

ра: ООО «Офорт», 2008. 159 с.

2. Борисова Т.П., Багдасарова И.В. Инфекция мочевой системы у детей. Ч. 1: Причины, механизмы развития, клинические проявления: клинические лекции // Здоровье ребенка. 2007. № 3 (6). С. 12–20.

3. Гринзайд Ю.М., Гринзайд М.И. Иммунологические аспекты пелоидотерапии. В кн.: Матер.научно-практич. конф. «Актуальные вопросы курортной терапии». Тула-Краинка, 1998. 131 с.

4. Двужилова Т.К. Курортное лечение как один из этапов в системе обслуживания детей, больных пиелонефритом. В кн.: Питьевые минеральные воды. Пятигорск, 1976. С. 103–105.

5. Лебедев Е.В. Минеральная вода «Серебряный ключ» и другие природные лечебные факторы санатория «Рассветы над Бией» курорта «Бехтемирский». Методич. рекомендации. Барнаул, 2003. 38 с.

6. Папаян А.В., Савенкова Н.Д. Клиническая нефрология детского возраста: руководство для врачей. СПб: СОТИС, 1997. 718 с.

7. Хадарцев А.А., Купеев В.Г., Зиллов В.Г., Морозов В.Н., Тутаяева Е.С. Диагностические и лечебно-восстановительные технологии при сочетанной патологии внутренних органов и систем: Монография. Тула: Тульский полиграфист, 2003. 172 с.

8. Хан М.А., Новикова Е.В. Медицинская реабилитация детей с хроническим пиелонефритом. // Вестник восстановительной медицины. 2012. № 5. С. 28–30.

9. Шведунова Л.Н., Ходова Т.В. Пелоидотерапия в реабилитации детей, живущих в экологически неблагоприятных регионах // Вестник новых медицинских технологий. 2011. №3. С. 151–152.

References

1. Adaykin VI, Ausheva FI, Burykin YuG, Vechkanov IN, Vishnevskiy VA, Dobrynin YuV, Es'kov VM, Es'kov VV, Zhivoglyad RN, Kurzina SYu, Lazarev VV, Loginov SI, Pashnin AS, Polukhin VV,

Popova NB, Prokop'ev MN, Filatov MA, Filatova OE, Khadartsev AA, Khadartseva KA, Khisamova AV, Chanturiya SM. Sistemnyy analiz, upravlenie i obrabotka informatsii v biologii i meditsine. Chast' VII. Sinergeticheskiy kompartmentno-klasternyy analiz i sintez dinamiki povedeniya vektora sostoyaniya organizma cheloveka na severe RF v usloviyakh sanogenez a i patogenez a. Samara: ООО «Ofort»; 2008. Russian.

2. Borisova TP, Bagdasarova IV. Infektsiya mochevoy sistemy u detey. Ch. 1: Prichiny, mekhanizmy razvitiya, klinicheskie proyavleniya: klinicheskie lektzii. Zdorov'e rebenka. 2007;3(6):12-20. Russian.

3. Grinzayd YuM, Grinzayd MI. Immunologicheskie aspekty peloidoterapii. V kn.: Mater.nauchno-praktich. konf. «Aktual'nye voprosy kurortnoy terapii». Tula-Krainka; 1998. Russian.

4. Dvuzhilova TK. Kurortnoe lechenie kak odin iz etapov v sisteme obsluzhivaniya detey, bol'nykh pielonefritom. V kn.: Pit'evye mineral'nye vody. Pyatigorsk; 1976. Russian.

5. Lebedev EV. Mineral'naya voda «Serebryanny klyuch» i drugie prirodnye lechebnye faktory sanatoriya «Rassvety nad Biey» kurorta «Bekhtemirskiy». Metodich. rekomendatsii. Barnaul; 2003. Russian.

6. Papayan AV, Savenkova ND. Klinicheskaya nefrologiya detskogo vozrasta: rukovodstvo dlya vrachey. SPb: SOTIS; 1997. Russian.

7. Khadartsev AA, Kupeev VG, Zilov VG, Morozov VN, Tutayeva ES. Diagnosticheskie i lechebno-vosstanovitel'nye tekhnologii pri sochetannoy patologii vnutrennikh organov i sistem: Monografiya. Tula: Tul'skiy poligrafist; 2003. Russian.

8. Khan MA, Novikova EV. Meditsinskaya reabilitatsiya detey s khronicheskim pielonefritom. // estnik vosstanovitel'noy meditsiny. 2012;5:28-30. Russian.

9. Shvedunova LN, Khodova TV. Peloidoterapiya v reabilitatsii detey, zhivushchikh v ekologicheski neblagopriyatnykh regionakh. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2011;3:151-2. Russian.

