

А. М. ДЕМЕЦКИЙ, С. Ф. СУРГАНОВА, Н. А. ДЕМЕЦКАЯ

*Витебский медицинский институт и лаборатория магнитоакустики
и других видов энергии ЦНТО*

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕБНОГО ДЕЙСТВИЯ
МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ**

Как показали научно-практические конференции по применению магнитных полей в медицине и биологии (Куйбышев, 1976; Ижевск, 1977; Саратов, 1978), этот физический фактор является активным средством физиотерапевтического воздействия на больной организм.

С помощью магнитных полей в настоящее время успешно осуществляется лечение различных травматических повреждений и многих других заболеваний. Для этих целей используется два вида искусственных источников магнитного поля: электромагнитные аппараты и эластичные магниты [4, 9, 11, 20—27, 43].

Первые электромагнитные аппараты для низкочастотной магнитотерапии появились в 30-х гг. XX века [6, 15]. Однако эти аппараты, изготовленные в единичных экземплярах, были громоздкими, с конструктивными погрешностями и не получили распространения в медицинской практике. Промышленное производство аппаратов для магнитотерапии было налажено лишь с 1969 г., когда в Румынии начали выпускать устройство под названием «Магнитоднафлюкс», а в Японии — «Магнетицер». В нашей стране серийно производится аппарат «Полус-1», разработанный во ВНИИМП [24].

В этот период в Витебском медицинском институте проводились работы по усовершенствованию устройств для магнитотерапии, которые завершились созданием аппарата, предназначенного для локального воздействия на организм низкочастотных синусоидальных и прямоугольных магнитных импульсов [8].

Для повышения эксплуатационной эффективности электромагнитных аппаратов нами в 1974 г. была изготовлена 4-канальная установка, позволяющая проводить одновременное лечение нескольких больных в различных или одинаковых режимах, с автоматическим программным управлением. Такой аппарат удобен для работы в кабинетах магнитотерапии крупных лечебных учрежде-

ний. Он может осуществлять на каждом канале отдельно либо совместно с другими одинаковую или различную индукцию, полярность, выдержку времени действия магнитного поля с автоматическим изменением его параметров и последовательностью включения индукторов. Аппарат обеспечивает также режим однополярного воздействия с полярностью «север-север», «юг-юг», «север-юг», что позволяет подводить к поверхности тела магнитные силовые линии разной полярности.

Для использования низкочастотного магнитного поля с целью оказания экстренной медицинской помощи и лечения больных на дому нашей лабораторией в 1975 г. был изготовлен переносной портативный аппарат, силовое питание которого осуществляется от электросети, аккумулятора или генератора автомобиля напряжением 12 В.

В 1975 г. Р. П. Кикут и К. А. Трейманис получили авторское свидетельство на «Устройство для магнитотерапии», обеспечивающее многократное воздействие магнитного поля на тело человека с высокой точностью пространственной ориентации и возможностью рентгеновского контроля за состоянием тканей во время лечения [16].

В Японии заявлен аппарат, позволяющий, как и наша модель 1974 г., ориентировать один из магнитных полюсов по отношению к контактному участку наружной поверхности тела больного [41].

В ряде других стран разработаны конструкции электромагнитных аппаратов, которые предназначены для целенаправленного использования в зависимости от показаний. Так, в США выданы патенты на «Электрический аппарат, генерирующий низкочастотное магнитное поле, способствующее росту костей и других тканей тела» и «Аппарат для ускорения восстановительных процессов», в Великобритании — на «Магнитное медицинское лечебное устройство», во Франции — на «Аппарат, способствующий выздоровлению клеток организмов людей и животных при помощи электромагнитных импульсов», в ФРГ — на «Устройство для наведения пульсирующего магнитного поля, воздействующего на магнитно-энергетические процессы в человеческом организме» [36—40, 42].

Анализ конструкций медицинских электромагнитных аппаратов показывает, что в настоящее время их усовершенствование происходит путем изготовления трех типов устройств: стационарных, передвижных и перенос-

ных. Первые устанавливаются в кабинетах магнитотерапии крупных лечебных учреждений, вторые — в физиотерапевтических отделениях больниц и поликлиник, третьи используются в амбулаторных условиях, в машинах скорой помощи и на дому. Перспективно создание устройств, в которых возбуждение магнитного поля сочетается с другими физическими факторами [10].

