

Применение низкочастотной магнитотерапии в лечении детей со сколиозом

М. А. ХАН^{1,2}, Н. А. МИКИТЧЕНКО^{1,2}, Н. Б. КОРЧАЖКИНА³, А. В. ИВАНОВ⁴, С. Н. СМИРНОВА⁵

¹ГАОУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации восстановительной и спортивной медицины имени С. И. Спасокукоцкого» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия

²ГБУЗ «Детская городская клиническая больница имени Н. Ф. Филатова» Департамента здравоохранения Москвы, Москва, Россия

³ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б. В. Петровского», Москва, Россия

⁴АО «Елатомский приборный завод», Рязанская область, Россия

⁵ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М. Ф. Владимирского», Москва, Россия

Резюме. Цель исследования: научное обоснование применения низкочастотной магнитотерапии у детей со сколиозом I степени.

Материал и методы. Клинические наблюдения и специальные методы исследования проведены у 40 детей со сколиозом I степени, в возрасте от 8 до 16 лет. Основную группу составили 20 детей, получавших курс низкочастотной магнитотерапии на область позвоночника. В группу сравнения вошли 20 детей, которым проводилось плацебо-воздействие.

Результаты. Получены данные о благоприятном влиянии магнитотерапии на клиническую симптоматику заболевания, функциональное состояние мышц спины, респираторной и сердечно-сосудистой систем у детей со сколиозом I степени.

Выводы. Применение низкочастотной магнитотерапии способствует повышению эффективности консервативного лечения детей со сколиозом I степени.

Ключевые слова: дети, физиотерапия, магнитотерапия, сколиоз.

Информация об авторах:

Хан М. А. — <https://orcid.org/0000-0002-1081-1726>

Микитченко Н. А. — <http://orcid.org/0000-0002-9886-3810>

Корчажкина Н. Б. — <https://orcid.org/0000-0001-6913-8778>

Иванов А. В. — <https://orcid.org/0000-0001-5961-892X>

Смирнова С. Н. — <https://orcid.org/0000-0002-4754-9784>

Автор, ответственный за переписку: Микитченко Н. А. — e-mail: mikitchenko_nata@mail.ru

Как цитировать: М. А. Хан, Н. А. Микитченко, Н. Б. Корчажкина, А. В. Иванов, С. Н. Смирнова. Применение низкочастотной магнитотерапии в лечении детей со сколиозом.

Физиотерапевт. 2025, ТОМ 21, 2; DOI 10.33920/med-14-2502-04

The use of low-frequency magnetic therapy in the treatment of children with scoliosis

М. А. KHAN^{1,2}, N. A. MIKITCHENKO^{1,2}, N. B. KORCHAZHKINA³, A. V. IVANOV⁴, S. N. SMIRNOVA⁵

¹S.I. Spasokukotsky Moscow Centre for research and practice in medical rehabilitation, restorative and sports medicine of Moscow Healthcare Department, Moscow, Russia;

²Filatov Children's City Hospital, Moscow, Russia

³B.V. Petrovsky Russian Research Center of Surgery, Moscow, Russia

⁴AO «Elatma Instrumental-Making Plant, Ryazan region, Russia

⁵Moscow Regional Research and Clinical Institute («MONIKI»), Moscow, Russia

Abstract. Objective. The aim of the study was to scientifically substantiate the use of low-frequency magnetotherapy in children with grade I scoliosis.

Material and methods. Clinical observations and special research methods were conducted in 40 children with grade I scoliosis, aged 8 to 16 years. The main group consisted of 20 children who received a course of low-frequency magnetic therapy for the spine area. The comparison group included 20 children who underwent placebo treatment.

The results. Data on the beneficial effect of magnetic therapy on the clinical symptoms of the disease, the functional state of the back muscles, respiratory and cardiovascular systems in children with grade I scoliosis were obtained.

Conclusion. The use of low-frequency magnetic therapy helps to increase the effectiveness of conservative treatment of grade I scoliosis in children in children.

Keywords: children, physiotherapy, magnetic therapy, scoliosis.

