результаты получены после применения МП индукцией до 30 мТл при ежедневном воздействии 20-30 минут. В этом случае улучшались репаративные процессы и исходы лечения. Такая закономерность имела место при воздействии МП в первые часы после создания моделей травматического повреждения тканей.

Кроме результатов экспериментальных исследований биологического и лечебного действия МП, имеется также многолетний опыт использования целебной силы магнитов в клинике для успешного лечения различных патологий. Особенно впечатляющие результаты получены при использовании МП для лечения травматических повреждений и заболеваний опорно-двигательного аппарата (М.Э.Луена с соавт., 1976; И.М.Митбрет, 1977; И.К.Никитенко, 1977; М.А.Николюк с соавт., 1980; Н.А.Демская).

Благодаря накопленному достаточно убедительному фактическому экспериментальному и клиническому материалу, к настоящему времени установлено, что искусственные импульсные, переменные, постоянные и другие виды магнитных полей определенных параметров оказывают противовоспалительное, спазмолитическое, обезболивающее, противоотечное, гипотензивное и гипокоагулирующее действия, активно влияют на обмен веществ и процессы репаративной регенерации травмированных тканей.

Следовательно, появились стимулы к проведению фундаментальных исследований по изучению механизмов появления таких реакций, разработке оптимальных режимов магнитотерапии и созданию принципиально новых немедикаментозных методов лечения больных с использованием особенностей биотропных и силовых свойств магнитных полей. Речь об этом пойдет в продолжении сообщений по затронутым вопросам.