

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ У ДЕТЕЙ СО СКОЛИОЗОМ МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Т.В. Хаймина<sup>1</sup>, Т.В. Авалиани<sup>2</sup>, Д.Ю. Пинчук<sup>1</sup>, М.Г. Дудин<sup>1</sup>, А.В. Арсеньев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> СПб ГУЗ «Восстановительный центр детской ортопедии и травматологии «Огонёк», гл. врач – д.м.н. профессор М.Г. Дудин

<sup>2</sup> НИИ экспериментальной медицины СЗО РАМН, директор – член-кор. РАМН д.м.н. профессор Н.С. Сапронов Санкт-Петербург

Биотестирование сыворотки крови детей 9–14 лет с I–II степенью идиопатического сколиоза (по В.Д. Чаклину) выявило изменение нейрогуморального фона по сравнению с возрастной нормой. В схеме лечения этого заболевания применяли магнитно-импульсную терапию с уровнем индукции поля до 1,5 Тл и/или электрофорез. Повторное тестирование показало, что изолированное магнитно-импульсное воздействие вызывает нормализацию нейропептидного регулирования при положительном клиническом эффекте.

**Ключевые слова:** сколиоз, биотестирование, магнитно-импульсная терапия, электрофорез, нейрогуморальная регуляция.

## ESTIMATION OF EFFICIENCY OF PHYSIOTHERAPEUTICAL TREATMENT FOR SCHOLIOSIS IN CHILDREN WITH BIOTESTING

T.V. Khaymina, T.V. Avaliani, D.Yu. Pinchuk, M.G. Dudin, A.V. Arseniev

Blood serum biotesting in children of 9–14 years old with idiopathic scoliosis of I–II level (according to V.D. Chaklin) revealed neurohumoral background change in comparison with age-related standard. Treatment regiment of this disease included magneto impulse therapy with field induction up to 1,5 Tl or/and electrophoresis. Repeated testing displayed that isolated magneto impulse influence evokes neuro-peptide regulation normalization under the most positive clinical effect.

**Key words:** scoliosis, biotesting, children, magneto-impulsive therapy, electrophoresis, neurohumoral regulation.

### Введение

Многообразие и сложность элементов, составляющих функциональную систему позвоночного столба, определяет необходимость комплексного подхода к его изучению, а при лечении его деформации – учета всего многообразия функций.

Одним из основных моментов механогенеза сколиоза является поворот (скручивание) позвоночного столба. Это осуществляется за счет асимметричного распределения тонических усилий мышц, участвующих в обслуживании его ротационных движений [8]. Реализация этого механизма возможна при выбросе в кровь регуляторных веществ пептидной природы – аналогов, так называемых факторов поздней асимметрии (ФПА), открытых в конце 70-х годов прошлого века учеными НИИ экспериментальной медицины РАМН [3]. Соединения этого класса играют роль нейромодуляторов в процессе

транссинаптической передачи, т.е. стимулируют или тормозят нервную передачу, реализуемую с помощью традиционных нейротрансмиттеров [7, 10]. Данные биологически активные вещества присутствуют в ткани мозга, ликворе и сыворотке крови. Видонеспецифичность этих факторов позволяет при их субдуральном введении индуцировать у животного-реципиента элементы двигательной патологии, идентичные как по характеру, так и по стороне тем, которые развиваются у донора [1, 2, 4,]. При сколиозе у детей регистрируется асимметрия ЭМГ-ответов параспинальных мышц, зависящая от стороны поражения и степени выраженности патологии [9]. Введение сыворотки крови, взятой у детей 8–12 лет с III–IV степенью сколиоза, вызывает у интактных крыс-реципиентов изменение ЭМГ-показателей двигательных реакций в мышцах задних конечностей преимущественно на стороне поражения донора и соответствует степени выраженности заболевания [6]. Эти изменения свя-

заны с присутствием в сыворотке крови детей со сколиозом специфических веществ нейропептидной природы.

В данной работе мы использовали метод биотестирования для оценки эффективности лечения детей с начальной симптоматикой сколиоза на основе выявления изменений нейрогуморального фона при использовании в курации электрофореза и магнитно-импульсной терапии (МИТ) с заданными параметрами на область паравертебральных мышц.

