

18. Kawada A., Aragane Y., Kameyama H. et al. Acne phototherapy with a high-intensity, enhanced, narrowband, blue light source: An open study and in vitro investigation // J. Dermatol. Sci. 2002. № 30. P. 129–135.
19. Oudenhoven M.D., Kinney M.A., McShane D.B. et al. Adverse Effects of Acne Medications: Recognition and Management // Am. J. Clin. Dermatol. 2015 Apr 21.
20. Paithankar D.Y., Ross E.V., Saleh B.A. et al. Acne treatment with a 1,450 nm wavelength laser and cryogen spray cooling // Lasers Surg Med. 2002. Vol. 31 (2). P. 106–114.
21. Weiss R.A., McDaniel D.H., Geronemus R.G., Weiss M.A. Clinical trial of a novel non-thermal LED array for reversal of photoaging: Clinical, histologic, and surface profilometric results // Lasers. Surg. Med. 2005. № 36. P. 85–91.
22. Zhao X., Ni R., Li L. et al. Defining hirsutism in Chinese women: a cross-sectional study // J. Fertil. Steril. 2011 Sep. Vol. 96 (3). P. 792–796.

Поступила в редакцию 10.06.2015 г.

Для контактов: Демина Ольга Михайловна
E-mail: demina75@mail.ru

УДК 612.753:615.849.19: 616.718.5/6-007.21-003.93-001.5-089.227.84

Долганова Т.И., Чевардин А.Ю., Долганов Д.В.

Магнитолазеротерапия при дистракционном остеосинтезе аппаратом Илизарова

Dolganova T.I., Chevardin A. Yu., Dolganov D.V.

Magnet laser therapy in distraction osteosynthesis by the Ilizarov apparatus

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр
«Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова», г. Курган

Представлены клинические и физиологические результаты магнитолазеротерапевтического воздействия у больных с врожденной (3 пациента) и приобретенной (5 пациентов) этиологией дефекта костей голени. Курс магнитолазеротерапии проводили с помощью аппарата «МИЦ-ФОТОН-03», генерирующего импульсное излучение с длиной волны 0,89 мкм (ИК-область), средняя выходная мощность в импульсе 6 Вт. Использована магнитная насадка с индукцией до 100 мТл. Методика терапии включала воздействие НИЛИ с частотой 80 Гц на три точки в проекции регенерата и одну точку в проекции подколенных сосудов, экспозиция по 2 мин. Количество сеансов – 15 по одному в день. До и после курсов магнитолазеротерапии больным проводили комплексное физиологическое исследование. Положительный эффект магнитолазеротерапии отмечается у пациентов с приобретенной этиологией заболевания за счет усиления парасимпатической активности, вазодилатации артериол, стимулирующего влияние на ангиогенез и опосредованно усиление репаративных процессов костной и мышечной тканей. У пациентов с врожденной этиологией заболевания не выявлено динамики показателей периферической гемодинамики, репаративной активности дистракционного регенерата и функциональных характеристик мышц. *Ключевые слова:* лазеротерапия, физиология, репаративная активность, врожденный и приобретенный дефект костей голени.

Clinical and physiological results of treating patients with congenital (n = 3) and acquired (n = 5) leg bone defects with magnet laser therapy are presented in the article. The course of magnet laser therapy was performed with «MITS-FOTON-03», a laser device generating pulsed radiation with 0.89-μm wavelength (IR zone), mean output power per pulse – 6 W. A magnetic tip with the induction up to 100 mT was used. The described therapy technique included infrared laser irradiation of three points in the regenerated bone projection at the frequency 80 Hz, as well as the irradiation of one point in the projection of popliteal vessels, exposure – two min. each. Number of sessions – 15, one session per day. The patients underwent complex physiological examination before and after laser therapy courses. A positive effect of magnet laser therapy was observed in patients with acquired disease due to the increase of parasympathetic activity, arteriolar vasodilatation, stimulating effects on angiogenesis and indirect intensification of reparative processes in bones and muscle tissues. No changes in peripheral hemodynamics, in the reparative activity of distraction regenerated bone and muscle functional characteristics were revealed in patients with congenital disease. *Keywords:* laser therapy, physiology, reparative activity, congenital, acquired defect of leg bone.