УДК: 616.31.-72.616-002.77

DOI: 10.12737/9081

ПРИМЕНЕНИЕ ТГЧ-ТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОЙ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ СО СТАТИЧЕСКИМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ СТОП

С.И. КИРЕЕВ, А.М. ИМАМОВ, В.Н. БЕЛОНОГОВ, В.С. КИРЕЕВ, Д.А. ИМАМОВА

ГБОУ ВПО Саратовский ГМУ им. В.И.Разумовского Минздрава России,
ул. Большая Казачья, 112, Саратов, Россия, 410012

Аннотация. Целью настоящего исследования было изучение эффективности применения электромагнитного излучения на частотах молекулярного спектра оксида азота в восстановительном лечении пациентов со статическими деформациями переднего отдела стопы. Было установлено, что данный метод позволяет улучшить результаты лечения пациентов с данной патологией по сравнению с традиционными методами физиотерапии (магнитотерапией). Комплексная послеоперационная реабилитация с применением ТГЧ-НО терапии оказывает наиболее благоприятное воздействие на реологические свойства цельной крови и микроциркуляцию у больных со статическими деформациями переднего отдела стопы. С применением ТГЧ-НО терапии произошли благо-

приятные изменения реологических свойств крови, проявляющиеся снижением вязкости цельной крови, агрегационной способности эритроцитов и увеличением их деформируемости. В группе больных, которым проводилась магнитотерапия, в агрегационных свойствах эритроцитов и их текучести существенных изменений не было выявлено, что свидетельствовало о сохраняющихся нарушениях во внутрисосудистом звене микроциркуляции к моменту завершения курса послеоперационного восстановительного лечения. Было установлено, что данные нашего исследования не соответствуют закону нормального распределения, поэтому для сравнения их значений в дальнейшем мы использовали U-критерий Манна-Уитни, на основании которого рассчитывали Z – критерий Фишера и показатель достоверности p. При статистической обработке полученных данных вычисляли основные вероятностные характеристики случайных величин: медиану, нижний (25%) и верхний квартили (75%), которые имели достоверность не менее 95% (критический уровень значимости p-значения принимали равным 0,05).

Ключевые слова: деформация стопы, реабилитация, оксид азота, микроциркуляторные нарушения.

Хирургическая коррекция является основой эффективной медицинской реабилитации пациентов со статическими деформациями стоп [3,4,5,8,10,12,13,14,15,16]. В настоящее время разработаны обоснованные алгоритмы выбора различных видов костной и сухожильной пластики, позволяющие добиться восстановления нарушенных анатомических, функциональных и биомеханических параметров стоп [3,5,8,9,13]. Применение специальной обуви позволило существенно повысить качество жизни данной категории пациентов в послеоперационном периоде [5,13].

Однако восстановление нарушенной вследствие операционной травмы опорно-двигательной функции нижних конечностей у пациентов со статическими деформациями стоп, как правило, происходит не ранее 2-3 месяцев с момента операции [3,4,12,14,15]. Основной причиной, возникающих у пациентов затруднений при подборе обуви после операции, является длительно сохраняющийся отек переднего отдела стопы, связанный с микроциркуляторными нарушениями [6]. Один из современных методов коррекции микроциркуляторных нарушений – терагерцовая терапия, в частности, на частотах молекулярного спектра поглощения и излучения оксида азота (ТГЧ-НО терапия). Оксид азота участвует в качестве медиатора в реализации различных функций организма. Он вызывает антикоагуляционный, антиагрегантный, вазодилатационный эффекты [7]. Имеются данные, подтверждающие эффективность применения терагерцовой терапии в комплексе восстановительного лечения пациентов с переломами костей нижней конечности [1,2,7].

Однако исследования, посвященные применению ТГЧ-НО терапии у больных со статическими деформациями стоп ранее не выполнялись.

Цель исследования – изучение эффективности использования ТГЧ-НО терапии в послеоперационной реабилитации больных со статическими деформациями стоп.

Материалы и методы исследования. Под нашим наблюдением находились 69 больных со статическими деформациями переднего отдела стопы в возрасте от 23 до 66 лет. Средний возраст составил 48,6 лет. По половому признаку преобладали жен-

щины (95,2%). Всем пациентам была выполнена хирургическая коррекция деформаций стопы. Дизайн исследования соответствовал продольному проспективному варианту. В соответствии с характером проводимого в послеоперационном периоде физиотерапевтического лечения пациенты были разделены на две группы, сопоставимые по полу, возрасту, характеру сопутствующей патологии. Критериями исключения из исследования являлись признаки воспаления мягких тканей в области операционных ран и наличие клинических проявлений венозной недостаточности в предоперационном периоде.

ТГЧ-НО терапия была использована в комплексном послеоперационном лечении 34 больных (в возрасте от 25 до 65 лет) основной группы. Облучалась поверхность кожи над областью первого плюсне-фалангового сустава в течение 10 минут, затем над областью второго и третьего плюсне-фаланговых суставов в течение 5 минут. Облучатель располагался на расстоянии 1,5 см над поверхностью кожи. Плотность мощности излучения составляла 0,2 мВт/см². Облучение проводили малогабаритным медицинским аппаратом КВЧ-терапии «Орбита», разработанным в медико-технической ассоциации КВЧ (г. Москва) совместно с ФГУП «НПП-Исток» (г. Фрязино) и ОАО ЦНИИИА (г. Саратов). Продолжительность одного сеанса составила 15 минут. Курс лечения включал 10 сеансов.

Группу сравнения составили 35 пациентов (в возрасте от 23 до 66 лет), в комплексном лечении которых применялась магнитотерапия переменным магнитным полем частотой 1000 Гц на область переднего отдела стопы. Магнитотерапию проводили при помощи аппарата ПОЛЮС-101 (производитель ЗАО «Завод ЭМА», Россия). Продолжительность одного сеанса составила 15 минут. Курс лечения включал 10 сеансов.

Степень операционной травмы, определяющаяся сочетанием различных вариантов костной и сухожильной пластики переднего отдела стопы у пациентов обеих групп, была сопоставима, что подтверждается данными, представленными в табл. 1.