## Материал и методы

**Методы диагностики и курации.** Проведено биотестирование венозной сыворотки крови (СК), полученной от 36 пациентов с I–II степенью сколиоза в возрасте 9–14 лет, находящихся на лечении в СПб ГУЗ ВЦДОиТ «Огонёк». Тестирование осуществляли в начале и конце лечения. Продолжительность курса лечения составляла 30–45 дней. В качестве контроля была протестирована СК здоровых детей (n=10) и детей с III–IV степенью сколиоза (n=38).

**Методы проводимого лечения.** В схеме комплексного лечения сколиоза применялись следующие физиотерапевтические методы: МИТ и элект-

рофорез (с прозеринумом, лидазой и эуфиллином). МИТ проводилась аппаратом «АМИТ-02» с уровнем индукции 0,75–1,5Тл, длительностью импульса 40 мс и частотой 1 Гц, длительность процедуры 12 минут, на курс 12 процедур. Процедура электрофореза проводилась аппаратом «Эльфор-проф» с силой тока 5 мА, длительностью 12 минут, курс 10 процедур. Кроме того, все пациенты занимались ЛФК, плаванием и получали курс лечебного массажа.

**Клинические методы оценки состояния пациентов.** Состояния пациентов оценивали по данным клинического осмотра с оценкой ортопедического статуса и при помощи инструментальных методов обследования: рентгенографии, электромиографии, оптической топографии и стабилотрии. Результаты обследований и коэффициента эффективности лечения представлены в таблице 1.

Оценку проводили до и после курса лечения. Коэффициент эффективности (К) вычисляли по отношению суммы баллов до лечения к сумме баллов при выписке пациента.  $K > 2,0$  – соответствует значительному улучшению;  $K = 1,2-1,99$  – улучшению;  $K = 1,06-1,19$  – незначительному улучшению;  $K = 0,95-1,05$  – состоянию без динамики;  $K < 0,95$  – ухудшению.

Оценка состояния пациента

Таблица 1

Параметры	Баллы				
	1	2	3	4	5
Жалобы	нет	асимметрия туловища	слабость, боль при нагрузках	то же + боль при сидении, стоянии	то же + боль в покое
Клиника	нарушения осанки	сколиоз I ст.	сколиоз II ст.	сколиоз III ст.	сколиоз IV ст.
Интегральный показатель осанки	<0,5	0,50–0,75	0,75–1,50	1,5–2,0	>2
Силовая выносливость мышц живота, мин.	>3	2–3	1–2	0,5–1,0	<0,5
Силовая выносливость мышц спины, мин.	>4	3–4	2–3	1–2	<1
Топограф. макс. отклонение ост. отростков, мм	<3	3,1–6,0	6–12	12,1–24,0	>24,1
Топографический угол деформации, град.	<3 для грудного отдела и <5 для поясничного	3,1–10,0 для грудного и 5,1–10,0 для поясничного отдела	10,1–25,0	25,1–45,0	>45,1
Рентгенологическое изменение величины дуги, град.	<5	5–10	11–30	31–50	>51
Показатель асимметрии ЭМГ	1,0–1,1	1,2–1,3	1,31–1,50	1,51–1,70	>1,71
Коэффициент опорности	>0,90	0,89–0,70	0,69–0,60	0,59–0,50	<0,50

**Метод биотестирования.** Биотестирование проводилось на спинализированных белых крысах в грудном отделе (самцы Вистар, масса 180–200 г, n=130). Все животные находились на одинаковой диете (брикетированный корм, овощи и вода). Обращение с животными соответствовало правилам, принятым Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных целей (Страсбург, 1986).

Непосредственно процедура биотестирования заключалась в том, что через 30 мин после перерезки спинного мозга в грудном отделе у крыс (рауш-наркоз) одновременно регистрировали частоту спонтанной и вызванной электро-раздражением ЭМГ-активности мышц задних конечностей (*mm. gastrocnemius*, *mm. tibialis anterior*) справа и слева. После чего через катетер в спинномозговой канал на уровне люмбальных сегментов вводили сыворотку венозной крови (СК) пациентов в дозе 0,1 мл. Через 20 и 40 мин после введения проводили повторное тестирование ЭМГ-активности мышц. Регистрацию проводили по ранее разработанной методике [2, 6]. В каждом эксперименте определялся суммарный коэффициент изменений двигательных реакций (Кдв.н.). При расчете коэффициента учитывали: уменьшение или увеличение не менее чем на 30–50% частоты спонтанной и вызванной ЭМГ-активности, разнонаправленность этих изменений, асимметрию ЭМГ-ответов в мышцах правой и левой лап, реципрокные нарушения в вызванных ЭМГ-реакциях. Степень выраженности каждого нарушения оценивали в баллах (от 0 до 2). Сумма баллов составляла величину Кдв.н. Кроме этого, высчитывали коэффициент асимметрии (Касс.), указывающий на преимущественные нарушения справа или слева. Проводилось сопоставление коэффициентов, полученных до и после курса лечения. При статистической обработке использовался непараметрический метод Манна-Уитни и точный критерий Фишера [5].