Локальное применение лазеротерапии основано на ее болеутоляющем, противоотечном, усиливающем регенеративную способность и противовоспалительном воздействии на ткани. Экспериментальные и клинические исследования показали эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) в комплексном лечении переломов [8]. Так, у больных с закрытыми и открытыми переломами костей голени с успехом применяли гелий-неоновое НИЛИ (634 нм), инфракрасное НИЛИ (980 нм) [18]. Отмечены положительные результаты с усилением репаративных процессов как мышечной [2, 10], так и костной тканей при лечении He-Ne и

ИК-лазеротерапией [3, 11, 13]. По данным литературы, лазеротерапия при мощности излучения на выходе 1 Вт и плотности энергии 15 Дж/см² способствует новообразованию костной ткани [14], приводит к формированию более толстой костной трабекулы, что свидетельствует о большем синтезе коллагеновых волокон и увеличении остеобластической активности [15]. Лазерное излучение длиной волны 580 нм при лечении He-Ne лазера и при плотности мощности 80–100 мВт/см² повышает процессы репаративной остеointеграции [5]. Лазерное излучение в дозах 31,5 и 94,7 Дж·м⁻² вызывает усиление парасимпатической активности [6], оказывает стиму-

лирующее влияние на ангиогенез [12]. При генерации лазерного излучения длиной волны 0,89 мкм, с частотой 80 Гц корректируются микроциркуляторные нарушения [4], активизируется локальный тканевой кровоток в регенерирующих тканях за счет более раннего образования новых капилляров [7]. Все описанные в литературе эффекты лазеротерапии касаются лечения пациентов с приобретенной (посттравматической) патологией, отсутствуют данные влияния лазеротерапии на ткани, когда ортопедическое заболевание имеет врожденную этиологию.

Цель данного сообщения – представить результат лазеротерапевтического воздействия у больных с врожденными и приобретенными дефектами костей голени.

Материал и методы исследования

Проведен сравнительный анализ результатов комплексного физиологического обследования 3 пациентов (средний возраст $9,4 \pm 1,9$ лет) с врожденными ложными суставами костей голени и 5 пациентов (средний возраст $13,2 \pm 2,1$ лет) с посттравматическими дефектами костей голени. Курс магнитолазеротерапии проводили с помощью аппарата «магнито-ИК лазерный терапевтический МИЦ-ФОТОН-03», генерирующего импульсное излучение с длиной волны 0,89 мкм (ИК-область), средняя выходная мощность в импульсе 6 Вт. Использовали магнитную насадку с индукцией до 100 мТл. Методика терапии включала воздействие НИЛИ с частотой 80 Гц на три точки в проекции регенерата и одну точку в проекции подколенных сосудов, экспозиция по 2 мин. Количество сеансов – 15, по одному в день.

До и после курсов магнитолазеротерапии больным проводилось комплексное физиологическое исследование. Для определения газового режима кожи использовали полярограф Model 840 (VFD, США), согревающий датчик ($t = 44^\circ$) с модифицированным электродом типа «Clark». Оценку периферической гемодинамики осуществляли реовазографически (УНИМОК 01-03 РЕО «РЕОАНАЛИЗАТОР РИД-114Д», г. С.-Петербург), УЗИ-доплерографически (АНГИО-ПЛУС, Москва), лазерно-флоуметрически (BLF21 фирмы Transonic Systems Inc., США), фотоплетизмографически («РЕАН-ПОЛИ» РГПА-6/12 с полиграфическим каналом объемной фотоплетизмографии чувствительностью от 0,1 до 10,0%/см, г. Таганрог) и электротермометрически. Проводили ультразвуковое сканирование мышц (АЛОКА с эхокамерой SSD-630), оценку поперечной твердости мышц, силу сгибателей и разгибателей стопы проводили на устройствах, разработанных в РНЦ «ВТО» [9], определяли статическую нагрузку на конечность по Николаеву.

