

**Эффект лазеротерапии у пациентов с дефектом
костей голени врожденной и приобретенной этиологии
(клинические наблюдения)**

Т.И. Долганова, Г.А. Степанова, А.Ю. Чевардин

**The effect of laser therapy in patients with leg bone defects of
congenital and acquired etiology
(clinical observations)**

T.I. Dolganova, G.A. Stepanova, A.Y. Chevardin

Федеральное государственное учреждение науки
«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росздрава», г. Курган
(генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

Представлены клинические и физиологические результаты лазеротерапевтического воздействия у двух больных с врожденной и приобретенной этиологией дефекта костей голени (клинические наблюдения). Методика терапии включала воздействие лазерного излучения 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. Положительный эффект лазеротерапии отмечается у пациента с заболеванием приобретенной этиологии. Воздействие ИК-лазера приводит к увеличению артериального притока крови к оперированному сегменту на 22 %, повышению тонуса вен и увеличению венозного оттока на 14 %, увеличению показателей динамометрии и статической нагрузки на конечность в 4 раза. По данным R-графии отмечается увеличение репаративной активности дистракционного регенерата. У пациента с врожденным заболеванием не выявлено положительных изменений показателей периферической гемодинамики, репаративной активности дистракционного регенерата и функциональных характеристик мышц.
Ключевые слова: физиология, врожденный, приобретенный дефект костей голени, лазеротерапия.

The clinical and physiological results of laser-therapeutic intervention are demonstrated in two patients with leg bone defects of congenital and acquired etiology (clinical observations). The therapy technique included the influence of laser radiation with 80 Hz frequency on three points in bone regenerate projection and on one point in the projection of popliteal vessels, exposure for 2 minutes each. Number of sessions – 15, one session per day. The positive effect of laser therapy is noted in the patient with acquired disease. The influence of IR-laser leads to 22% increase of arterial blood inflow to the segment operated, to venous tone rise and 14% increase of venous outflow, and also to 4-fold increase of dynamometry values and static loading of the limb. There is noted an increase of the reparative activity of distraction regenerate bone according to R-graphy data. There were no positive changes of peripheral hemodynamics values, reparative activity of distraction regenerate bone and muscular functional characteristics revealed in the patient with congenital disease.
Keywords: physiology, congenital, acquired defect of leg bones, laser therapy.

По данным литературы, отмечены положительные результаты с усилением репаративных процессов как костной, так и мышечной [1] тканей при лечении He-Ne [4] и ИК лазер-терапией [5, 6, 7, 10]. Лазерное излучение в дозах 31,5 и 94,7 Дж·м⁻² вызывает усиление парасимпатической активности [8], оказывает стимулирующее влияние на ангиогенез, что ведет к новообразованию костной ткани [2], приводит к образова-

нию более толстой костной трабекулы, что свидетельствует о большем синтезе коллагеновых волокон и, таким образом, об увеличении остеобластической активности под действием низкоэнергетического лазерного излучения [9].

Цель данного сообщения - представить результат лазеротерапевтического воздействия у больных с дефектом костей голени врожденной и приобретенной этиологии.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В данной работе приводится анализ результатов комплексного физиологического обследования двух пациентов.

Больная К. (арх. № истории болезни 20107), 20 лет, диагноз: врожденный ложный сустав костей правой голени с анатомическим укорочение сегмента 13 см. Больной на предыдущих этапах лечения было достигнуто сращение ко-

стных отломков и удлинение голени на 5 см. Поступила для дальнейшего уравнивания конечностей. Курс лазеротерапии проводился на этапе фиксации, после формирования дистракционного регенерата величиной 2 см при темпе дистракции 0,75 мм в сутки.

Больная П., (арх. № истории болезни 47472), 7 лет, диагноз: последствие гематогенного ос-

теомиелита, дефект костей голени – 6 см. Поступила для замещения костного диастаза и консолидации костных отломков. Курс лазеротерапии проводился на этапе фиксации после формирования дистракционного регенерата величиной 4 см при темпе дистракции 1 мм в сутки.

Курс лазеротерапии проводился с помощью аппарата «МИЦ-ФОТОН-03», генерирующего импульсное излучение с длиной волны 0,89 мкм (ИК-область), средняя выходная мощность в импульсе 6 Вт. Использовалась магнитная насадка с индукцией до 100 мТл. Методика терапии включала воздействие ЛИ 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 лазеротерапии больным проводилось комплексное физиологическое исследование периферической гемодинамики, включающее транскутантную полярографию (Model 840, VFD, США), реовазографию (УНИМОК 01-03 РЕО «РЕОАНАЛИЗАТОР Рид-114Д», г.С.-Петербург), ультразвуковую доплерографию (АНГИО-ПЛЮС, Москва), лазерную флоуметрию (BLF21 фирмы Transonic Systems Inc., США), фотоплетизмографию (электрокардиограф «ТЕЛЕГУСТ», Германия), электротермометрию, ультразвуковое сканирование мышц (АЛОКА с эхокамерой SSD-630), определялась статическая нагрузка на конечность по Николаеву. Оценка поперечной твердости