## Результаты

Биотестирование СК здоровых детей в возрасте 10–13 лет не выявляет значительных перестроек в двигательной сфере реципиентов. Кдв.н. у них составляет 2–5 балла. При сколиозе IV степени Кдв.н. равняется  $18 \pm 3,3$  балла [6].

Биотестирование СК детей с I–II степенью сколиоза до лечения показало, что коэффициент двигательных нарушений равнялся  $12 \pm 2,4$  балла. СК пациентов вызывала увеличение рефлекторных ЭМГ-реакций при прямой стимуляции мышц реципиента, а также нарушение реципрокности мышц-антагонистов. Показатели

спонтанных ЭМГ реакций большинства пациентов соответствовали показателям здоровых детей (рис. 1, 2). Таким образом, по результатам биотестирования выявлено, что для начальной стадии развития сколиоза наиболее значимыми являются иррадиация возбуждения в мышцы стороны поражения и нарушение реципрокности при прямой электростимуляции мышц на контралатеральной стороне, а также увеличение рефлекторных ЭМГ-реакций в мышцах-сгибателях реципиентов.

После курса лечения у всех пациентов отмечалось уменьшение или отсутствие жалоб и увеличение силовой выносливости мышц спины и живота. Рентгенологическое обследование детей при выписке не проводилось (отказ родителей, большая лучевая нагрузка). В зависимости от способа лечения пациенты разделены на 3 группы: 1 группа – получали только МИТ (n=12), 2 группа – проводились МИТ и электрофорез поочередно (n=12) и 3 группа – МИТ и электрофорез последовательно (n=12). В данных группах выявлены различия по следующим показателям:

- компьютерная оптическая топография спины: группа 1 - улучшение наблюдалось в 100% случаев, средняя коррекция деформации составляла 28,5%; группа 2 – улучшение наблюдалось в 91%, коррекция деформации составляла 15,8%; группа 3 – улучшение наблюдалось в 83%, коррекция деформации 11 %;

- стабилотография (опорность ног): улучшение наблюдалось в 100% случаев, средняя коррекция по группам соответствовала: группа 1 - 8,8%, группа 2 – 3,3%, группа 3 – 0,6%.

Сопоставление результатов биотестирования и эффективности, проводимого лечения, представлены в таблице 2.

Приведённое выше можно проиллюстрировать клиническими примерами.

Клинический пример 1.

Большая К., 10 лет, поступила на лечение в ВЦДОиТ «Огонёк» с диагнозом правосторонний грудопоясничный сколиоз II степени. При клиническом осмотре определено отклонение оси позвоночного столба в пределах II степени, осанка вялая. При первичном инструментальном обследовании по данным отпической топографии правосторонняя дуга имела  $19^\circ$ . ЭМГ-диагностика выявила асимметрию паравертебральных мышц. Биомеханическое обследование показало смещение центра тяжести. В Центре в течение 45 дней пациентка получала консервативное лечение: лечебная физкультура (ЛФК), массаж, курс МИТ (12 процедур), а затем курс электрофореза (8 процедур).

Клинический осмотр после лечения показал улучшение осанки, отклонение оси позвоночного столба

в пределах I степени. При повторном обследовании по данным оптической топографии правосторонняя дуга была всего 7°. Уменьшилась асимметрия мышц и разноопорность ног. По таблице «Оценка эффективности лечения» коэффициент эффективности соответствовал значительному улучшению (K=2,07).

По результатам биотестирования (рис. 1) спонтанная ЭМГ как в начале, так и после лечения соответствовала контрольным показателям. Рефлексы в мышцах правой конечности реципиента до лечения были увеличены в 1,5–2 раза по сравнению с исходными показателями.