Цель и методы исследования были объяснены участникам. От каждого пациента и родственников было получено добровольное информированное согласие на проведение обследования.

Статистическую обработку данных производили с помощью пакета анализа данных Microsoft EXCEL-2000, BioStat 2009. Количественные характеристики выборочных совокупностей ограничивали параметрами, представленными в виде $M \pm m$ (средняя арифметическая $\pm$ ошибка средней), для выявления различий между ними

использовали непараметрический критерий Вилкоксона для сравнения связанных выборочных совокупностей. В таблицах указан «р» – уровень статистической значимости различий относительно значений до курса лазеротерапии

Результаты и их обсуждение

Результаты обследования представлены в табл. 1, 2.

У пациентов с **врожденной патологией** перед курсом магнитолазеротерапии показатели, оценивающие капиллярный кровоток и тонус артериол, были снижены в среднем на 70% относительно значений интактной конечности. Резервные возможности капиллярного русла были сохранены, составляя 290%. У пациентов регистрировали отрицательную термоасимметрию кожных покровов стопы и голени. Поток крови по *a. poplitea* был снижен на 30% за счет уменьшения диаметра подколенной артерии и уменьшения линейной скорости кровотока. Также был снижен и показатель линейной скорости кровотока по *a. tibialis posterior* и *a. tibialis anterior*, что связано с врожденной аномалией сосудистого русла, сопровождающей врожденные дефекты костей. Уменьшенному притоку крови соответствовал и сниженный венозный отток.

У пациентов с **приобретенным дефектом костей** голени до курса магнитолазеротерапии мы регистрировали показатели, достоверно не отличающиеся от значений интактной конечности и положительную термоасимметрию кожи оперированной конечности.

После курса магнитолазеротерапии при врожденной патологии по данным фотоплетизмографии, лазерной доплерографической флоуметрии, электротермометрии и реовазографии отсутствует достоверная динамика регистрируемых параметров. Индекс капиллярного кровотока не изменился, т. е. резервные возможности капиллярного русла не использовались в процессе лазеротерапии. Увеличения потока крови по *a. poplitea* к оперированному сегменту не отмечается. Регистрируется увеличение на 10,8% линейной скорости кровотока (ЛСК) по *a. tibial. post.*, при этом расчетный пульсаторный индекс уменьшается, в среднем, со значений 4,5 до 3,3, демпинг-фактор – с 0,9 до 0,7. Такая динамика показателей УЗДГ по *a. tibial. post.* указывает на развитие вазоконстрикции. По полученным данным, отсутствует динамика показателей линейной скорости кровотока по *a. tibial. anterior* после курса лазеротерапии.

По данным УЗДГ как до, так и после курса магнитолазеротерапии, линейная скорость венозного оттока по *v. tibial. post.* снижена. Отсутствует прирост показателя после функциональных проб с проксимальной и дистальной компрессией. Показатели УЗДГ вен интерпретируются до и после курса магнитолазеротерапии как: затрудненный венозный отток по *v. tibial. post.*, снижение дренажной функции вен дистального сегмента.

При **приобретенной патологии** после курса магнитолазеротерапии, по данным ЛДФ, капиллярный кровоток оперированной голени увеличился в 2 раза, при этом резервные возможности капиллярного русла не изменились, увеличилась положительная термоасимметрия. Это свидетельствует о вазодилатации капиллярного

Таблица 1

Показатели периферической гемодинамики у пациентов с врожденной и приобретенной патологией до и после курса магнитолазеротерапии

