

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА СТРУКТУРНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ СОСУДИСТО-МЫШЕЧНОЙ СИСТЕМЫ КОНЕЧНОСТЕЙ

**А.М.Демецкий, С.Ф.Сурганова, А.В.Цецохо, В.Н.Гурин, Л.А.Сурганова,
Л.И.Арчакова**

*Витебский государственный медицинский институт,¹
Витебский Госуниверситет им. П.Машерова (Витебск, Беларусь)
Институт физиологии Академии наук РБ (Минск, Беларусь)*

К настоящему времени накоплено значительное количество данных о биологическом действии магнитных полей (МП) различных физических ха-

рактических на живой организм, его функционально-морфологические структуры и системы. Однако, имеющиеся теоретические предпосылки еще недостаточно полно обосновывают возможности магнитотерапии.

В связи с этим, нами была предпринята попытка изучить действие МП на сосудисто-мышечные образования конечностей на клеточном и ультраструктурном уровнях. Для выяснения характера и степени влияния переменных (ПеМП) и постоянных (ПМП) магнитных полей на развитие ответных реакций со стороны микроструктур сосудов, мышц и тучных клеток в соединительной ткани проведены экспериментальные исследования на 410 белых беспородных крысах, массой 200-250 г. Подопытные животные были разделены на 2 группы:

1 группа - действие ПеМП (1, 2 серия опытов, по 90 крыс в каждой);

2 группа - действие ПМП (3, 4 серия, также по 90 крыс).

30 крыс составили контрольную группу и 20 - входили в 2 подгруппы «плацебо».

Локальное воздействие магнитным полем осуществляли на передне-медиальную поверхность правой задней конечности. Источником ПеМП служил электромагнитный аппарат «Полкус-1», генерировавший однородное синусоидальное поле в непрерывном режиме, а ПМП - эластичные магниты. Индукторы аппарата подводили вплотную к коже бедра; магнитные эластичные аппликаторы размерами 1,5х3,0 см накладывали непосредственно на кожу в этой же области. Индукция ПеМП (1 гр) и ПМП (2 гр) составляли 10-35 мТл, а экспозиция - 10, 30 и 60 минут. Однотипному воздействию МП (по величине индукции и экспозиции) подвергалось по 30 подопытных животных и 10 «плацебо»; 15 - служили контролем. Забор материала для морфологических исследований проводили сразу после окончания действия МП, а затем на 1, 3, 7, 14 и 30 сутки.

У крыс иссекали переднюю группу мышц бедра с основным сосудисто-нервным пучком. После соответствующей обработки срезы толщиной 6-7 мкм от подопытных и контрольных животных помещали на одно стекло и окрашивали гематоксилин-эозином, пикрофуксином по Ван-Гизон, Вейгерту-Харту, импрегнировали азотно-кислым серебром, гликозаминогликаны выявляли по Риттеру и Олессону.

При проведении электронно-микроскопических исследований ткани фиксировались в 0,1% глутаральдегиде, подвергали дополнительной обработке 1,0% осмием и контрастировали уранилацетатом. Ультраструктурные срезы толщиной 40-50 нм получали на ультратоме КВ типа 480-4А (Швеция) и изучали в электронном микроскопе IEM-100 В (Япония) при ускоряющем напряжении 70 кВ.

Для изучения функционального состояния тучных клеток соединительной ткани пленочные препараты фасций и брыжейки окрашивали толлуидиновым синим по В.В.Виноградову. Подсчет и дифференциацию клеток осуществляли в 10 полях зрения. Цифровые данные подвергались статистической обработке на ЭВМ «Наири-К» и микро-ЭВМ «БЗ-34» с использованием критерия Стьюдента и коэффициента корреляции.

Как показали проведенные исследования, непосредственное воздействие ПемП и ПМП на конечность подопытных животных вызывает развитие однотипных, **быстро** протекающих в несколько этапов, ответных реакций со стороны всех компонентов морфологических структур и мышечных образований. В то же время у контрольных животных и из подгрупп «плацебо», обследованных в эти же сроки, подобных изменений не обнаруживалось. Выраженность происходящих изменений и скорость обратного развития в основном зависели от величины индукции МП и его экспозиции.

Так, по данным обзорной светооптической микроскопии уже в течение первых часов после воздействия МП при индукции 10-35 мТл с 10-30 мин экспозицией, обнаруживались довольно значительные реактивные изменения, которые захватывали в основном мелкие артерии и вены. На микропрепаратах они представляли собой «мозаичную» картину: наряду с неизменными зонами встречались участки с паретическими расширенными капиллярами и венулами, а также участки со спазмированными артериолами. Открывшиеся предсуществующие микрососуды были переполнены форменными элементами крови. В расширенных очагах отмечалось краевое скопление эритроцитов. Эпителиальные клетки, выстилающие внутреннюю оболочку сосудов, изменяли свою конфигурацию, полярность и ориентацию. Межклеточные соединения расширялись, увеличивалась частота микродефектов, что способствовало повышению проницаемости и появлению отеочной жидкости в межсосудистых щелях. Нервные волокна сосудистых стенок частично увеличились в объеме. В них появлялись очаги «наплыва» нейроплазмы.