Однако, несмотря на наметившуюся модернизацию электромагнитных аппаратов, их приобретение и эксплуатация требуют значительных материальных затрат. Поэтому в Советском Союзе изучаются возможности использования в медицинской практике изделий из эластичных магнитов (магнитоэласты), создаваемых Ленинградским филиалом научно-исследовательского института резиновой промышленности (ЛФ НИИРП). Они представляют собой композиционные материалы на основе каучуков с магнитотвердыми наполнителями [2, 3].

Идея использования магнитоэластов в лечебной практике появилась в 50-х годах текущего столетия одновременно с распространением их в промышленности [42]. В 1967 г. в Советском Союзе была оформлена заявка на открытие способа воздействия из биологические объекты магнитным полем эластичных магнитов [30]. При описании этого способа термин «магнитоэласты», присвоенный ГОСТом, заменен словом «магнитофоры», что нецелесообразно, так как это название не соответствует научной терминологии.

ЛФ НИИРП совместно с кафедрой оперативной хирургии ВГМИ и лабораторией ультразвука и других видов энергии ЦИТО в течение последних лет разрабатывают способы получения различных изделий из магнитоэластов на основе силиконовой резины. Такие изделия кетоксичны, они могут быть использованы при непосредственном контакте с кожей, раневой поверхностью и при имплантации. Им можно придавать любую форму и габариты (пластины, трубки, муфты, кольца, стержни, шнуры и т. д.) с заданной интенсивностью постоянного магнитного поля и эластичностью. Они легко стерилизуются обычными методами и в течение многих лет сохраняют стандартные свойства. Эти качества в сочетании с невысокой стоимостью изделий и простотой в эксплуатации делают их весьма перспективными источниками искусственного магнитного поля.

В настоящее время изделия из магнитовластов для медицинских целей изготавливают ЛФ НИИРП и ЛПО «Север». Применяют их для лечения травматических повреждений различных участков тела, открытых и закрытых переломов костей, посттравматических отеков [17, 18], прободных ранений глаз, кератитов, увеитов [1, 12—14, 34], гипертонической болезни [19, 29], тяжелых форм остеохондрозов [25], сальпингоофорита и хронического периметрита [25]. Установлено, что этот источник магнитного поля ускоряет процессы заживления ран, оказывает обезболивающее, противоотечное, противовоспалительное и гипокоагулирующее действие в такой же мере, как и постоянное магнитное поле электромагнитных аппаратов.

Тем не менее следует заметить, что при этом виде магнитотерапии выбор напряженности магнитного поля и продолжительности его действия производится многими авторами без должного теоретического обоснования, хотя известно, что магнитные поля оказывают на живые системы различное влияние [5, 28, 31—33, 35]. Неблагоприятные реакции организма, которые имеют место при воздействии всех физических агентов, возможны и в этом случае. Поэтому важное условие повышения эффективности лечебного действия искусственных магнитных полей — определение оптимальных уровней магнитотерапии с учетом ответных реакций организма как во время лечения, так и после него.

В связи с этим нами в опытах на животных (крысы, кролики, собаки) проведено изучение реакций организма у здоровых особей и у животных при некоторых видах экспериментально вызванной патологии в ответ на общее и локальное воздействие постоянных (ПМП), переменных (ПеМП) и импульсных (ИМП) полей с магнитной индукцией от 3 до 100 мТ и экспозицией от 10 до 60 мин, а также при сочетанном влиянии магнитных полей (МП) различных параметров. Общее и локальное (конечности) воздействие проводили однократно и многократно (7—15 дней). Возникающие изменения фиксировали методами общеклинических, электрофизиологических, биохимических, рентгенозаграфических, радиоизотопных и морфологических исследований.

Общее и местное воздействие магнитных полей с индукцией 35—50 мТ в течение 20—30 мин вызывало по-

явление функционально-морфологических эффектов, развитие которых можно условно разделить на три периода: первичных реакций, стабилизации и разрешения.