Показатели	Врожденный дефект костей голени (n = 3)			Приобретенный дефект костей голени (n = 5)		
	До курса магнитолазеротерапии	После курса магнитолазеротерапии	p	До курса магнитолазеротерапии	После курса магнитолазеротерапии	p
Оценка капиллярного кровотока						
A _{ФПГ}	10,6 ± 1,03	11,0 ± 0,77	0,317	23,0 ± 1,41	25,0 ± 1,72	0,201
КК	1,06 ± 0,05	1,1 ± 0,04	0,317	2,56 ± 0,16	4,92 ± 0,22	0,043
ИКК, %	291,6 ± 3,21	290,0 ± 3,84	0,317	332 ± 13,2	341 ± 12,2	0,418
ДКИа, %	15,3 ± 0,64	15,6 ± 0,51	0,654	50,2 ± 2,07	49,6 ± 0,75	0,715
Δt, град.	-1,86 ± 0,06	-1,73 ± 0,12	0,285	+1,0 ± 0,11	+1,58 ± 0,09	0,043
Парциальное давление газов в коже						
pO ₂	65,6 ± 1,28	64,3 ± 0,64	0,654	64,8 ± 1,0	65,0 ± 0,89	0,829
pCO ₂	46,6 ± 2,82	48,6 ± 3,21	0,108	43,6 ± 1,28	43,8 ± 0,82	1,000
Оценка артериального притока						
КЭ, %	15,3 ± 0,64	15,6 ± 0,51	0,654	24,0 ± 1,25	25,2 ± 0,64	0,465
Поток крови по a. poplit (л/мин)	0,065 ± 0,002	0,065 ± 0,002	0,317	0,099 ± 0,005	0,13 ± 0,003	0,068
ЛСК a. tibialis post. (см/с)	5,53 ± 0,24	6,13 ± 0,62	0,285	16,4 ± 1,21	21,6 ± 1,21	0,068
ЛСК a. tibialis anter. (см/с)	2,33 ± 0,32	2,40 ± 0,27	0,422	7,0 ± 0,11	14,52 ± 1,04	0,043
Vg100 гол., мл/мин·100 см ³	1,56 ± 0,02	1,57 ± 0,03	0,317	2,06 ± 0,08	3,1 ± 0,14	0,043
Оценка венозного оттока						
ВО, %	5,25 ± 0,47	5,61 ± 0,45	0,285	12,2 ± 0,82	11,8 ± 0,78	0,179
ДСИа, %	21,0 ± 1,54	22,0 ± 0,77	0,529	45,2 ± 1,35	45,6 ± 1,57	0,500
ЛСК v. tibial. post. (см/с)	0,37 ± 0,05	0,38 ± 0,04	0,654	1,82 ± 0,17	3,48 ± 0,21	0,043
Проба с компрессией (прирост ЛСК, %)						
Проксимальной	0 ±	0 ±	1,000	88,0 ± 4,65	157,0 ± 11,8	0,043
Дистальной	346 ± 16,6	321 ± 18,1	1,000	304 ± 26,7	310,0 ± 19,6	0,855

Примечание. A_{ФПГ} (мм) – амплитуда фотоплетизмограммы; КК (мл/мин·100 мл) – капиллярный кровоток по данным лазерной доплеровской флоуметрии; ИКК, % – прирост капиллярного кровотока после функциональной пробы с 3-мин. ишемией; ЛСК – линейная скорость кровотока по магистральным артериям и венам по данным УЗДГ. Расчетные показатели реовазограммы: Vg 100 мл/мин·100 см³ – количество крови, поступающее в 100 см³ ткани за 1 минуту; КЭ, % – коэффициент эластичности сосудов; дикротический индекс артериальный (ДКИа, %) – показатель, отражающий преимущественно состояние прекапиллярных мелких сосудов (артериол); венозный отток (ВО, %) – показатель состояния венозного оттока из данной области, которое в значительной степени определяется тонусом венозного русла исследуемой области; диастолический индекс артериальный (ДСИа, %) – показатель, отражающий преимущественно состояние посткапиллярных мелких сосудов (венул и вен); Δt, град. – термоасимметрия; p – уровень статистической значимости различий относительно значений до курса магнитолазеротерапии.