Границы мышечных волокон были нечетки, смазаны, толщина их неодинакова на разных уровнях. Со стороны межклеточной ткани выявлялись признаки раздражения и пролиферации клеток эндо- и перимизия с наличием значительного наплыва лейкоцитов. Иногда встречались участки инфильтрации тканей малыми лимфоцитами и другими клеточными элементами. Появлялись очаги с уплотненными коллагеновыми и эластическими волокнами. Местами выявлялась картина сплошного фибриноидного набухания и плазморрагии.

Ультроструктурные изменения в изучаемых сосудисто-мышечных образованиях также носили однотипный характер и не зависели от вида поля. На электроннограммах часть капилляров была спавшейся, венозный отдел выглядел слегка расширенным. Базальный слой их был хорошо выражен. Иногда появлялись участки с расслоением и утолщением его структур. Электронная плотность клеточных компонентов несколько повышена.

В просвете капилляров выявлялись цитоплазматические выросты и отростки, увеличивающие обменную площадь эндотелиальных клеток. Эндотелиоциты - набухшие, местами деформированы. Их цитоплазма содержала большое количество пиноцитозных везикул и вакуолей. Ядра эндотелиоцитов приобретали удлинненную форму, нуклеома имела волнистые очертания, пренуклеарные пространства были расширены.

В части регионов наблюдалось усиление эндотелиально-мышечных взаимосвязей: эндотелий кровеносных капилляров и сарколемма мышечных волокон сближались, контакт между ними увеличивался.

В местах с расширенными прекапиллярными пространствами обнаруживалась отечная жидкость и незначительное количество утолщенных фибрилл, что говорило о нарушении сосудисто-тканевого обмена и усилении внутриклеточной циркуляции веществ.

Повышалась электрическая емкость мышечных волокон. При этом происходили незначительные изменения в их структуре. Наряду с неизменными участками встречались очаги с деструкцией, явлениями подсарколеммального и межфибриллярного отека. Набухшие и вакуолизированные цистерны саркоплазматического ретикулума придавали ему «пестрый» вид. Данные изменения происходили на уровне линий и дисков. В то же время Т-системы сохранялись и были близки к норме. Все это указывало на то, что саркоплазматический ретикулум более чувствителен к МП, чем Т-система. Развивались динамические изменения и в энергетическом аппарате. Ядра миоцитов приобретали округло-удлиненную форму с волокнистым очертанием сарколеммы. Перинуклеарные пространства расширялись. Со стороны митохондрий можно было отметить в некоторых случаях нарушения в их структуре в виде очагового лизиса митохондриальных мембран с разрушением крист, исчезновением перегородок и образованием пустот.

В соединительной ткани вокруг сосудов обнаруживалось большое количество тучных клеток, находившихся в состоянии повышенной функциональной активности. Их количество превышало исходные данные у животных 1 группы (ПеМП) в 5,8 раза; данные контрольных животных - в 4,3; а из подгруппы «плацебо» - в 4,0 раза; у животных 2 группы (ПМП) соответственно в 5,0; 4,1 и 3,8 раза. Число дегранулирующих клеток у подопытных крыс, подвергавшихся действию ПеМП и ПМП с величиной индукции 10 мТл, возрастало до 28% и 21%, а при ПеМП в 35 мТл с 60 мин экспозицией - до 57% ($P=0,01$). В то время как у животных контрольных групп оно составляло 12-14%, а в подгруппе «плацебо» - 19-16%.

Следовательно, изменения в функционально-морфологическом состоянии сосудисто-мышечных образований, свидетельствовали о развитии первичной реакции раздражения, которая была направлена на поддержание гомеостаза на обычном физиологическом уровне.

Через 1 день и на 3-и сутки наблюдаемые изменения в виде напряжения ультраструктур и активизации тучноклеточного аппарата были выражены в меньшей степени, и еще способствовали относительной стабилизации компенсаторно-приспособительных процессов.

К концу 1-й недели и в дальнейшем (14-30 сутки) обзорные препараты сосудов и мягких тканей, как и электроннограммы ультраструктурных образований подопытных животных, ничем не отличались от аналогичных препаратов животных контрольных групп и подгрупп «плацебо» в эти же сроки.

Происходило почти полное восстановление функционально-морфологических сдвигов со стороны сосудисто-мышечных образований.

В то же время у животных, которым проводилось локальное воздействие ПеМП индукцией 35 мТл в течение 60 мин, отмеченные выше изменения в ультраструктурных образованиях и функции тучноклеточного аппарата обнаруживали на 14 сутки, а у 2-х крыс (из 5) и на 30-е сутки. Это свидетельствует о более выраженной реакции на раздражение данным МП и замедлении процессов обратного развития.

Таким образом, действие ПеМП и ПМП с индукцией 10-35 мТл в течение 10-30 мин на передне-внутреннюю поверхность бедра вызывает в сосудисто-мышечных образованиях конечности развитие обратимых функционально-морфологических реакций на клеточном и ультраструктурном уровнях, которые направлены на поддержание адаптационно-компенсаторных механизмов.

При увеличении индукции ПеМП и экспозиции его воздействия на организм течение ответных реакций со стороны изучаемых структур отягощалось замедлением процесса обратного развития. В некоторых случаях функционально-морфологическая перестройка изучаемых структур не заканчивалась и через 1 месяц после такого воздействия. По-видимому, наращивание индукции и времени действия данного вида поля может привести к срыву компенсаторных процессов. Данный факт следует учитывать при выборе вида МП и его дозировки при проведении магнитотерапии.