В первом периоде сразу после прекращения действия магнитного поля отмечено увеличение СОЭ и количества лейкоцитов, повышение индекса адгезивности тромбоцитов, коагулирующих свойств крови, ее вязкости, тонуса кровеносных сосудов и их биоэлектрического сопротивления. В течение 5 мин наблюдалось замедление капиллярного кровотока и образование агрегатов форменных элементов крови. Затем постепенно явления агрегации сменялись дисагрегацией, увеличивались скорость кровотока и кровенаполнение сосудов, снижались тонус сосудов и биоэлектрическое сопротивление тканей, вязкость крови и показатели ее коагуляции. К концу первых суток появились даже признаки гипокоагуляции.

Второй период (2—4 дня) характеризовался устойчивостью реакций, развившихся к концу первых суток.

В период разрешения выраженность отмеченных реакций резко уменьшалась. У части животных они исчезали к концу второй недели, а у некоторых регистрировались еще в течение месяца.

При увеличении магнитной индукции поля от 60 до 100 мТ и экспозиции от 30 до 60 мин появлялись более выраженные изменения. В этих случаях у $1/3$ наблюдаемых животных возникала артериальная и венозная гипотензия, на ЭКГ регистрировали небольшое снижение вольтажа комплекса QR, удлинение внутрижелудочковой проводимости, снижение или повышение зубца Т, а в периферической крови преобладали явления гиперкоагуляции. У всех животных этой группы выравнивание функционально-морфологических сдвигов наступало на 2—3 недели позже, чем при воздействии МП с индукцией до 50 мТ в течение 20 мин.

Воздействие магнитных полей с индукцией от 3 до 10 мТ при экспозиции 10—20 мин вызывало в первом периоде улучшение периферического кровообращения, увеличение кровенаполнения сосудов, снижение их тонуса и биоэлектрического сопротивления, уменьшение вязкости и свертывающей функции крови. Однако второй и третий периоды у этих животных были кратковременными. К концу 2—3-х суток изучаемые показатели возвращались к исходному состоянию.

Воздействие на конечность МП с индукцией до 50 мТ и экспозицией 20—30 мин ежедневно на протяжении 7—15 суток также вызывало развитие индивидуальных, обратимых и благоприятных реакций. Действие ПМП, индуцируемых аппаратами и эластичными магнитами, оказывало идентичное влияние. ПеМП и ИМП способствовали появлению более выраженных магнитобиологических эффектов, чем ПМП. У молодых особей характер изучаемых показателей подвергался большей деформации, чем у взрослых.

При повторных кратковременных воздействиях, как и при длительных ежедневных, отмечался эффект суммации. По мере увеличения напряженности МП и курса его воздействия сначала развивались положительные, а затем отрицательные физиологические эффекты. Это можно трактовать как проявление реакции тренировки, активации и стресса [7]. Многократные кратковременные воздействия МП с индукцией до 50 мТ вызывали волнообразную смену реакций тренировки и активации. Сочетание небольших дозировок ПМП с ПеМП или ИМП усиливало их положительное действие.

Лучший терапевтический эффект при использовании МП для лечения травматических повреждений конечностей в эксперименте получен нами в тех случаях, когда магнитным полем индукцией 5—10 мТ с экспозицией 10 мин в течение 2—3 дней сначала вызывали реакцию тренировки, а затем усиливали реакцию активации увеличением напряженности магнитного поля до 30 мТ и экспозиции — до 20—30 мин. Это приводило к повышению резистентности организма и ускорению процессов репаративной регенерации травмированных тканей.