Таблица 2

Функциональные параметры конечностей у пациентов с врожденной и приобретенной патологией до и после курса магнитолазеротерапии

Показатели	Врожденный дефект костей голени (n = 3)			Приобретенный дефект костей голени (n = 5)		
	До курса магнитолазеротерапии	После курса магнитолазеротерапии	p	До курса магнитолазеротерапии	После курса магнитолазеротерапии	p
Сила мышц разгибателей стопы (Н·м)	2,66 ± 0,22	2,66 ± 0,22	1,0	2,82 ± 0,22	3,30 ± 0,23	0,0678
Сила мышц сгибателей стопы (Н·м)	3,48 ± 0,17	3,48 ± 0,16	1,0	4,30 ± 0,37	5,10 ± 0,16	0,043
Поперечная твердость мышц, усл. ед.	134,0 ± 2,2	133,1 ± 1,2	0,654	150,8 ± 3,32	104,6 ± 4,43	0,043
Статическая нагрузка на конечность, %	41,6 ± 1,41	44,0 ± 2,69	0,285	52,2 ± 1,35	66,2 ± 2,03	0,043

Примечание. p – уровень статистической значимости различий относительно значений до курса лазеротерапии.

русла кожи. Тонус артериол и периферическое сопротивление сосудов, по данным РВГ, без динамики. После курса магнитолазеротерапии поток крови по a. poplitea к оперированному сегменту увеличился на 32% за счет увеличения линейной скорости кровотока и ее диаметра (вазодилатации). Увеличение ЛСК мы также регистрировали и по данным УЗДГ на a. tibial. post. и a. tibial. anterior в 1,5–2 раза, расчетный пульсаторный индекс уменьшался, а демпинг-фактор увеличивался до 1,39. По данным РВГ, увеличивается объемное кровенаполнение тканей голени. После курса магнитолазеротерапии увеличенному притоку соответствовало и увеличение скорости венозного оттока. Увеличение оммического со-

противления тканей, по данным РВГ, свидетельствовало об уменьшении внутритканевой жидкости.

По данным транскутанной полярографии не было выявлено достоверных изменений парциального давления кислорода и двуокиси углерода в зависимости от этапа лечения у всех пациентов.

Сонограммы и результаты данных после курса магнитолазеротерапии демонстрировали отсутствие динамики у больных как с врожденной, так и с приобретенной патологией.

По данным динамометрии, у пациентов с приобретенной патологией после курса магнитолазеротерапии мы регистрировали увеличение силы мышц сгибателей

и разгибателей стопы. У пациентов с врожденной патологией изменений этих показателей мы не выявляли.

Оценка репаративной активности дистракционных регенератов по данным R-графии у пациентов с врожденной и приобретенной патологией свидетельствовала о положительной динамике у пациентов с приобретенной патологией и ее отсутствие после курса магнитолазеротерапии у пациентов с врожденной патологией.

Клинические примеры

Больная С., 12 лет, с диагнозом: врожденный ложный сустав костей правой голени с анатомическим укорочением сегмента 11 см. У больной на предыдущих этапах лечения было достигнуто сращение костных отломков. Поступила для уравнивания конечностей. Курс магнитолазеротерапии проводили на этапе фиксации, после формирования дистракционного регенерата величиной 2 см при темпе дистракции 0,75 мм в сутки.

Больная Р., 7 лет, с диагнозом: последствие гематогенного остеомиелита, дефект костей голени 6 см.

Поступила для замещения костного диастаза и консолидации костных отломков. Курс магнитолазеротерапии проводили на этапе фиксации после формирования дистракционного регенерата величиной 4 см при темпе дистракции 1 мм в сутки.

В случае лечения пациента с приобретенным дефектом костей голени в процессе дистракции получен регенерат величиной 4 см. На R-грамме через 2 мес. фиксации регистрировали замедление формирования кортикальной пластинки с зоной просветления по центру регенерата (рис. 1). После курса магнитолазеротерапии на R-граммах отмечена положительная динамика, регистрировали целостность кортикального слоя, зона просветления исчезла (рис. 2). Аппарат демонтирован, ожидаемый эффект был достигнут в сроки на 30 дней раньше запланированных.