мышц, сила сгибателей и разгибателей стопы проводилась устройствами, разработанными в РНЦ «ВТО» [3]. Оценка артериального притока крови к поврежденному сегменту (голену) проводилась по расчетным данным РВГ (КЭ, % - коэффициент эластичности магистральных артерий; Vg_{100} , мл/мин*100 мл ткани – количество крови, поступающее в 100 см³ ткани за 1 минуту), УЗДГ – линейная скорость кровотока (ЛСК), рассчитывался поток крови по а. poplitea с учетом диаметра сосуда в систолу. Оценка венозного русла проводилась по расчетным данным РВГ (ВО, % - показатель состояния оттока крови, в значительной степени определяемый тонусом венозного русла; ДСИа, % – показатель тонуса венул, ОП-вета, % – характеризующий отечность тканей; V_B – показатель скорости нарастания венозной компоненты) и УЗДГ вен v.tibial.post. с функциональными пробами проксимальной и дистальной компрессий. Ультразвуковое сканирование мышц сгибателей и разгибателей стопы проводилось в продольной проекции датчиком 7,5 Мгц в В-режиме. По стандартным программам при единой шкале настройки изображения определялась эхоплотность (L) мышц по данным постпроцессорной обработки эхосигнала. Дополнительно определялась контрактность мышцы по процентному увеличению толщины брюшка после произвольного ее напряжения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты обследования пациентов представлены в таблице 1.

У пациента с **заболеванием врожденной этиологии** перед курсом лазеротерапии 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 %. Регистрировалась отрицательная термоасимметрия кожных покровов стопы и голени. Поток крови по а. poplitea снижен на 30 % за счет уменьшения диаметра подколенной артерии и уменьшения линейной скорости кровотока. Также снижен и показатель ЛСК и по а. tibialis posterior и не лоцируется кровоток по а. tibialis anterior, что связано с врожденной аномалией сосудистого русла, сопровождающей врожденные дефекты костей. Уменьшенному притоку крови соответствовал и сниженный венозный отток с диагностическими признаками затрудненного венозного оттока.

Анализ показателей после курса лазеротерапии выявил, что по данным фотоплетизмографии, лазерной доплеровской флоуметрии, электротермометрии и реовазографии отсутствует достоверная динамика регистрируемых параметров. Ин-

декс капиллярного кровотока не изменился, т.е. резервные возможности капиллярного русла не использовались в процессе лазеротерапии. Увеличения потока крови по а. poplitea к оперированному сегменту не отмечается. Регистрируется увеличение на 65 % линейной скорости кровотока (ЛСК) по а. tibial. post., при этом пульсаторный индекс уменьшается с 4,53 до 3,4; демпинг-фактор – с 0,91 до 0,79. Такая динамика показателей УЗДГ по а. tibial. post. указывает на развитие вазоконстрикции. Отсутствует регистрация линейной скорости кровотока по а. tibial. anterior как до, так и после курса лазеротерапии.

По данным УЗДГ, как до, так и после курса лазеротерапии линейная скорость венозного оттока по v. tibial. post. снижена. Отсутствует приток показателя ЛСК v. tibial. post. после пробы с проксимальной компрессией. Показатели УЗДГ вен интерпретируются как затрудненный венозный отток по v. tibial. post., снижение дренажной функции вен дистального сегмента. Уменьшение до отрицательных значений показателя ВО и снижение на 18 % V_B отражает увеличение венозного оттока по поверхностным венам.