На основании приведенных данных можно сделать вывод о том, что для повышения эффективности лечебного действия магнитных полей не следует использовать искусственные источники, индукция которых превышает 50 мТ. Это достигается стимуляцией реакций тренировки и активации путем кратковременных и многократных воздействий с постоянным увеличением магнитной индукции от 5 до 50 мТ и экспозиции — от 10 до 30 мин или посредством сочетанных влияний ПМП, ПеМП и ИМП небольших напряженностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Азовская Г. Б. Магнитоформная терапия при ущемлах.— В кн.: Клиническое применение магнитных полей. Ижевск, 1977, с. 127—128.
2. Алексеев А. Г., Корнеев А. Е. Эластичные магнитные материалы. М., 1976.
3. Алексеев А. Г., Корнеев А. Е. Основные свойства и получение магнитных резин.— Учен. записки, 1971, т. 1, 3, с. 301—307.
4. Валетер Э. О. Применение магнитофоров в лечении острого панкреатита.— В кн.: Клиническое применение магнитных полей. Ижевск, 1977, с. 119—120.
5. Васильев Н. В., Богачик Л. Ф. Влияние магнитных полей на процессы инфекции и иммунитета. Томск, 1973.
6. Вилейский Л. Я. Описание аппарата для воздействия на тело больного магнитным и электрическим полем.— Авт. свид. СССР № 78197, заявл. 29.10.1930.
7. Гаркави Л. Х., Ковкина Е. Б., Усолова М. А. Адаптационные реакции и резистентность организма. Ростов-на-Дону, 1977.
8. Демещий А. М., Соболевская Н. П., Перлин Н. М. Аппарат для магнитотерапии (МИМП-1).— Здравоохр. Белоруссии, 1976, № 3, с. 76—77.
9. Демещий А. М. Способ трансплантации конечности.— Бюл. изобрет., 1978, авт. свид. СССР № 594969, заявл. 27.08.76, МЧЛ А61 В 17/00.
10. Демещий А. М., Полышкин В. А., Карташов Н. Г. Магнитобарокамера для лечения сосудистых заболеваний конечностей.— Здравоохр. Белоруссии, 1977, 2, с. 45—46.
11. Демещий А. М. Операции на кровеносных сосудах в условиях местного воздействия магнитного поля.— В кн.: Применение магнитных полей в медицине, биологии и сельском хозяйстве. Саратов, 1978, с. 111—115.
12. Зайкова М. В., Зюзина Л. Б. Некоторые данные о магнитофорной терапии при дистрофии сетчатки и атрофии зрительного нерва.— В кн.: Клиническое применение магнитных полей. Ижевск, 1977, с. 123—124.
13. Зайкова М. В., Эдлинская Н. К., Доронкина Л. С. Предварительные данные о магнитофорной терапии и комплексном лечении прободных ранений глаза.— В кн.: Клиническое применение магнитных полей. Ижевск, 1977, с. 116—117.
14. Зайкова М. В. Показания и противопоказания к применению магнитофоров в офтальмологии.— В кн.: Применение магнитных полей в медицине, биологии и сельском хозяйстве. Саратов, 1978, с. 121—123.
15. Кармилов В. Н. К истории вопроса о биологическом и лечебном действии магнитных полей.— Тр. Пермск. мед. ин-та. Пермь, 1977, с. 22—25.
16. Кикур Р. П. Использование магнитобиологических эффектов в лечении артериальных аневризм сосудов головного мозга. Автореф. докт. дис. М., 1977.
17. Кузьменко В. В., Надеждин В. М., Горбачева Е. П. Использование постоянного магнитного поля для снятия болевого синдрома при некоторых заболеваниях конечностей.— В кн.: Клиническое применение магнитных полей. Ижевск, 1977, с. 53—54.
18. Кузьменко В. В. Применение магнитного поля в лечении фан-

томного и ампутиационно-болевого синдромов. — В кн.: Применение магнитных полей в медицине, биологии и сельском хозяйстве. Саратов, 1978, 23, с. 113—135.

19. Магнитофоротерапия при гипертонической болезни / В. В. Оржешковский, Л. П. Снягоцкая, О. П. Тихонова и др. — В кн.: Актуальные проблемы терапии. Киев, 1976, с. 193—196.

20. Научно-исследовательская работа кафедры физиотерапии ЦОЛИУВ / А. П. Сперанский, Н. Ф. Соколова, З. С. Кумарова, А. Н. Шенка и др. — Матер. к VII Всесоюз. съезду физиотер. и курортол. М., 1977, с. 75—76.

21. Никольский М. А., Алексеев А. П. Влияние постоянного магнитного поля на течение послеоперационного периода и консолидацию перелома в эксперименте и клинике. — В кн.: Клиническое применение магнитных полей. Ижевск, 1977, с. 61—62.