Таблица 1

Распределение пациентов по виду оперативных вмешательств, выполненных с целью коррекции деформации переднего отдела стопы

Сочетание различных вариантов костной и сухожильной пластики, выполненных с целью коррекции деформации переднего отдела стопы	Основная группа (n=34)	Группа сравнения (n=35)
Латеральный релиз первого плюсне-фалангового сустава по Мак Брайду, SCARF-остеотомия первой плюсневой кости, остеотомия по Wilson 2,3 плюсневых костей, тенотомия сгибателей и разгибателей 2,3 пальцев стопы	10	11
Латеральный релиз первого плюсне-фалангового сустава по Мак Брайду, SCARF-остеотомия первой плюсневой кости, остеотомия по Wilson 2,3,4 плюсневых костей, тенотомия сгибателей и разгибателей 2,3,4 пальцев стопы	6	7
Латеральный релиз первого плюсне-фалангового сустава по Мак Брайду, SCARF-остеотомия первой плюсневой кости, остеотомия основной фаланги первого пальца стопы по Akin, остеотомия по Wilson 2,3,4 плюсневых костей, артродез проксимального межфалангового сустава по Hohnman 2 пальца стопы, тенотомия сгибателей и разгибателей 2,3,4 пальцев стопы	6	5
Латеральный релиз первого плюсне-фалангового сустава по Мак Брайду, SCARF-остеотомия первой плюсневой кости, остеотомия основной фаланги первого пальца стопы по Akin, остеотомия по Wilson 2,3,4 плюсневых костей, артродез проксимального межфалангового сустава по Hohnman 2,3 пальцев стопы, тенотомия сгибателей и разгибателей 2,3,4 пальцев стопы	12	12

Базисная медикаментозная терапия в обеих группах больных была стандартной и включала применение анальгетиков, противовоспалительных препаратов и средств, улучшающих периферическую гемодинамику. Все пациенты соблюдали лечебно-охранительный режим, предполагающий возвышенное положение оперированной конечности, локальную гипотермию, разгрузку переднего отдела стопы при помощи послеоперационной обуви Барука, ограничение двигательной активности.

В качестве количественных критериев оценки локального статуса оперированной стопы в послеоперационном периоде использовали: выраженность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале, увеличение длины окружности среднего отдела стопы на уровне первого плюсне-клиновидного сустава по сравнению с предоперационным значением, время пробы Мак-Клюра-Олдриджа на тыльной поверхности стопы. Клиническую оценку состояния оперированной стопы проводили перед операцией, а также через 1 и 10 дней после операции.

Исследования вязкости крови проводили с использованием отечественного ротационного вискозиметра со свободноплавающим цилиндром АКР-2. Забор крови осуществляли утром натощак пункцией локтевой вены. В качестве стабилизатора крови ис-

пользовался 3,8%-ный раствор цитрата натрия в соотношении 9:1. Для наиболее точной оценки условий текучести крови определение вязкости крови проводилось в диапазоне скоростей сдвига 200, 100, 20 с⁻¹. Способность эритроцитов к агрегации оценивалась по расчетному *индексу агрегации эритроцитов* (ИАЭ) [11]. ИАЭ рассчитывали как частное от деления величины вязкости крови, измеренной при 20 с⁻¹, на величину вязкости крови при 100 с⁻¹. *Индекс деформируемости эритроцитов* (ИДЭ) рассчитывали как отношение величины вязкости крови, измеренной при скорости сдвига 100 с⁻¹, к значению вязкости крови при скорости сдвига 200 с⁻¹ [11]. Реологические свойства крови оценивали через 1 и 10 дней после операции.

Статистическую обработку данных проводили при помощи пакета статистических программ Statistica for Windows 6.0. Первоначально проверяли гипотезы о виде распределений (критерий Шапиро-Уилкса). Было установлено, что данные нашего исследования не соответствуют закону нормального распределения, поэтому для сравнения их значений в дальнейшем мы использовали U-критерий Манна-Уитни, на основании которого рассчитывали Z-критерий Фишера и показатель достоверности p. При статистической обработке полученных данных вычисляли основные вероятностные характеристики случайных величин: медиану, нижний (25%) и верхний квартили (75%), которые имели достоверность не менее 95% (критический уровень значимости р-значения принимали равным 0,05).

Результаты и их обсуждение. Значения сравнимых показателей, полученных при клиническом обследовании пациентов основной группы и группы сравнения представлены в табл. 2.

Таблица 2

Клинические показатели локального статуса через 1 и 10 дней после хирургической коррекции статической деформации переднего отдела стопы

Показатель	Срок проведения исследования после операции	Величины сравниваемых показателей в группах пациентов		Значения критериев Z и p при сравнении аналогичных показателей между группами пациентов
		основная группа	группа сравнения	
Выраженность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале, баллы	1 день	35,7 (28; 40)	38,2 (30; 43)	Z=0,58; p=0,561448
	10 дней	14,7 (10; 19)	22,1 (14; 27)	Z=1,28; p=0,198507
Увеличение длины окружности среднего отдела стопы, мм	1 день	9,8 (6;13)	10,1 (7; 15)	Z=0,39; p=0,693551
	10 дней	5,1 (3;8)	7,4 (5; 9)	Z=0,95; p=0,340087
Время пробы Мак-Клюра-Олдриджа на тыльной поверхности стопы, мин.	1 день	18,4 (13; 25)	17,9 (12; 25)	Z=0,64; p=0,520283
	10 дней	31,3 (26; 35)	24,8 (19; 30)	Z=0,81; p=0,418618