Information about the authors:

Khan M. A. — <https://orcid.org/0000-0002-1081-1726>

Mikitchenko N. A. — <http://orcid.org/0000-0002-9886-3810>

Korchazhkina N. B. — <https://orcid.org/0000-0001-6913-8778>

Ivanov A. V. — <https://orcid.org/0000-0001-5961-892X>

Smirnova S. N. — <https://orcid.org/0000-0002-4754-9784>

Corresponding author: Lyan N. A. — e-mail: mikitchenko_nata@mail.ru

Cite this article: M. A. Khan, N. A. Mikitchenko, N. B. Korchazhkina, A. V. Ivanov, S. N. Smirnova. The use of low-frequency magnetic therapy in the treatment of children with scoliosis. *Physiotherapist*. 2025, VOLUME 21, 2; DOI 10.33920/med-14-2502-04

Введение

В соответствии с современными представлениями сколиоз — это тяжелое прогрессирующее заболевание опорно-двигательного аппарата, сопровождающееся многоплоскостной деформацией позвоночника с преимущественным искривлением во фронтальной плоскости с ротацией и торсией тел позвонков [1, 2].

Согласно данным мировой статистики, распространенность сколиоза в детской популяции составляет от 2 до 10 %, при этом у детей школьного возраста этот показатель достигает 30 % и более, что связано с наиболее быстрым прогрессированием заболевания в период интенсивного роста позвоночника в длину: в 7–8 и 11–13 лет у девочек, в 8–10 и 13–15 лет у мальчиков [2–4].

Проведенными ранее исследованиями показана возможность прогрессирования сколиоза при отсутствии своевременного лечения в 50 % случаев, в том числе с формированием тяжелых инвалидизирующих форм (у 20–30 %) [4, 5]. В ряде случаев сколиоз, приводя к изменению формы ребер и грудной клетки в целом, выступает в качестве провоцирующего патогенетического фактора функциональных расстройств со сторо-

ны внутренних органов и различных систем организма (в первую очередь сердечно-сосудистой и респираторной). Закономерным следствием формирующихся при сколиозе деформаций позвоночника и грудной клетки становится ухудшение качества жизни и нарушение трудоспособности этих пациентов, что обосновывает не только медицинскую, но и социальную значимость проблемы [4, 5].

В последние годы особое внимание уделяется консервативному лечению детей с начальными степенями (I и II) сколиоза, на долю которых приходится до 96 % случаев заболевания, для предупреждения дальнейшего прогрессирования деформации позвоночника, приводящего к необходимости проведения хирургического вмешательства [3, 4].

Консервативная терапия у детей со сколиозом включает применение рационального двигательного режима, сбалансированного питания, закаливающих и общеукрепляющих процедур, различных методик корсетирования. Обязательными компонентами консервативной терапии таких пациентов являются лечебная физическая культура, направленная на активную коррекцию имеющейся деформации позвоночника, гидрокинезиотерапия, массаж (ручной, аппаратный, подводный), ак-

тивные спортивные занятия (лыжи, плавание), различные методы физиотерапии [1, 5–7].

Преимуществом физиотерапевтического воздействия на организм ребенка является отсутствие побочных эффектов, длительное последствие, хорошая совместимость в других лечебными средствами. В настоящее время уже разработан и предложен практическому здравоохранению широкий спектр физиотерапевтических технологий лечения детей со сколиозом (электростимуляция синусоидальными модулированными токами, диадинамотерапия, интерференцтерапия, лазерная терапия, электрофорез лекарственных препаратов, импульсное магнитное электростатическое поле, БОС-терапия и т. д.) [1, 5].

Вместе с тем, сохраняется актуальность поиска и научного обоснования с позиций доказательной медицины патогенетически обоснованных технологий физиотерапии, оказывающих благоприятное влияние на мышечный корсет, способствующих более длительному сохранению результатов лечения, предотвращающих прогрессирование деформации позвоночника.

В ряде исследований отмечена значимая роль в формировании сколиоза миотонических и дистрофических изменений не только в поверхностных мышцах позвоночника (*mm. erector spinae* и *iliocostalis*), но и в глубоких (*mm. multifidi, rotatores*), что определяет необходимость учета биофизических особенностей пораженных тканей и механизма действия физического фактора при выборе метода физиотерапии [4, 5].

К числу перспективных в этом отношении технологий относится магнитотерапия, важным преимуществом которой является возможность глубокого проникновения вглубь, что создает возможность воздействия на глубоко расположенные органы и ткани.

В основе физиологического и лечебного действия магнитных полей лежит эффект наведения индукционных токов в токопроводящих средах организма, а также магнитомеханическое воздействие на биоэлектрические процессы, преимущественно в нервных и мышечных клетках [8, 9].