22. Озерская Д. А. Эффективность применения магнитофора при лечении посттравматических отеков в условиях поликлиники. — В кн.: Новая техника в медицине. М., 1978, с. 67—68.

23. Применение магнитных полей с целью профилактики постинфарктных расстройств / А. М. Демещай, С. Ф. Сурганова, В. Д. Розвадовский и др. — В кн.: Острые ишемии органов и ранние постинфарктные расстройства. М., 1978, с. 394—395.

24. Соловьева Г. Р. Аппаратура и области применения низкочастотной магнитотерапии. — Мед. техника, 1974, 3, с. 41—46.

25. Суворова Н. М. Лечение хронических воспалительных заболеваний женской половой сферы постоянным магнитным полем. — Акуш. и гин., 1977, 9, с. 62—63.

26. Телышев Э. А., Калер Е. М. Опыт применения магнитофоров для лечения хронической аллергической риносинусопатии. — Матер. к VII Всесоюз. съезду физиотер. и курортол. М., 1977, с. 251—252.

27. Туктаров М. С., Кучурица А. Т., Жаров В. В. Применение магнитофорной терапии в комплексном лечении открытоугольной глаукомы. — В кн.: Клиническое применение магнитных полей. Ижевск, 1977, с. 126—127.

28. Удильцев Н. А., Камская Н. В. Влияние магнитных полей на сердце. Томск, 1977.

29. Федоров Г. Н. Влияние магнитного поля на показатели коагулограммы. — В кн.: Влияние магнитных полей на биологические объекты. Калининград, 1975, с. 162—164.

30. Фабер А. С. Способ воздействия на биологические объекты магнитным полем. — В изобрет., 1974, 37, авт. свид. СССР № 445438, заявл. 12.01.67, Кл. А 61 1/42.

31. Холодов Ю. А. Человек в магнитной паутике. М., 1972.

32. Холодов Ю. А. Реакция нервной системы на электромагнитные поля. М., 1975.

33. Холодов Ю. А. Шестой незримый океан. М., 1978.

34. Щеклеина Н. П. Магнитофорная терапия при кератитах. — В кн.: Клиническое применение магнитных полей. Ижевск, 1977, с. 128—129.

35. Яковлева М. Н. Физиологические механизмы действия электромагнитных полей. Л., 1973.

36. Висслер Р. Устройство для наведения пульсирующего магнитного поля, воздействующего на магнито-энергетические процессы в человеческом организме. — Патент ФРГ, № 2533244, заявл. 25.07.75, МКИ А 61 п 1/42, опублик. 10.02.77.

37. Elmagron C. H. Аппарат, способствующий выздоровлению клеток организма людей и животных при помощи электромагнитных импульсов.— Патент Франции, № 2290224, заявл. 10.02.76, МКИ А61к 5/00, опубл. 9.07.78.

38. Steichmann O. Аппарат для лечебного воздействия на клетки в организме человека или животного электромагнитными импульсами.— Патент ФРГ, № 2452851, заявл. 7.12.74, МКИ А61п 1/42, опубл. 22.07.76.

39. Nakajima T. Магнитное медицинское лечебное устройство.— Патент Великобритании, № 1424456, заявл. 23.01.73, МКИ А61п 1/42; H05C 11/40, опубл. 11.02.76.

40. Nakajima T. Магнитный аппарат, предназначенный для использования в медицине.— Патент США, № 3921620, заявл. 12.01.73, МКИ А61п 1/42, опубл. 23.11.73.

41. Rubin H. Электромагнит.— Патент Японии, № 518276, заявл. 12.11.69, МКИ А61п 1/42, опубл. 15.03.76.

42. Tanaka M. Магнитный лечебный ремешок.— Патент Японии, № 7248, заявл. 27.04.57, КЛ. 94А34, опубл. 10.06.61.

43. Werner K. Электрический аппарат, генерирующий низкочастотное переменное поле, способствующее росту костей и других тканей тела.— Патент США, № 3590953, заявл. 6.04.72, МКИ А61п 1/42, опубл. 24.06.75.