Все пациенты основной группы отмечали улучшение состояния после проведенного лечения, причем треть из них – значительное улучшение. Это, в первую очередь, проявлялось в уменьшении выраженности болевого синдрома. Изменился также характер боли. Если на момент начала терапии больных беспокоили боли режущего, жгучего, колющего характера, которые воспринимались как мучительные, то после проведенной терапии боли носили ноющих, ломящий характер и расценивались как легкая боль или дискомфорт. У пациентов группы сравнения степень выраженности болевого синдрома через 10 дней после операции была больше на 7,4 балла, причем, у 4 пациентов не было отмечено значительного изменения качественных характеристик боли.

Выраженность отека мягких тканей к моменту окончания курса восстановительного лечения у пациентов основной группы была умеренной, что подтверждалось величиной увеличения длины окружности среднего отдела стопы (5,1 мм) и показателем пробы Мак-Клюра-Олдриджа на тыльной поверхности стопы (31,3 мин.). Аналогичные показатели у пациентов группы сравнения имели достоверно меньшую положительную динамику.

лены существенные изменения показателей реологии крови. После проведенного в послеоперационном периоде курса восстановительного лечения у больных основной группы статистически значимо при всех скоростях сдвига вязкость крови была ниже, чем в группе сравнения ($p < 0,05$) (табл. 3). Одновременно в основной группе статистически значимо был снижен индекс агрегации (ИА) эритроцитов и повышен индекс деформируемости (ИД) эритроцитов по сравнению с данными пациентов группы сравнения ($p < 0,05$) (табл. 3). Это доказывает, что под влиянием проведенного комбинированного лечения с использованием ТГЧ-НО терапии происходили положительные сдвиги реологических свойств крови.

В группе сравнения показатели вязкости крови к исходу 10 суток с момента операции так же, как и у больных основной группы, достоверно уменьшились. Однако, показатели ИАЭ и ИДЭ в этой группе пациентов практически не имели положительной динамики, что свидетельствовало о сохраняющихся нарушениях во внутрисосудистом звене микроциркуляции к моменту завершения курса послеоперационного восстановительного лечения.

Заключение. Результаты исследования показали, что в процессе комплексного лечения

Реологические свойства крови через 1 и 10 дней после хирургической коррекции статической деформации переднего отдела стопы

Таблица 3

Показатель	Срок проведения исследования после операции	Величины сравниваемых показателей в группах пациентов		Значения критериев Z и p при сравнении аналогичных показателей между группами пациентов
		основная группа	группа сравнения	
Вязкость крови, при скорости сдвига 200 с-1 [в мПа с-1]	1 день	3,26 (3,1; 3,5)	3,24 (3,0; 3,5)	Z=0,62; p=0,533830
	10 дней	2,91 (2,7; 3,2)	3,09 (2,9; 3,3)	Z=0,77; p=0,442877
Вязкость крови, при скорости сдвига 100 с-1 [в мПа с-1]	1 день	3,43 (3,3; 3,6)	3,42 (3,2; 3,6)	Z=0,41; p=0,678303
	10 дней	3,26 (3,0; 3,4)	3,25 (3,0; 3,4)	Z=0,72; p=0,487921
Вязкость крови, при скорости сдвига 20 с-1 [в мПа с-1]	1 день	4,67 (4,4; 4,9)	4,66 (4,4; 4,8)	Z=0,46; p=0,648204
	10 дней	3,97 (3,7; 4,2)	4,27 (4,1; 4,5)	Z=0,75; p=0,465302
Индекс агрегации эритроцитов, усл. ед	1 день	1,36 (1,3; 1,5)	1,36 (1,3; 1,4)	Z=0,17; p=0,868226
	10 дней	1,22 (1,2; 1,3)	1,31 (1,3; 1,4)	Z=0,81; p=0,418618
Индекс деформируемости эритроцитов, усл. ед	1 день	1,05 (1,0; 1,1)	1,06 (1,0; 1,1)	Z=0,17; p=0,869224
	10 дней	1,12 (1,1; 1,2)	1,05 (1,0; 1,1)	Z=0,79; p=0,430649

Статистический анализ реологических показателей крови показал, что в обеих клинических группах больных с деформациями переднего отдела стопы (основная группа – ТГЧ-НО терапия и группа сравнения – магнитотерапия) через 1 сутки после операции изменение вязкости крови при различных скоростях сдвига было сопоставимо (табл. 3).

Через 10 дней после операции между основной группой пациентов и группой сравнения были выяв-

лены существенные изменения показателей реологии крови. После проведенного в послеоперационном периоде курса восстановительного лечения у больных основной группы статистически значимо при всех скоростях сдвига вязкость крови была ниже, чем в группе сравнения ($p < 0,05$) (табл. 3). Одновременно в основной группе статистически значимо был снижен индекс агрегации (ИА) эритроцитов и повышен индекс деформируемости (ИД) эритроцитов по сравнению с данными пациентов группы сравнения ($p < 0,05$) (табл. 3). Это доказывает, что под влиянием проведенного комбинированного лечения с использованием ТГЧ-НО терапии происходили положительные сдвиги реологических свойств крови.