Магнитное поле оказывает воздействие на развитие изменений в микроциркуляторном русле различных тканей. В начале воздействия магнитного поля происходит

кратковременное замедление капиллярного кровотока, которое в дальнейшем сменяется интенсификацией микроциркуляции; наблюдается ускорение капиллярного кровотока, улучшение сократительной способности сосудистой стенки, и увеличение их кровенаполнения. Под влиянием магнитотерапии увеличивается просвет функционирующих компонентов микроциркуляторного русла, возникают условия, способствующие раскрытию предсуществующих капилляров, анастомозов и шунтов [8, 9].

Применение магнитного поля способствует усилению метаболических и репаративных процессов в зоне воздействия [8–14].

Данные о благоприятном влиянии магнитотерапии на функциональное состояние нервно-мышечного аппарата и микроциркуляцию определили целесообразность изучения эффективности применения этого фактора у детей со сколиозом.

Целью исследования явилось научное обоснование применения низкочастотной магнитотерапии от аппарата «ПОЛИМАГ-02М» при сколиозе I степени у детей.

Материал и методы

Клинические наблюдения и специальные методы исследования были проведены у 40 детей со сколиозом I степени, в возрасте от 8 до 16 лет.

Основную группу составили 20 детей и получали курс низкочастотной магнитотерапии на область позвоночника от аппарата «ПОЛИМАГ-02М». Воздействие проводилось общими излучателями, расположенными на область позвоночника. Режим воздействия — непрерывный, тип магнитного поля — неподвижное, величина индукции — 2–4 мТл, частота магнитного поля — 10 Гц, время воздействия 7–10–15 минут в зависимости от возраста, на курс составил 10 ежедневных процедур.

В группу сравнения вошли 20 детей, которым проводилось плацебо-воздействие на ту же область без включения аппарата.

Степень выраженности искривления позвоночника определялась с помощью рентгенологического исследования, проведенного в двух проекциях (в положении стоя и лежа) с расчетом угла деформации по Коббу.

Для оценки эффективности применения низкочастотной магнитотерапии у детей со сколиозом проводился анализ жалоб и клинических симптомов, определение силовой выносливости мышц туловища по времени удержания туловища в положении на животе и спине (методика А. М. Рейзман и Ф. И. Багрова) до и после курса лечения. Изучение функционального состояния кардиореспираторной системы в ответ на действие физического фактора осуществлялось на основании динамики показателей функции внешнего дыхания и электрокардиографии, частоты сердечных сокращений, артериального давления.

Статистическая обработка материала выполнена с использованием программы для статистического анализа IBM SPSS Statistics v.19.0 методами параметрического и непараметрического анализа.

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению критерием Колмогорова — Смирнова. Для описания количественных показателей, имеющих нормальное распределение, рассчитывались средние арифметические величины (M) и ошибка среднего (m). Номинальные (качественные) данные описывались с указанием процентных долей. Статистическая значимость различий количественных показателей, имеющих нормальное распределение, оценивалась при помощи критерия Стьюдента. Сравнение номинальных данных проводилось с использованием критерия хи-квадрат. Значимыми принимались различия при $p < 0,05$.

Результаты

Проведенный анализ показал, что среди обследованных детей со сколиозом I степени большинство (60,0 %) составили девочки. Это согласуется с данными литературы о преобладании сколиоза у девочек пре- и пубертатного возраста [3, 4, 10].

У 70,0 % пациентов выявлялся грудно-поясничный тип сколиоза, грудной тип регистрировался у 25,0 %, поясничный — у 5,0 % детей. Следует отметить, что у всех детей отмечалась диспластическая форма сколиоза, в основе развития которой лежат нарушения обмена соединительной ткани.

Оценка ортопедического статуса позволила выявить у всех пациентов клинические проявления сколиоза в виде отклонения оси позвоночника во фронтальной плоскости, наличие «мышечного валика», асимметрию надплечий, углов лопаток, сглаженность треугольников талии. Ограничение подвижности позвоночника наблюдалось в 85,0 % случаев, пальпаторная болезненность — в 20,0 %.

Большинство детей (70,0 %), предъявляли жалобы на быструю утомляемость при физической нагрузке, 35,0 % — на периодические боли в спине.

Показатели силовой выносливости мышц туловища были снижены у всех пациентов, при этом в 85,0 % случаев уменьшение этого параметра не превышало 30,0 %, у 15,0 % детей было более выраженным (до 40 %).