Результаты комплексного физиологического обследования пациентов

Показатели	Врожденный дефект костей голени		Приобретенный дефект костей голени	
	до курса лазеротерапии	после курса лазеротерапии	до курса лазеротерапии	после курса лазеротерапии
Оценка капиллярного кровотока				
Амплитуда ФПГ, (мм)	15	17	22	24
КК, (мл/мин*100мл)	1,0	1,1	2,4	4,9
ИКК, %	290	290	340	335
ДКИа, (%)	13,1	13,6	51,653	46,738
В/А, %	76,5	77,3	83,106	78,754
Термоасимметрия, (Δt, град.)	-1,8	-1,7	+0,9	+1,4
Оценка артериального притока				
КЭ, %	15,7	16,3	26,8	21,4
Поток крови по а. poplit. (л/мин)	0,069	0,069	0,098	0,12
ЛСК а. poplitea (см/сек)	4,38	3,75	6,5	18,75
ЛСК а. tibialis post. (см/сек)	5,0	10,13	16,5	20,25
ЛСК а. tibialis anter. (см/сек)	0	0	6,63	12,5
Vg100 гол., мл/мин*100см ³	1,57	1,53	1,1	1,25
РИ (ом)	2,26	1,84	1,64	1,89
Оценка венозного оттока				
ВО, %	5,38	-1,89	18,65	9,12
ДСИа, %	22,6	19,4	44,9	45,8
ОП-β, %	33,8	41,8	74,5	41,3
V _v (ом/сек)	2,09	1,72	2,14	1,62
ЛСК. v. tibial. post. (см/сек)	0,5	0,38	1,88	2,13
Проба компрессии (прирост ЛСК, %)				
Проксимальной	0	0	0	71,43
Дистальной	380	271,4	25,0	342,8
Сила мышц				
Разгибатель стопы (Н*м)	2,91	2,91	0	2,18
Сгибатель стопы (Н*м)	3,64	3,64	0	3,64
Поперечная твердость мышц, усл. ед.	135	130	152	100
Статическая нагрузка на конечность, %	42,8	51,5	15	66,6

У пациента с **приобретенным дефектом костей** голени до курса лазеротерапии мы регистрируем показатели, достоверно не отличающиеся от значений интактной конечности, и положительную термоасимметрию кожи оперированной конечности. После курса лазеротерапии, по данным ЛДФ, капиллярный кровоток оперированной голени увеличился в 2 раза, при этом резервные возможности капиллярного русла не уменьшились, увеличилась положительная термоасимметрия. Это свидетельствует об активности процессов ангиогенеза. Тонус артериол и периферическое сопротивление сосудов, по данным РВГ, не менялись. После курса лазеротерапии поток крови по а. poplitea к оперированному сегменту увеличился на 22 % за счет увеличения линейной скорости кровотока. Увеличение ЛСК мы также регистрируем и по данным УЗДГ на а.tibial.post. и а.tibial.anterior в 1,5-2 раза, расчетный пульсаторный индекс уменьшается, а демпинг-фактор увеличивается до 1,39. Такая динамика показателей характерна для увеличения ветвления сети коллатералей и анастомозов в бассейне этих артерий. По данным РВГ, увеличивается объемное кровенаполнение тканей голени. После курса лазеротерапии повышается тонус вен и увеличивается скорость венозного оттока как по поверхностным, так и по v.tibialis posterior.

Данные РВГ свидетельствовали об уменьшении внутритканевой жидкости.

По данным транскутантной полярографии, не выявлено достоверных изменений парциального давления кислорода и углекислого газа в зависимости от этапа лечения у обоих пациентов.

На сонограммах у обоих пациентов весь период лечения определяется «размытая» мышечная структура на пораженном сегменте. Значительное увеличение – до 45 отн. ед. ультразвуковой плотности (L) – мышечной ткани, что в 3 раза превышает значения здоровых и отражает степень диффузных изменений в мышце. Отсутствуют характерная продольная исчерченность, разграничительные прослойки между порциями мышц. Ультрасонографические картины и результаты пост-процессорной обработки сонограмм не имеют какой-либо динамики после курса лазеротерапии как у больного с врожденной, так и у пациента с приобретенной этиологией заболевания.

По данным динамометрии, у пациента с приобретенной этиологией заболевания после курса лазеротерапии регистрируем увеличение силы мышц сгибателей и разгибателей стопы. У пациента с врожденной этиологией заболевания динамики этих показателей не выявлено.

По данным R-графии проведена оценка репаративной активности дистракционных регенератов у пациентов с врожденной и приобретенной этиологией заболеваний.

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



Рис. 1. R-грамма б-ной П. (приобретенная этиология дефекта), до курса лазеротерапии

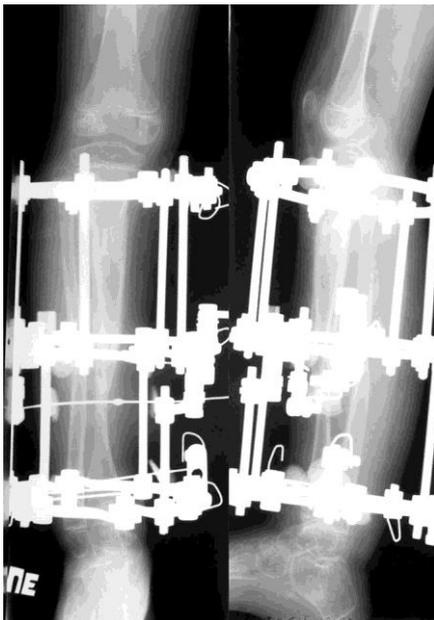


Рис. 2. R-грамма б-ной П. (приобретенная этиология дефекта), после курса лазеротерапии

При врожденном дефекте костей голени в процессе дистракции получен ишемический регенерат в зоне удлинения величиной 2 см. На R-грамме регистрировалось отсутствие тени формируемого дистракционного регенерата, в связи с чем дальнейшее удлинение было прекращено (рис. 3). После 2 месяцев фиксации и курса лазеротерапии на R-граммах положительной динамики не отмечено (рис. 4.) и решено начать проведение компактизации в зоне полученного диастаза до полного контакта отломков. Ожидаемый эффект не был достигнут.