В группе сравнения показатели вязкости крови к исходу 10 суток с момента операции так же, как и у больных основной группы, достоверно уменьшились. Однако, показатели ИАЭ и ИДЭ в этой группе пациентов практически не имели положительной динамики, что свидетельствовало о сохраняющихся нарушениях во внутрисосудистом звене микроциркуляции к моменту завершения курса послеоперационного восстановительного лечения.

Заключение. Результаты исследования показали, что в процессе комплексного лечения больных со статическими деформациями переднего отдела стопы с применением ТГЧ-НО терапии произошли благоприятные изменения реологических свойств крови, проявляющиеся снижением вязкости цельной крови, агрегационной способности эритроцитов и увеличением их деформируемости. В группе больных, которым проводилась магнитотерапия, в агрегационных свойствах эритроцитов и их текучести существенных изменений не было выявлено, что свидетельствовало о сохраняющихся нарушениях во внутрисосудистом звене микроциркуляции к моменту завершения курса послеоперационного восстановительного лечения.

Следовательно, комплексная послеоперационная реабилитация с применением ТГЧ-НО терапии оказывает наиболее благоприятное воздействие на реологические свойства цельной крови и микроциркуляцию у больных со статическими деформациями переднего отдела стопы.

Исходя из изложенного выше, можно констатировать, что ТГЧ-НО терапия является патогенетически обоснованным методом комплексной послеоперационной реабилитации пациентов со статическими деформациями стоп, позволяющим повысить эффективность коррекции микроциркуляторных нарушений по сравнению с традиционными методиками физиотерапевтического воздействия (магнитотерапией).

Литература

1. Алиева Д.О., Иванов Д.В., Морозов В.Н., Савин Е.И., Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Яшин А.А. Влияние ЭМИ КВЧ и стволовых клеток на регуляцию свободно-радикальных процессов в условиях экспериментальной гипоплазии красного костного мозга // Вестник новых медицинских технологий. 2011. № 1. С. 193–194.
2. Алиева Д.О., Иванов Д.В., Морозов В.Н., Савин Е.И., Субботина Т.И., Хадарцев А.А., Яшин А.А. Сравнительный анализ модулирующих эффектов при воздействии на организм ЭМИ КВЧ в сочетании с введением стволовых клеток и фитомеланина // Вестник новых медицинских технологий. 2011. № 1. С. 194–197.
3. Ежов М.Ю. Стопа. Дегенеративно-дистрофические заболевания стопы и голеностопного сустава. Н. Новгород, 2011. 336 с.
4. Загородний Н.В. Шевронная остеотомия и остеотомия «SCARF» в лечении вальгусной деформации I пальцев стоп // VIII съезд травматологов-ортопедов России: тез. докл. Самара, 2006. С. 186–187.
5. Карданов А.А., Макинян Л.Г., Лукин М.П. Оперативное лечение деформаций первого луча стопы: история и современные аспекты. М., 2008. 104 с.
6. Киреев С.И., Ямщиков О.Н., Марков Д.А. Микроциркуляторные нарушения у больных с патологией опорно-двигательного аппарата (обзор литературы) // Вестник Тамбовского Университета. 2011. Т.15, вып. 5. С. 1515–1518.
7. Киричук В.Ф., Киреев С.И., Креницкий А.П. Оценка эффективности ТГЧ - NO терапии в реабилитации пациентов с комплексным регионарным

болевым синдромом // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2010. № 4. С. 3–9.

8. Миначов Б.Ш., Гутов С.П., Билялов А.Р., Кулова Е.И. Диагностика дегенеративно-дистрофических заболеваний стопы. Уфа, 2005. 56 с.
9. Котельников Г.П., Чернов А.П., Лосев И.И., Распутин Д.А. Наш способ оперативного лечения вальгусного отклонения первого пальца стопы // Травматология и ортопедия России. 2008. №2. приложение. С. 120.
10. Миначов Б.Ш., Гутов С.П., Билялов А.Р., Кулова Е.И. Хирургическое лечение дегенеративно-дистрофических заболеваний стоп. Уфа, 2005. 84 с.
11. Парфенов А.С. Оценка реологических свойств крови с использованием ротационного вискозиметра // Клин. лаб. диагн. 1992. №3-4. С.42–45.
12. Процко В.Г., Загородний Н.В., Карданов А.А., Дирин В.А. Остеотомия «SCARF» в лечении вальгусной деформации первых пальцев стоп // Травматология и ортопедия: современность и будущее: материалы междунар. конгр. М.: Изд-во РУДН, 2003. С. 143–144.
13. Barouk L.S. Forefoot reconstruction. Paris: Springer Verlag, 2002. P. 359–364.
14. De Prado M., Ripoll P.L., Vaquero J., Golano P. Tratamiento quirurgico per cutaneo del hallux mediante osteotomies multiples // Rev. Orthop. Traumatol. 2003. V.47. P. 406–416.
15. Maffulli N., Easley M. Minimally Invasive Surgery of the Foot and Ankle. Springer Verlag London Limited, 2011. 470 p.
16. Robinson A.H., Limbers J.P. Modern concepts in the treatment of hallux valgus // J. Bone Joint Surg. Br. 2005. V.87. P. 1038–1045.