В литературе представлены данные о возможности снижения объемных показателей у подростков с идиопатическим сколиозом, в том числе при начальных степенях деформации позвоночного столба, при отсутствии четкой корреляции между величиной угла деформации по Коббу и значением ФЖЕЛ. Зарубежными авторами описан значительный вклад уменьшения эластичности грудной клетки в снижение показателей форсированной жизненной емкости легких у таких пациентов [15].

Проведенное исследование функции внешнего дыхания (ФВД) не выявило снижения основных скоростных и объемных показателей у большинства обследованных пациентов (82,5 %). Средние значения показателей составляли соответственно: ФЖЕЛ (FVC) $98,43 \pm 2,43$, ОФВ1 (FEV1) $97,33 \pm 3,05$, пиковая скорость выдоха (PEF) $98,13 \pm 2,55$, МОС25 (MEF25) $98,10 \pm 2,99$, МОС50 (MEF50) $99,76 \pm 2,37$.

Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы проводился мониторинг артериального давления и частоты сердечных сокращений (ЧСС). Согласно полученным данным к началу исследования у всех детей эти показатели соответствовали значениям возрастных норм (систолическое давление $98,51 \pm 11,17$ мм рт. ст., диастолическое $62,66 \pm 5,83$ мм рт. ст., ЧСС $80,41 \pm 1,45$).

Вместе с тем у 32,5 % больных отмечалась выраженная лабильность АД и у 70,0 % — ЧСС по данным мониторинга.

Анализ данных электрокардиографического обследования показал наличие нарушений ритма сердца и проводимости в виде миграции предсердного водителя ритма, синусовой тахикардии, синусовой брадикардии в 20,0 % случаев, синусовой аритмии — у 35,0 %, изменения реполяризации миокарда желудочков, характеризующегося снижением амплитуды зубца Т во II, V 5, V 6 отведениях, — у 10,0 %, неполной блокады правой ножки пучка Гиса — у 10,0 % пациентов. Полученные результаты свидетельствуют о нарушении вегетативной регуляции сердечной деятельности и процессов возбуждения в синусовом узле.

Исследование проводилось в сравнительном аспекте у двух групп пациентов со сколиозом I степени: в основной группе применялась низкочастотная магнитотерапия, в группе сравнения — плацебо-воздействие. Группы были сопоставимы по всем исследуемым параметрам и наблюдались одновременно. Процедуры переносились хорошо, побочных реакций не отмечалось.

Проведенный анализ показал благоприятное влияние низкочастотной магнитотерапии на динамику клинических симптомов, характеризующуюся уменьшением ассиметрии надплечий, лопаток, сглаженности треугольников талии у 85,0 % детей, повышением степени подвижности позвоночника — у 95,0 %, уплощением «мышечного валика» — у 50,0 %. У пациентов с пальпаторной болезненностью под влиянием курсового воздействия низкочастотной магнитотерапии области позвоночника отмечалось уменьшение болевых ощущений, при этом в половине случаев симптом полностью купировался. В группе сравнения динамика была менее выраженной и отмечалась у статистически значимо меньшего числа детей.

Уменьшение клинической симптоматики заболевания сопровождалось повышением силовой выносливости мышц спины, более выраженным при применении низкочастотной магнитотерапии, что обусловлено активизацией кровообращения и ускорением трофических процессов в мышцах позвоночника под влиянием этого физического фактора (**рис. 1**). Прирост этого показателя регистрировался у статистически значимо