Рис. 3. R-грамма б-ной К. (врожденная этиология дефекта), до курса лазеротерапии



Рис. 4. R-грамма б-ной К. (врожденная этиология дефекта), после курса лазеротерапии

ВЫВОД

Выраженный положительный эффект лазеротерапии отмечается у пациента с приобретенной этиологией заболевания, что согласуется с данными литературы. Воздействие ИК-лазера приводит к увеличению артериального притока крови к оперированному сегменту, повышению тонуса вен и увеличению венозного оттока. Несмотря на отсутствие структурных изменений мышц, по данным сонографии, улучшаются их функциональные характеристики: уменьшается поперечная твердость мышц и увеличивается их сила. По данным R-графии, отмечается увеличение репаративной активности дистракционного регенерата.

У пациента с заболеванием врожденной этиологии не выявлено положительных измене-

ний показателей периферической гемодинамики. Напротив, регистрируются признаки вазоконстрикции задней большеберцовой артерии. Не выявлено положительной динамики репаративной активности дистракционного регенерата и функциональных характеристик мышц.

Полученные данные свидетельствуют о неоднородных терапевтических эффектах фототерапии, в частности, лазеротерапии ИК-диапазона у пациентов с врожденными и приобретенными дефектами костей голени. Это требует дальнейшего изучения воздействия физических факторов на гомеостаз больных с врожденной патологией опорно-двигательного аппарата с целью оптимизации лечебного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Булякова, Н. В. Регенерация икроножных мышц и состояние иммунной системы у облученных крыс при воздействии лучей гелий-неонового лазера / Н. В. Булякова, В. С. Азарова // Известия РАН. Сер. биол. – 2002. - № 1. – С. 38-50.
2. Лазутина, Г. С., Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на процессы регенерации костей свода черепа : автореф. дис. ... канд. мед. наук. / Г. С. Лазутина ; Рязан. гос. мед. ин-т. – Рязань, 2001 – 20 с.
3. Пат. 2029636 Российская Федерация, МКИ⁶ А61 Н 1/00 Устройство для ангиодинамометрии / Щуров В.А. - № 5042260/14 ; заявл 15.05.92 ; опубл. 27.02.95. Бюл. № 6. – 1 с.
4. Плаксина, Л. Н. Влияние гелий-неонового лазера на процесс посттравматического восстановления скелетной мышцы / Л. Н. Плаксина, Ю. И. Ухов // Рос. мед-биол. вестник. - 2001. - № 1-2. – С. 67-71.
5. Регенерация облученной, механически поврежденной скелетной мышцы крыс после действия инфракрасного лазерного излучения / Н. В. Булякова, С. М. Зубкова, В. С. Азарова // Докл. РАН. – 1998. – Т. 359, № 1. – С. 123-127.
6. Юдин, В. А. Минеральный обмен у детей при замедленной консолидации переломов длинных трубчатых костей / В. А. Юдин, А. А. Булгаков // Дет. хирург. – 2000. - № 1. – С. 28-32.
7. Clingen, H. Fracture callus maturation and alkaline phosphatase expression in response to low level laser therapy : [Pap.] Joint Meet. Anat. Soc. Great Brit. and Ireland and anat. Ges., Southampton, 14-17 Dec., 1994 / H. Clingen, G. R. Dickson // J. Anat. – 1995. – Vol. 187, No 1. – P. 216-217.
8. Demki gakkai ronbunshi. C. Denshi, joho, shisutemu bumonshi / M. Miyoshi [et al.] // Trans. Inst. Elec. Eng. Jap. – 1998. – Vol. 118, No 1. – P. 37-43.
9. Freitas, I. G. F. Laser effects on osteogenesis / I. G. F. Freitas, V. Baranauskas, M. A. Cruz-Höfling // Appl. Surface Sci. – 2000. – Vol.154-155. – P. 548-554.
10. Jordan, G. R. The effect of low level laser therapy on neuropeptide expression during fracture repair in the murine femur : [Pap.] Joint Meet. Anat. Soc. Great Brit and Ireland and Anat. Es., Southampton, 14-17 Dec., 1994 / G. R. Jordan, G. R. Dickson // J. Anat. – 1995 – Vol. 187, No 1. – P. 216.

Рукопись поступила 15.09.04.