THE RAHERTZ THERAPY PRACTICE IN THE COMPLEX POSTSURGICAL REHABILITATION OF PATIENTS WITH STATIC FOOT DEFORMITIES

S.I.KIREEV, A.M.IMAMOV, V.N.BELONOGOV, V.S.KIREEV, D.A.IMAMOVA

*Saratov State Medical University by the name of V.I.Razumovsky
of the Health Ministry of Russia, st. Most Cossack, 112, Saratov, Russia, 410012*

Abstract. The object of the study was investigation of the effectiveness of electromagnetic radiation at the frequencies of molecular spectrum of nitric oxide in complex rehabilitation of patients with static foot deformities. It was shown that the method allows to improve the results of the treatment of the patients in comparison with traditional kinds of physiotherapy such as magnetic therapy.

Key words: foot deformity, rehabilitation, nitric oxide, microcirculation disorders.

Surgical correction is the basis of effective medical rehabilitation in patients with static foot deformities [3,4,5,8,10,12,13,14,15,16]. Nowadays there are feasible procedures of choosing different methods of osteoplasty and tendinous plastics using which it is possible to induce recovery of impaired anatomic, functional and biomechanical foot measurement [3,5,8,9,13]. The usage of special footwear allowed improving life quality of a given category of patients to a significant extent in postsurgical period [5,13].

However the recovery of impaired due to operation locomotor function of lower limb in patients with static foot deformities usually happens not earlier than 2-3 months after operation [3,4,12,14,15]. The main reason of difficulties in footwear choice after operation is a long-standing dropsy of the anterior part of a foot which occurs due to microcirculatory impairment [6]. One of the modern microcirculatory impairment correction methods is Therahertz-therapy among other things based

Table 1

Distribution of patients by the type of surgical intervention correcting foot anterior part deformities

Combination of different variants of osteoplasty and tendinous plastics correcting foot anterior part deformities.	Index group (n=34)	Comparison group (n=35)
McBride lateral release of the first metatarsophalangeal joint, SCARF-osteotomy of the first metatarsal bone, Wilson-osteotomy of 2,3 metatarsal bones, flexor and extensor tenotomy of 2,3 toes	10	11
McBride lateral release of the first metatarsophalangeal joint, SCARF-osteotomy of the first metatarsal bone, Wilson-osteotomy of 2,3,4 metatarsal bones, flexor and extensor tenotomy of 2,3,4 toes	6	7
McBride lateral release of the first metatarsophalangeal joint, SCARF-osteotomy of the first metatarsal bone, great toe proximal phalanx Akin-osteotomy, Wilson-osteotomy of 2,3,4 metatarsal bones, PIP-joint Hohman-syndesis of 2 toe, flexor and extensor tenotomy of 2,3,4 toes	6	5
McBride lateral release of the first metatarsophalangeal joint, SCARF-osteotomy of the first metatarsal bone, great toe proximal phalanx Akin-osteotomy, Wilson-osteotomy of 2,3,4 metatarsal bones, PIP-joint Hohman-syndesis of 2,3 toes, flexor and extensor tenotomy of 2,3,4 toes	12	12

on molecular imbibition and irradiation of nitric oxide spectrum (TH-therapy). Nitric oxide is involved in different body function realization as a neurotransmitter. It has anticoagulation, antiplatelet, vasodilatational effects [7]. There is also data proving efficiency of TH-therapy in the course of remedial treatment of patients with lower limb bone fractures [1,2,7].

Nevertheless researches investigating TH-NO therapy practice in patients with static foot deformities have not been conducted yet.

The aim of present research is to study TH-NO therapy efficiency in patients with static foot deformities in postsurgical period.

Research methods and data. There were 69 patients under our control with static foot deformities of the anterior part of a foot aging from 23 up to 66 years old. The average age was 48,6 years. Most of them were females (95,2%). All patients were treated with surgical foot correction. The research design was of longitudinal prospective variant. In accordance with the character of physiotherapeutic treatment in postsurgical period patients were divided into two groups commensurable by their gender, age and comorbidity character. Exclusion criteria were signs of soft tissue inflammation in the surgical wound area and clinical signs of venous insufficiency in preoperative stage.

We used TH-NO therapy in complex postsurgical treatment of 34 patients of index group (aging from 25 to 65) and raduimized skin surface over the first metatarsophalangeal joint for 10 minutes and then over the second and third metatarsophalangeal joints for 5 minutes. The irradiator was 1.5 sm far from the skin. Irradiation power density was 0.2 mW/sm². All irradiation procedures were fulfilled on a small-size EHF-device "Orbita" produced by medical and technical associates (Moscow) in cooperation with FSUE "NPP-Istok" (Fryazino) and JSCo "TSNIIA" (Saratov). The duration of one session was 15 minutes. The course of treatment consisted of 10 sessions.

The comparison group was 35 patients (aging from 23 to 66) whose complex treatment included magnetotherapy of anterior part of a foot with 1000 Hz-frequency alternating magnetic field. Magnetotherapy was fulfilled by a device POLUS-101 (produced by CJSC "Zavod EMA", Russia). The duration of one session was 15 minutes. The course of treatment consisted of 10 sessions.

The grade of postsurgical wound defining by a combination of different kinds of osteoplasty and tendinous plastics of foot anterior part in patients of both groups, was commensurable which is proved by the data in table 1.

Basic drug therapy of both groups was ordinary and included analgesic, anti-inflammatory drugs and medicine improving peripheral circulatory dynamics. All patients followed therapeutic and protective regimen including elevated position of operated limb, localized hypothermy, decrease of foot anterior part load by using Barouk postsurgical footwear, motor performance restrictions.