После курса МИТ вызванная электростимуляцией ЭМГ-активность у реципиента снизилась, но сохранилась асимметрия рефлексов. Сохранялось нарушение реципрокных отношений в мышцах правой конечности и иррадиация возбуждения в мышцах справа. Кдв.н. снизился до 5 баллов, что соответствует норме. СК, введенная реципиенту после курса электрофореза, вызвала снижение рефлекторной активности мышц и отсутствие асимметрии в ЭМГ-реакциях. Кдв.н. незначительно возрос.

Таблица 2

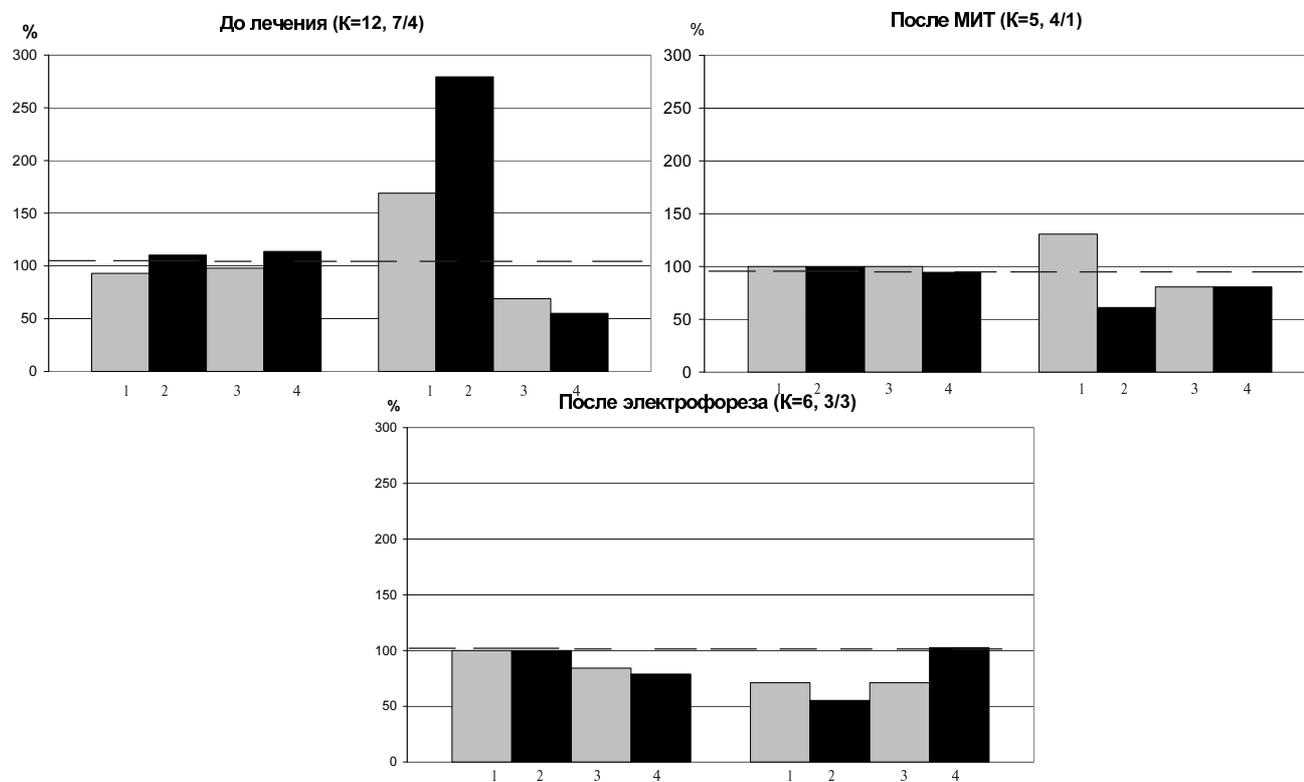
Коэффициенты эффективности лечения  
и средние показатели биотеста у пациентов с разными методами лечения

Группы пациентов	Клиническая оценка лечения (коэффициент эффективности, баллы)	Суммарные показатели улучшения по биотесту, %
1 группа – только МИТ (n=12)	1.42±0.06	67±2,7
2 группа – МИТ +электрофорез поочередно (n=12)	1.3±0.04*	54±2,7**
3 группа – МИТ +электрофорез последовательно (n=12)	1.06±0.08**	46±2.1**

Примечание:

\* – p<0,05

\*\* – p <0,01 по сравнению с 1 группой.