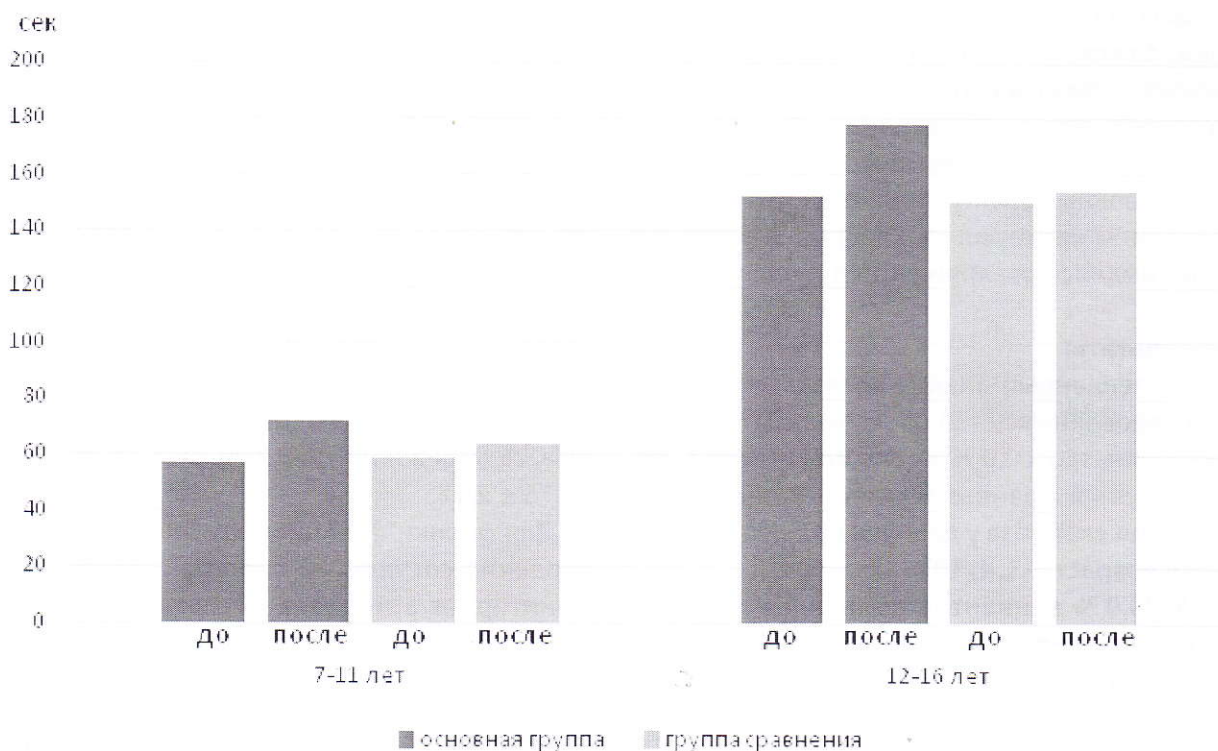


Рисунок 1. Динамика силовой выносливости мышц спины у детей со сколиозом I степени

Figure 1. Dynamics of strength endurance of back muscles in children with grade I scoliosis

($p = 0,013$) большего числа детей основной группы (90,0 %), чем в группе сравнения (55,0 %).

Известно, что деформации позвоночника и грудной клетки, возникающие при сколиозе, способствуют уменьшению объема полости грудной клетки, препятствуют физиологичному движению ребер, это влияет на механику мышц туловища и нарушает их симметричное участие в акте дыхания. Возникающие изменения определяют многофакторность снижения легочных объемов.

После курсового воздействия низкочастотной магнитотерапии отмечена отчетливая положительная динамика показателей кривой «поток — объем», о чем свидетельствовал статистически значимое увеличение легочных объемов (форсированной жизненной емкости легких и объема форсированного выдоха за 1 секунду) у 70 % больных (табл. 1). Индивидуальный анализ позволил выявить, что прирост ФЖЕЛ был обусловлен в первую очередь нормализацией этого показателя у пациентов с исходным умеренно сниженным его значением. Полученные благоприятные сдвиги связаны с улучшением функционального состояния мышц спины, принимающих участие в акте дыхания.

Формирование трехплоскостной деформации позвоночного столба при сколиозе влечет за собой нарушение сегментарной иннервации внутренних органов и систем, что может проявляться нарушением деятельности не только дыхательной, но и сердечно-сосуди-

стой системы. На ранних стадиях заболевания эти изменения редко сопровождаются яркой клинической симптоматикой, которая беспокоит пациентов. Однако своевременная диагностика и коррекция таких нарушений имеет важное значение для предупреждения развития хронической патологии [16–18].

Индикатором адекватного функционирования сердечно-сосудистой системы является частота сердечных сокращений и величина артериального давления. Мониторинг этих параметров до и после процедуры низкочастотной магнитотерапии выявил физиологические их колебания. В течение курса лечения статистически значимых изменений величин АД и ЧСС не отмечалось, как в основной группе, так и в группе сравнения. Вместе с тем, индивидуальный анализ показал снижение лабильности показателей АД и ЧСС у всех детей основной группы, что свидетельствовало о благоприятном влиянии низкочастотной магнитотерапии области позвоночника на деятельность сердечно-сосудистой системы.