We used the intensity of pain syndrome reflected in visual analogue scale, the increase in circumference length of midfoot on the level of metatarso-cuneated joint in comparison with preoperational value, McClure Aldrich dorsum testing time as a quantitative criteria of operated foot status localis in postsurgical period. Clinical judgement of operated foot was conducted before the operation, 1 and 10 days after the operation.

Blood viscosity analyses were fulfilled using domestic rotation viscometer with free-floating barrel ACR-2. Blood was taken in the fasted state by median cubital vein puncture. 3.8% sodium citrate solution in 9:1 proportion was used as blood anticoagulant. To get the most accurate evaluation of aggregation conditions blood flowability was calculated in 200, 100, 20 c⁻¹ range of shearing velocity. Red blood cells aggregation ability was estimated by calculated *red blood cell aggregation index* (RBCAI) [11]. RBCAI was calculated as a ratio got by dividing blood viscosity value measured at 20 c⁻¹ rate by blood viscosity value measured at 100 c⁻¹. *Red blood cell deflectivity index* (RBCDI) was calculated as a ratio of blood viscosity value measured at 100 c⁻¹ shearing velocity rate to blood viscosity value measured at 200 c⁻¹ [11]. Blood rheological properties were estimated 1 and 10 days after operation.

Statistic analysis was done by the package of statistic programs Statistica for Windows 6.0. There was preliminary testing of distribution type hypothesis (Shapiro-Wilk test). The findings proved that the data of present research did not correspond to Gaussian law, that is why in order to compare these values we used Mann-Whitney U-criterium in the further research and on this basis calculated Fisher Z-criterium and certainty variable p. We got basic probabilistic characteristics of random values: medium, lower (25%) and upper quar-

Table 3

tiles (75%) with the probability not less than 95% (critical significant point of p-variable being 0.05)

Results analysis. The value of compared indexes obtained by patient clinical examination of the index and comparison group are shown in the table 2.

All patients of index group noticed improvement of their state after the treatment, besides a third of them noticed a significant improvement. First of all this became evident in the decrease of pain syndrome intensity. The character of the pain had also changed. At the beginning of the therapy patients had thermalgia and stabbing, lancinating pains describing them as excruciating ones and at the end of the treatment pains became dull and aching and patients perceived them as slight ones or as something uncomfortable. Patients of comparison group have shown the grade of pain syndrome intensity 10 days after operation being 7.4 points higher, besides 4 patients have not noticed significant changes in pain character.

Table 2

Clinical indexes of status localis 1 and 10 days after surgical correction of foot anterior part deformities.

Index	Time passed after operation	Value of compared indexes in patient groups		Value of Z-criterion and p-variable in comparing correspondent indexes between patient groups
		index group	comparison group	
Pain syndrome intensity in visual analogue scale, score	1 day	35.7 (28; 40)	38.2 (30; 43)	Z=0.58; p=0.561448
	10 days	14.7 (10; 19)	22.1 (14; 27)	Z=1.28; p=0.198507
Increase in circumference length of midfoot, mm	1 day	9.8 (6; 13)	10.1 (7; 15)	Z=0.39; p=0.693551
	10 days	5.1 (3; 8)	7.4 (5; 9)	Z=0.95; p=0.340087
McClure Aldrich dorsum testing time	1 day	18.4 (13; 25)	17.9 (12; 25)	Z=0.64; p=0.520283
	10 days	31.3 (26; 35)	24.8 (19; 30)	Z=0.81; p=0.418618

Soft tissue dropsy by the end of remedial treatment in patients of index group was moderate which was proved by the value of increase in circumference length of midfoot (5.1 mm) and McClure Aldrich dorsum testing time value (31.3 min). Corresponding indexes in patients of comparison group had conclusively less improvement shown.

Statistical analysis of blood rheological properties showed that patients of both clinical groups with foot anterior part deformities (index group – TH-NO therapy and comparison group – magnetotherapy) a day-after-operation blood viscosity changes with different shearing velocity rate were commensurable (table 3).

Rheological properties of blood at 1 and 10 days after surgical correction of static deformation of the forefoot

Index	Time passed after operation	Value of compared indexes in patient groups		Value of Z-criterion and p-variable in comparing correspondent indexes between patient groups
		index group	comparison group	
Blood viscosity, shearing velocity 200 c ⁻¹ [mPa c-1]	1 day	3.26 (3.1; 3.5)	3.24 (3.0; 3.5)	Z=0.62; p=0.533830
	10 days	2.91 (2.7; 3.2)	3.09 (2.9; 3.3)	Z=0.77; p=0.442877
Blood viscosity, shearing velocity 100 c ⁻¹ [mPa c-1]	1 day	3.43 (3.3; 3.6)	3.42 (3.2; 3.6)	Z=0.41; p=0.678303
	10 days	3.26 (3.0; 3.4)	3.25 (3.0; 3.4)	Z=0.72; p=0.487921
Blood viscosity, shearing velocity 20 c ⁻¹ [mPa c-1]	1 day	4.67 (4.4; 4.9)	4.66 (4.4; 4.8)	Z=0.46; p=0.648204
	10 days	3.97 (3.7; 4.2)	4.27 (4.1; 4.5)	Z=0.75; p=0.465302
Red blood cell aggregation index (RBCAI)	1 day	1.36 (1.3; 1.5)	1.36 (1.3; 1.4)	Z=0.17; p=0.868226
	10 days	1.22 (1.2; 1.3)	1.31 (1.3; 1.4)	Z=0.81; p=0.418618
Red blood cell deflectivity index (RBCDI)	1 day	1.05 (1.0; 1.1)	1.06 (1.0; 1.1)	Z=0.17; p=0.869224
	10 days	1.12 (1.1; 1.2)	1.05 (1.0; 1.1)	Z=0.79; p=0.430649