**Рис. 1.** Изменение частоты спонтанных (А) и вызванных (Б) ЭМГ-реакций мышц задних конечностей реципиента на введение СК, взятой у больной К., 10 лет, до и после лечения

Обозначения: 1,3 – *m.m. tibialis ant.*, 2,4 – *m.m. gastrocnemius* справа, слева; пунктирная линия – исходный уровень ЭМГ-активности у реципиента; К – коэффициент двигательных нарушений

### Клинический пример 2.

Больная С., 14 лет, поступила на лечение в ВЦДОИТ «Огонёк» с диагнозом: правосторонний грудно-поясничный сколиоз II степени. При клиническом осмотре определено отклонение оси позвоночного столба в пределах II степени, ослабленная осанка. При первичном инструментальном обследовании по данным оптической топографии дуга имела  $17^\circ$ . При ЭМГ-диагностике выявлена асимметрия паравертебральных мышц. В течение двух месяцев в Центре девочка получала следующее лечение: ЛФК, массаж, плавание, курс МИТ (15 процедур) в сочетании, т.е. через день с электрофорезом (10 процедур).

После лечения выявлено улучшение осанки, отклонение оси позвоночного столба, как и при первичном осмотре, соответствовало II степени. Повторные инструментальные обследования показали незначительное уменьшение дуги и асимметрии мышц. По таблице «Оценка эффективности лечения» коэффициент соответствовал незначительному улучшению ( $K=1,17$ ). Результаты биотестирования СК больной С. (рис. 2) показали асимметрию спонтанной и вызванной ЭМГ-активности, которая даже возросла после проведенного лечения. Данная тактика лечения привела к некоторому снижению Кдв.н. за счет нормализации реципрокных отношений в вызванных реакциях.

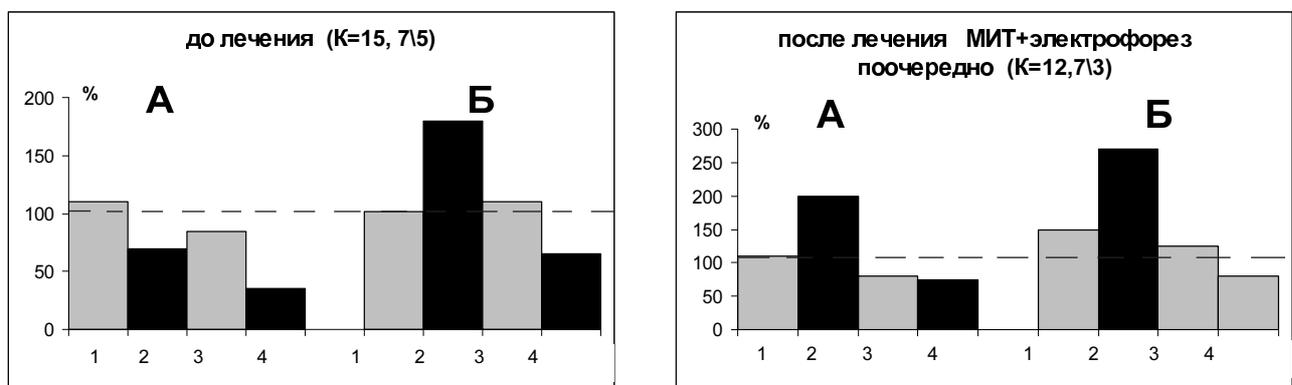
Таким образом, нами показано, что введение СК, взятой у детей с начальной симптоматикой сколиоза, приводит к изменению нервно-мышечной регуляции у спинализированного животного-реципиента в соответствии с направлением и выраженностью сколиотической дуги. Данные показатели могут быть использованы для ранней диагностики заболевания.

В сравнении с результатами биотестирования СК пациентов с III–IV степенями сколиоза в данной группе Кдв.н. хотя и был несколько ниже, но достигал  $12 \pm 2,4$  балла. Есть основание счи-

тать, что высокие коэффициенты, по сравнению с нормой, могут быть обусловлены уже имеющейся, даже при слабо выраженной клинической симптоматике, повышенной активностью нейрогуморальных процессов.