По данным электрокардиографии после курса низкочастотной магнитотерапии, проводимой на область позвоночника, регистрировалось увеличение числа пациентов с синусовым сердечным ритмом и уменьшение — с проявлениями синусовой аритмии. Число детей с неполной блокадой правой ножки пучка Гиса сохранилось прежним. В контрольной группе динамики показателей ЭКГ не отмечалось (табл. 2).

Таблица 1

Динамика показателей функции внешнего дыхания у детей со сколиозом I степени

Table 1

Dynamics of respiratory function indicators in children with grade I scoliosis

Показатели	Основная группа (n = 20)			Группа сравнения (n = 20)		
	До	После	p	До	После	p
	M ± m	M ± m		M ± m	M ± m	
FVC	98,35 ± 2,20	100,25 ± 1,91	0,047	98,90 ± 3,28	104,50 ± 3,28	0,129
FEV1	97,00 ± 2,37	99,25 ± 2,77	0,017	97,50 ± 5,00	99,60 ± 4,61	0,132
PEF	97,95 ± 2,99	100,65 ± 3,05	0,11	98,50 ± 3,51	100,30 ± 3,45	0,264
MEF 25	99,40 ± 3,46	101,90 ± 3,55	0,09	95,50 ± 4,41	97,90 ± 4,80	0,201
MEF 50	100,20 ± 3,80	102,35 ± 4,62	0,275	98,90 ± 5,84	102,30 ± 6,93	0,76
FVC	104,05 ± 4,02	101,05 ± 4,02	0,876	104,4 ± 8,43	104,10 ± 8,61	0,841

Таблица 2

Динамика показателей электрокардиографии у детей со сколиозом

Table 2

Dynamics of electrocardiography parameters in children with scoliosis

Формы нарушений ритма сердца и проводимости	Основная группа (n = 20)		Группа сравнения (n = 20)	
	До	После	До	После
Синусовый ритм	20,0 %	50,0 %	30,0 %	40,0 %
Миграция предсердного водителя ритма	20,0 %	10,0 %	20,0 %	20,0 %
Синусовая аритмия	30,0 %	10,0 %	20,0 %	10,0 %
Неполная блокада правой ножки пучка Гиса	10,0 %	10,0 %	10,0 %	10,0 %
Метаболические нарушения в миокарде желудочков (уменьшения амплитуды зубца Т во II, V 5, 6 отведениях)	10,0 %	10,0 %	10,0 %	10,0 %
Синусовая тахикардия	10,0 %	0	10,0 %	10,0 %

Динамические сдвиги показателей электрокардиографии свидетельствовали о положительном влиянии низкочастотной магнитотерапии области позвоночника, на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, нормализацию процессов возбуждения в синусовом узле.

На основании проведенной комплексной оценки клинко-функциональных данных установлена более высокая эффективность в основной группе детей (85 %), чем в группе сравнения (55 %; $p = 0,038$).

Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований научно обоснована возможность и целесообразность применения низкочастотной магнитотерапии от аппарата «ПОЛИМАГ-02М» при сколиозе у детей. Показано благоприятное влияние низкоча-

стотной магнитотерапии области позвоночника, на течение сколиоза I степени у детей, что проявлялось уменьшением асимметрии надплечий, лопаток, сглаженности треугольников талии у 85,0 % детей, повышением степени подвижности позвоночника — у 95,0 %, уплощением «мышечного валика» — у 50,0 %. Отмечено улучшение функционального состояния и силовой выносливости мышц туловища у статистически значимо большего числа пациентов, получавших низкочастотную магнитотерапию, что сопровождалось благоприятной динамикой показателей работы кардиореспираторной системы.

Терапевтическая эффективность, хорошая переносимость, простота и безопасность, отсутствие побочных явлений, доступность метода обосновывают возможность применения низкочастотной магнитотерапии области позвоночника у детей со сколиозом I степени.

Источник финансирования: авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

Source of funding: The authors declare that they received no external funding for the research and publication.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

Все авторы подтверждают соответствие своего авторства согласно международным критериям ICMJE.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Тальковский Е. М., Выборнов Д. Ю., Крестьяшин В. М., Прикул В. Ф., Тарасов Н. И., Коротеев В. В. Комплексное применение высокоинтенсивной импульсной магнитотерапии и лечебной гимнастики в медицинской реабилитации: проспективное рандомизированное исследование детей со сколиозом II степени. Вестник восстановительной медицины 2022; 21 (4): 88–96. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-4-88-96> [Talkovsky E. M.,

Vybornov D.Yu., Krestyashin V.M., Prikuls V.F., Tarasov N.I., Koroteev V.V. Complex use of high-intensity pulsed magnetic therapy and therapeutic gymnastics in medical rehabilitation: a prospective randomized study of children with grade II scoliosis. *Bulletin of Restorative Medicine* 2022; 21 (4): 88–96. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-4-88-96> (In Russ.)