10-days-after-operation analyses have revealed significant differences of hemorheology indexes between patients of index and comparison groups. After the course of remedial treatment in postsurgical period of index group patients blood viscosity with different shearing velocity rate was significantly lower than in comparison group (p<0.05) (table 3). At the same time index group patients showed statistically significant decrease in *aggregation index* (IA) of red blood cells and increase in *deflectivity index* (DI) of red blood cells as contrasted with patients of comparison group (p<0.05) (table 3). This proves that some positive shifts of blood rheological properties appeared under the influence of combination therapy including TH-NO therapy.

10-days-after-operation blood viscosity indexes in comparison group as well as in index group went down conclusively. However, RBCAI and RBCDI in comparison group patients had almost no improvement shown which is the sign of intravascular disorders being preserved at the end of postsurgical remedial treatment.

Conclusion. Research results have showed that complex treatment of patients with static foot deformities of anterior foot part using TH-NO therapy has driven some productive changes of blood rheological properties, namely the decrease of whole blood velocity, red blood cells aggregation ability and their deflectivity increase. Patients of the group where magnetotherapy was conducted have not shown any significant changes in red blood cells aggregation properties and in its flowability which is the sign of intravascular disorders being preserved at the end of postsurgical remedial treatment.

Consequently complex postsurgical rehabilitation involving TH-NO therapy has the most positive impact

on whole blood rheological properties and microcirculation in patients with static anterior foot part deformities.

On the assumption of the foregoing it is possible to state that TH-NO therapy is a pathogenically reasoned method of complex postsurgical rehabilitation in patients with static foot deformities allowing an increase in microcirculatory disorders correction efficiency as contrasted with traditional methods of physiotherapeutic treatment (magnetotherapy).

References

1. Alieva DO, Ivanov DV, Morozov VN, Savin EI, Subbotina TI, Khadartsev AA, Yashin AA. Vliya-nie EMI KVCh i stvolovykh kletok na regulyatsiyu svobodno-radikal'nykh protsessov v usloviyakh eksperimental'noy gipoplazii krasnogo kostnogo mozga. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2011;1:193-4. Russian.
2. Alieva DO, Ivanov DV, Morozov VN, Savin EI, Subbotina TI, Khadartsev AA, Yashin AA. Sravni-tel'nyy analiz moduliruyushchikh effektov pri voz-deystvii na organizm EMI KVCh v sochetanii s vve-deniem stvolovykh kletok i fitomelanina. Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy. 2011;1:194-7. Russian.
3. Ezhov MU. Foot. Degenerative dystrophic foot and mortise joint diseases. Nizhny Novgorod; 2011. Russian.
4. Zagorodniy NV. Chevron osteotomy and SCARF-osteotomy in valgus deformation treatment of first toes. VIII Russian traumatologists and orthopedists conference: abst. Samara; 2006. Russian.
5. Kardanov AA, Makinyan LG, Lukin MP. Surgical treatment of first foot beam deformities: modern aspects and history. Moscow; 2008. Russian.
6. Kireev SI, Yamschikov ON, Markov DA. Micro-circulatory disorders in patients with locomotor pathologies (background review). Tambov University Vestnik. 2011;15(5):1515-8. Russian.
7. Kirichuk VF, Kireev SI, Krenitsky AP. TH-NO therapy efficiency evaluation in rehabilitation of patients with complex regional pain syndrome. Millimeter waves in biology and medicine. 2010;4:3-9. Russian.
8. Minasov BSh, Gutov SP, Bilyalov AR, Kulova EI. Degenerative dystrophic foot diseases diagnostics. Ufa; 2005. Russian.
9. Kotelnikov GP, Chernov AP, Losev II, Rasputin DA. Our method of valgus lapse surgical treatment of first toes. Traumatology and orthopedy in Russia. 2008;2(app):120. Russian.
10. Minasov BSh, Gutov SP, Bilyalov AR, Kulova EI. Surgical treatment of degenerative dystrophic foot diseases. Ufa; 2005. Russian.
11. Parfyonov AS. Blood rheological properties estimation with the help of rotation viscosimeter. Clin. lab. diagn. 1992;3-4:42-5. Russian.
12. Protsko VG, Zagorodniy NV, Kardanov AA, Dirin VA. SCARF-osteotomy in valgus deformation treatment of great toes. Traumatology and orthopedy: modern times and future: intern. confer. mat. Moscow: RUDN publ. house; 2003. Russian.
13. Barouk LS. Forefoot reconstruction Paris: Springer Verlag; 2002.
14. De Prado M, Ripoll PL, Vaquero J, Golano P. Tratamiento quirurgico per cutaneo del hallux mediante osteotomies multiples. Rev. Orthop. Traumatol. 2003;47:406-16.
15. Maffulli N, Easley M. Minimally Invasive Surgery of the Foot and Ankle. Springer Verlag London Limited; 2011.
16. Robinson AH, Limbers JP. Modern concepts in the treatment of hallux valgus. J. Bone Joint Surg. Br. 2005;87:1038-45.