При врожденном дефекте костей голени в процессе дистракции получен ишемический регенерат в зоне удлинения величиной 2 см. На R-грамме отмечали отсутствие тени формируемого дистракционного регенерата,



Рис. 1. R-грамма больной Р. (приобретенная этиология дефекта), до курса лазеротерапии



Рис. 2. R-грамма больной Р. (приобретенная этиология дефекта), после курса лазеротерапии

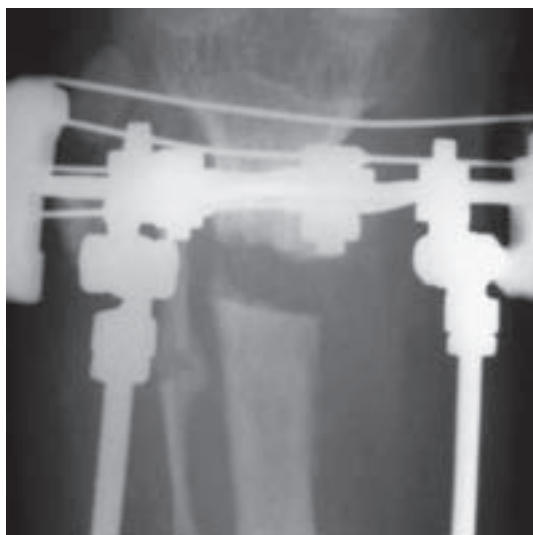


Рис. 3. R-грамма больной С. (врожденная этиология дефекта), до курса лазеротерапии



Рис. 4. R-грамма больной С. (врожденная этиология дефекта), после курса лазеротерапии

в связи с чем дальнейшее удлинение было прекращено (рис. 3). После 2 мес. фиксации и курса магнитолазеротерапии на R-граммах положительной динамики не отмечено (рис. 4) и решено начать проведение компрессии в зоне полученного диастаза до полного контакта отломков. Желаемый эффект не был достигнут.

Положительный эффект магнитолазеротерапии, отмеченный у пациентов с приобретенной патологией, согласуется с данными литературы о том, что гистологическими и рентгенологическими исследованиями выявлена лучшая регенерация с максимально сохраненным кровоснабжением и васкуляризацией наружных слоев кости [16]. Сосудистый эндотелиальный ростовой фактор влияет на рост костной ткани и участвует в трансформации хряща в кость (эндохондриальная оссификация) [17]. Эффект магнитолазеротерапии определяется усилением парасимпатической активности, вазодилатацией артериол, стимулирующим влиянием на ангиогенез и опосредованно – усилением репаративных процессов. У пациентов с врожденной патологией при нарушении базального (симпатического) тонуса артерий [1] эффект магнитолазеротерапии не выражен в отношении как ангиогенеза, так и репаративных процессов.

Вывод

Полученные данные свидетельствуют о неоднородности терапевтических эффектов магнитолазеротерапии ИК-диапазона у пациентов с врожденными и приобретенными дефектами костей голени. Положительный эффект магнитолазеротерапии отмечается у пациентов с приобретенной патологией:

- увеличение артериального притока крови к оперированному сегменту на 32%, капиллярного кровотока – в 2 раза, венозного оттока – в 1,6 раза;
- уменьшение отека тканей;
- прирост показателей динамометрии на 20%, статической нагрузки на конечность – на 20%;
- усиление репаративных процессов дистракционного регенерата.

У пациентов с врожденной патологией не выявлено изменений показателей периферической гемодинамики, репаративной активности дистракционного регенерата и функциональных характеристик мышц после курса из 15 сеансов магнитолазеротерапии.

Литература

1. Буклаев Д.С., Янакова О.М. Ультразвуковая доплерография сосудов нижней конечности у детей с пороком развития малоберцовой кости // Травматол. и ортопед. России. 2002. № 3. С. 37–39.