2. Heideken, J., Iversen, M. D. & Gerdhem, P. Rapidly increasing incidence in scoliosis surgery over 14 years in a nationwide sample. *Eur Spine J* 27, 286–292 (2018). <https://doi.org/10.1007/s00586-017-5346-6>

3. Зайцева Т.Н. Общие принципы диагностики и консервативного лечения идиопатического сколиоза. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2020;19 (2):123–131. DOI: <http://doi.org/10.17816/1681-3456-2020-19-2-9> [Zaitseva T.N. General principles of diagnosis and conservative treatment of idiopathic scoliosis. *Physiotherapy, balneology and rehabilitation*. 2020;19 (2):123–131. DOI: <http://doi.org/10.17816/1681-3456-2020-19-2-9>] (In Russ.)

4. Ma K, Wang C, Huang Y, Wang Y, Li D, He G. The effects of physiotherapeutic scoliosis-specific exercise on idiopathic scoliosis in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy*. 2023 Dec;121:46–57. doi: 10.1016/j.physio.2023.07.005. Epub 2023 Jul 24. PMID: 37820462. [

5. Куликов А.Г., Зайцева Т.Н., Пыжневская О.П., Иванова Е.Р. Сколиоз у детей: новые подходы к решению важной медико-социальной проблемы. Медико-социальная экспертиза и реабилитация. 2016; 19 (4): 178–181. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1560-9537-2016-19-4-178-181> [Kulikov A.G., Zaitseva T.N., Pyzhevskaya O.P., Ivanova E.R. Scoliosis in children: new approaches to solving an important medical and social problem. *Medical and social examination and rehabilitation*. 2016; 19 (4): 178–181. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1560-9537-2016-19-4-178-181>] (In Russ.)

6. Мирютова Н., Липина Е., Степаненко Н. Дифференцированная комплексная физиотерапия подростков с идиопатическим сколиозом // Врач 2013 — № 1–80–83. [Mirjutova N., Lipina E., Stepanenko N. Differentiated complex physiotherapy of adolescents with idiopathic scoliosis // *Doctor* 2013 — No. 1–80–83.] (In Russ.)

7. Ma K, Wang C, Huang Y, Wang Y, Li D, He G. The effects of physiotherapeutic scoliosis-specific exercise on idiopathic scoliosis in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy*. 2023 Dec;121:46–57. doi: 10.1016/j.physio.2023.07.005. Epub 2023 Jul 24. PMID: 37820462.

8. Da Silveira GE, Andrade RM, Guilhermino GG, Schmidt AV, Neves LM, Ribeiro AP. The Effects of Short- and Long-Term Spinal Brace Use with and without Exercise on Spine, Balance, and Gait in Adolescents with Idiopathic Scoliosis. *Medicina (Kaunas)*. 2022 Jul 29;58 (8):1024. doi: 10.3390/medicina58081024. PMID: 36013490; PMCID: PMC9413676.

9. Перспективные направления применения магнитотерапии в педиатрии / М.А. Хан, М.А. Рассулова, А.В. Иванов [и др.] // Кремлевская медицина. Клинический вестник. — 2016. — № 3. — С. 126–129. [Promising areas of application of magnetic therapy in pediatrics / M.A. Khan, M.A. Rassulova, A.V. Ivanov [et al.] // *Kremlin Medicine. Clinical Bulletin*. — 2016. — No. 3. — P. 126–129] (In Russ.)

10. Хан М.А., Разумов А.Н., Погонченкова И.В., Корчажкина Н.Б. Физическая и реабилитационная медицина в педиатрии. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022 [Khan M.A., Razumov A.N., Pogonchenkova I.V., Korchazhkina N.B. *Physical and rehabilitation medicine in pediatrics*. — 2nd ed., revised. and additional — Moscow: GEOTAR-Media, 2022]. (In Russ.)