### Выводы

Проведение разных методов лечения у детей с I–II степенью сколиоза выявило, что изолированное применение магнитно-импульсной терапии наиболее эффективно по сравнению с другими вариантами – в биотесте у реципиента наблюдалась нормализация тонических и рефлекторных ЭМГ-реакций, отсутствие или снижение иррадиации в мышцы противоположной конечности. В тех случаях, когда применяли МИТ и электрофорез последовательно, у реципиентов регистрировали нарушение рефлекторной ЭМГ-активности и увеличение иррадиации в мышцах, но при этом тонические ЭМГ-реакции улучшались. При поочередном применении МИТ и электрофореза тонические реакции ухудшались. Только у половины пациентов данный способ лечения приводил к улучшению рефлекторных реакций, а в 50% наблюдалось ухудшение. Оказалось, что применение МИТ с электрофорезом поочередно, т.е. через день приводило к наименее выраженным положительным результатам лечения, что согласуется и с клиническими данными (см. табл. 2). Проведение электрофореза после окончания МИТ незначительно изменяло характер взаимодействия мышечных групп у реципиента и могло оказывать как положительный, так и отрицательный эффект. Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что проведение только МИТ наиболее целесообразно у детей с начальной симптоматикой сколиоза.



**Рис. 2.** Изменение частоты спонтанных (А) и вызванных (Б) ЭМГ-реакций мышц задних конечностей реципиента на введение СК, взятой у больной С., 14 лет, до и после лечения. Обозначения: см. рис. 1.

## Литература

1. Авалиани, Т.В. Латерализация травмы у самок-крыс определяет иммунный и неврологический статус потомства / Т.В. Авалиани // Рос. физиол. журн. им. И.М. Сеченова. — 2000. — Т.86. №12. — С.1565—1572.
2. Богданов О.В. Аfferентная детерминация образования трансферного фактора в спинном мозге крыс / О.В. Богданов, Е.Л. Михайленок Т.В., Авалиани // Бюл. эксперим. биол. и мед. — 1987. — № 10. — С. 396—398.
3. Варганиян Г.А. Явление эндогенной химической регуляции восстановления центральных двигательных расстройств человека и животных : открытие СССР, зарег. в Госреестре открытий СССР №365 от 30 ноября 1989 г.
4. Варганиян Г.А. Химическая симметрия и асимметрия мозга / Г.А. Варганиян Б.И. Клементьев. — М., 1991. — 151 с.
5. Гланц С.М. Медико-биологическая статистика / С.М. Гланц. — М. : Практика, 1999. — 132 с.
6. Дудин, М. Г. Выявление особенностей нейрогуморальной регуляции опорно-двигательного аппарата у больных идиопатическим сколиозом методом биотестирования / М.Г.Дудин, Авалиани Т.В., Пинчук Д.Ю. // Хирургия позвоночника. — 2004. — №2. — С. 59—68.
7. Тихомирова, Л.И. Электрофизиологическое исследование следовых изменений возбудимости в спинном мозгу крысы / Л.И. Тихомирова, И.Г. Куман, Л.П. Латаш // Физиологический журнал СССР. — 1976. — Т.62, №8. — С. 1110—1117.
8. Травматология и ортопедия : руководство для врачей / под ред. Ю.Г. Шапошникова. — М. : Медицина, 1997. — Т. 3. — С. 155—176.
9. Feipel, V. Electromyogram and kinematic analysis of lateral bending in idiopathic scoliosis patients / V. Feipel [et al.] // Med. Biol. Eng. Comput. — 2002. — Vol. 40, N 5. — P. 497—505.
10. Snyder, S.H. Brain peptides as neurotransmitters / S.H. Snyder // Scienc. — 1980. — Vol. 209, N 4460. — P. 976—983.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Хаймина Татьяна Владимировна — заведующая отделением №1 СПб ГУЗ «Восстановительный центр детской ортопедии и травматологии «Огонёк»

e-mail: hiv80@mail.ru;

Авалиани Татьяна Варламовна — к.б.н. старший научный сотрудник НИИ экспериментальной медицины СЗО РАМН

e-mail: tanaavaleeani@mail.ru;

Пинчук Дмитрий Юрьевич — д.м.н. профессор, консультант СПб ГУЗ «Восстановительный центр детской ортопедии и травматологии «Огонёк»;

Дудин Михаил Георгиевич — д.м.н. профессор, главный врач СПб ГУЗ «Восстановительный центр детской ортопедии и травматологии «Огонёк»

e-mail: dudin@admiral.ru;

Арсеньев Алексей Валентинович — к.м.н. заведующий отделением №4, к.м.н. СПб ГУЗ «Восстановительный центр детской ортопедии и травматологии «Огонёк»

e-mail: stivamat@rambler.ru.