2. Булякова Н.В., Михайлик Л.В., Варакина Н.И. и др. Инфракрасная лазеротерапия скелетной мышцы после травмы (экспер. исслед.) // Физиотер., бальнеол. и реабил. 2010. № 1. С. 26–30.
3. Лепилин А.В., Райгородский Ю.М., Бахтеева Г.Р. и др. Использование электронейростимуляции и лазеротерапии в лечении больных с переломами нижней челюсти // Физиотер., бальнеол. и реабил. 2014. № 2. С. 22–25.
4. Яценко М.К., Прокофьева Т.В., Воронина Л.П., Полунина О.С. Коррекция микроциркуляторных нарушений у больных с ишемической болезнью сердца // Астрахан. мед. журнал. 2009. Т. 4. № 3. С. 92–98.
5. Кунин А.А., Фуад Р., Петров И.Ю. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения для повышения эффективности лечения больных ранними и поздними перимплантатами // Науч.-мед. вест. Центр. Черноземья. 2009. № 36. С. 66–70.
6. Мачерет Е.Л., Коркушко А.О. Вегетососудистая дистония и рефлексотерапия // Межд. неврол. журнал. 2009. № 8. С. 55–63.
7. Еремин Н.В., Мнихович М.В., Мизяс В.Г., Тернов М.М. Морфология кожной раны под влиянием низкоинтенсивного гелий-неонового лазерного излучения // Клин. и экспер. морфол. 2012. № 1. С. 38–43.
8. Осипенко А.В., Жуков П.В. Возможности низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении переломов длинных костей методом чрескостного остеосинтеза // Гений ортопедии. 2007. № 1. С. 125–129.
9. Пат. 2029636 РФ, МКИ⁶ А61 Н 1/00 Устройство для ангиодинамометрии / В.А. Щуров (РФ). № 5042260/14; Заявл 15.05.92; Опубл. 27.02.95. Бюл. № 6. С. 114.
10. Пласкина Л.Н., Ухов Ю.И. Влияние гелий-неонового лазера на процесс посттравматического восстановления скелетной мышцы // Российский мед.-биол. вестник. 2001. № 1–2. С. 67–71.
11. Джалилов А.П., Ганиев А.К., Джалилова Ш.П., Акбарова Н.П. Улучшение результатов лечения повреждений ростковых зон верхней конечности у детей // Травма. 2011. Т. 12. № 2. С. 85–86.
12. Фролова М.А., Васильева Л.В., Минакова О.В., Лобеева Н.В. Эффективность лечения остеоартроза с использованием лазеротерапии // Системн. анализ и управл. в биомед. системах. 2013. Т. 12. № 2. С. 594–600.
13. Юдин В.А., Булгаков А.А. Минеральный обмен у детей при замедленной консолидации переломов длинных трубчатых костей // Детск. хирург. 2000. № 1. С. 28–32.
14. Son J., Kim Y.-B., Ge Z. et al. Bone healing effects of diode laser (808 nm) on a rat tibial fracture model // In vivo. 2012. 26. № 4. P. 703–709.
15. Freitas I.G.F., Baranauskas V., Cruz-Höfling M.A. Laser effects on osteogenesis // Appl. Surface Sci. 2000. V. 154–155. P. 548–554.
16. Habermeyer P., Baser T., Eitel F. Pathophysiologische Grundlagen der plastischen Versorgung von Knochen – und Weichteildefekten // Unfallchirurg. 1987. 90. № 7. P. 330–338.
17. Léger C. Un nouveau rôle pour le VEGF // Biofutur. 1999. № 191. P. 10.
18. Vladimirov Yu.A., Osipov A.N., Klebanov G.I. Photobiological Principles of Therapeutic Applications of Laser Radiation // Biochemistry. 2004. Vol. 69. № 1. P. 81–90.

Поступила в редакцию 15.05.2015 г.

Для контактов: Долганова Тамара Игоревна
E-mail: rjik532007@rambler.ru