11. Детская курортология: руководство для врачей / М.А. Хан, А.Н. Разумов, И.В. Погонченкова [и др.]. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2024. — 488 с. — ISBN 978-5-9704-8026-7. — DOI 10.33029/9704-8026-7-PRM-2024-1-488. — EDN GCXTTR [Children's balneology: a guide for doctors / M.A. Khan, A.N. Razumov, I.V. Pogonchenkova [and others]. — Moscow: Limited Liability Company Publishing Group «GEOTAR-Media», 2024. — 488 p. — ISBN 978-5-9704-8026-7. — DOI 10.33029/9704-8026-7-PRM-2024-1-488. — EDN GCXTTR]. (In Russ.)

12. Методы физиотерапии в медицинской реабилитации детей со сколиозом / М.А. Хан, Е.М. Тальковский, Д.Ю. Выборнов [и др.] // Физиотерапевт. — 2023. — № 5. — С. 104–111. — DOI 10.33920/med-14-2305-11. — EDN WIENCQ. [Physiotherapy methods in medical rehabilitation of children with scoliosis / M.A. Khan, E.M. Talkovsky, D.Yu. Vybornov [et al.] // *Physiotherapist*. — 2023. — No. 5. — P. 104–111. — DOI 10.33920/med-14-2305-11. — EDN WIENCQ]. (In Russ.)

13. Современные немедикаментозные технологии медицинской реабилитации детей / К.В. Котенко, М.А. Хан, Н.Б. Корчажкина [и др.]. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2022. — 440 с. — ISBN 978-5-9704-7062-6. — DOI 10.33029/9704-7062-6-MTM-2022-1-440. — EDN IBGAKQ [Modern non-drug technologies for medical rehabilitation of children / K.V. Kotenko, M.A. Khan, N.B. Korchazhkina [et al.]. — Moscow: Limited Liability Company Publishing Group «GEOTAR-Media», 2022. — 440 p. — ISBN 978-5-9704-7062-6. — DOI 10.33029/9704-7062-6-MTM-2022-1-440. — EDN IBGAKQ]. (In Russ.)

14. Реабилитация в травматологии и ортопедии: руководство / В.А. Епифанов, А.В. Епифанов, М.С. Петрова [и др.]. — 3-е издание, переработанное и дополненное. — Москва: Общество с ограниченной ответственностью Издательская группа «ГЭОТАР-Медиа», 2021. — 560 с. — ISBN 978-5-9704-6164-8. — EDN YUNBYV [Rehabilitation in traumatology and orthopedics: a manual / V.A. Epifanov, A.V. Epifanov, M.S. Petrova [et al.]. — 3rd edition, revised and supplemented. — Moscow: Limited Liability Company Publishing Group «GEOTAR-Media», 2021. — 560 p. — ISBN 978-5-9704-6164-8. — EDN YUNBYV]. (In Russ.)

15. Almahmoud OH, Baniodeh B, Musleh R, Asmar S, Zyada M, Qattousah H. Overview of adolescent idiopathic scoliosis and associated factors: a scoping review. *Int J Adolesc Med Health*. 2023 Nov 21;35 (6):437–441. doi: 10.1515/ijamh-2023-0166. PMID: 37982659.
16. Tsiligiannis, T., Grivas, T. Pulmonary function in children with idiopathic scoliosis. *Scoliosis* 7, 7 (2012). <https://doi.org/10.1186/1748-7161-7-7>
17. Косенко Ю.В., Менджеричский А.М., Трегубенко О.А. Особенности биохимических и функциональных показателей у детей со сколиозом II степени // *Фундаментальные исследования*. — 2013. — № 3–2. — С. 312–316 [Kosenko Yu.V., Mendzheritsky A.M., Tregubenko O.A. Features of biochemical and functional parameters in children with grade II scoliosis // *Fundamental research*. — 2013. — No. 3–2. — P. 312–316] (In Russ.)
18. Макарова В.И., Черноземов В.Г., Ефимова Н.В., Краева Н.В. Соединительнотканые дисплазии сердца и сосудистый тонус при сколиозах начальных степеней у детей школьного возраста // *Экология человека*. — 2013. — № 9. — С. 40–43. [Makarova V.I., Chernozemov V.G., Efimova N.V., Kraeva N.V. Connective tissue dysplasia of the heart and vascular tone in initial scoliosis in school-age children // *Human ecology*. — 2013. — No. 9. — P. 40–43] (In Russ.)

Получена 15.01.2025

Received 15.01.2025

Принята в печать 20.02.2025

Accepted 20.02.2025

ПОДРОБНАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПОДПИСКЕ:
телефон: +7 (495) 274-2222 (многоканальный).
E-mail: podpiska@panor.ru www.panor.ru