

11. Новицкий В.В., Гольдберг Е.Д., Уразова О.И., ред. *Патофизиология. Учебное пособие*. 4-е изд. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2009; т. 2.
12. Фолков Б., Нил Э. *Кровообращение*. М.: Медицина; 1976.
13. Fassbender H.G., Wegner K. Morphologie und Pathogeneses Weichteilrheumatismus. *Z. Rheumaforsch.* 1973; 32(9): 355–74.
14. Trevell J.O., Simons D.G. *Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual*. Baltimore; London; 1984.
15. Боровкова Л.В., Воронина И.Д. Абдоминальная декомпрессия в лечении и профилактике фетоплацентарной недостаточности. *Медицинский альманах*. 2010; 2(11): 165–9.
16. Гайдуков С.Н., Прохорович Т.И. и др. Абдоминальная декомпрессия – перспективный метод профилактики и лечения осложненной беременности. В кн.: *Абдоминальная декомпрессия в медицине. Теория и практика*. СПб.: ГАВМ; 2004: 3–5.
17. Heyls O. S. Abdominal decompression in the first stage of labour. *J. Obstetr. Gynaecol. Br. Cwlth.* 1959; 66: 220–8.
18. Длигач Д.Л., Иоффе А.Л. *Локальная декомпрессия и работоспособность*. Л.: Наука; 1982.
19. Фарафонтובה А. С. *Обоснование применения энтеросорбции и локальной декомпрессии для профилактики лучевых поражений*: Дисс. ... канд. биол. наук. СПб.; 2004.
20. Чабан А.А. *Применение лазеротерапии и фотохромотерапии в комплексном лечении больных с диабетической ангиопатией нижних конечностей*: Дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2006.
6. Povorznyuk V.V., Sheremet O.B. Rehabilitation of patients with osteochondrosis of the lumbosacral spine. *Mezhdunarodnyy nevrologicheskii zhurnal*. 2007; 1(11): 37–40. (in Russian)
7. Skopichev V.G., Zhichkina L.V. Physiology local negative pressure. In: *Abdominal Decompression in Medicine. Theory and Practice. [Abdominal'naya dekompressiya v meditsine. Teoriya i praktika]*. St. Petersburg: GAVM; 2004: 59–64. (in Russian)
8. Shaldin V.K., Vshivkov V.A., Gushchin S.N. Aeropiesotherapy in surgical practice. In: *Physiological and Clinical Effects of Local Negative Pressure: Proceedings of the conference*. Moscow: People's Friendship University; 1976: 134–7. (in Russian)
9. Vlasov T.D. The mechanisms of humoral regulation of vascular tone (part 2). *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya*. 2002; 1: 68–73. (in Russian)
10. Porkhun N.F., Andreev V.V., Porkhun F.N., Vasina E.Yu. et al. Local microcirculatory disorders in the musculofascialpain. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya*. 2004; 3(11): 77–9. (in Russian)
11. Novitskiy V.V., Gol'dberg E.D., Urazova O.I., eds. *Pathophysiology*. 4th Ed. Moscow: GEOTAR-Media; 2009; Vol. 2. (in Russian)
12. Folkov B., Nil E. *Circulation. [Krovoobrashchenie]*. Moscow: Meditsina; 1976. (in Russian)
13. Fassbender H.G., Wegner K. Morphologie und Pathogeneses Weichteilrheumatismus. *Z. Rheumaforsch.* 1973; 32(9): 355–74.
14. Trevell J.O., Simons D.G. *Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual*. Baltimore; London; 1984.
15. Borkovkova L.V., Voronina I.D. Abdominal decompression in the treatment and prevention of placental insufficiency. *Meditsinskiy al'manakh*. 2010; 2(11): 165–9. (in Russian)
16. Gaydukov S.N., Prokhorovich T.I. et al. Abdominal decompression – a promising method for the prevention and treatment of complications of pregnancy. In: *Abdominal Decompression in Medicine. Theory and practice*. St. Petersburg: GAVM; 2004: 3–5. (in Russian)
17. Heyls O. S. Abdominal decompression in the first stage of labour. *J. Obstetr. Gynaecol.* 1959; 66: 220–8.
18. Dligach D.L., Ioffe A.L. *Local Decompression and Performance*. Leningrad: Science; 1982. (in Russian)
19. Farafontova A.S. *Rationale for Enterosorption Local Decompression and for the Prevention of Radiation Injuries*: Diss. St. Petersburg; 2004. (in Russian)
20. Chaban A.A. *The Use of Laser Therapy and Photochromotherapy in Complex Treatment of Patients with Diabetic Angiopathy of Lower Extremities*: Diss. St. Petersburg; 2006. (in Russian)

Поступила 04 октября 2015  
Принята в печать 15 ноября 2015

## REFERENCES

1. Grin' A.A. Percutaneous discectomy in the treatment of patients with lumbar osteochondrosis. *Neurokhirurgiya*. 2002; 1: 24–6. (in Russian)
2. Kaz'min A.I. The pathogenesis of osteochondrosis and problems of its treatment. In: *Materials of III All-Union Congress of Traumatology's. [Materialy III Vsesoyuznogo s"ezda travmatologov-ortopedov]*. Moscow; 1976: 218–21. (in Russian)
3. Kaz'min A.I., Kozlov V.A. Measurement of segmental blood circulation and degenerative diseases of the spine. In: *Osteochondrosis. Novokuznetsk*; 1973; Pt 1: 57–9. (in Russian)
4. Kozlov V.I. Histophysiology microcirculation system. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya*. 2003; 3(7): 79–85. (in Russian)
5. Kozlov V.A. Violation of segmental blood circulation and degenerative diseases of the spine. In: *The Spine Pathology: Proceedings of the Conference. [Patologiya pozvonochnika: Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii]*. Vilnius; 1971: 145–8. (in Russian)

Трунова О.В., Машков А.Е.

## ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ТЕРАПИИ НА ТЕЧЕНИЕ ВОСПАЛИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ГЕМАТОГЕННОГО ОСТЕОМИЕЛИТА У ДЕТЕЙ

ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского, Москва

Исследования проведены в группе из 40 пациентов с острым гематогенным остеомиелитом и обострением хронического. После курса лазерной терапии отмечена положительная динамика течения воспалительного процесса, улучшение кровообращения в области воспаления, стимуляция иммунитета, сокращение сроков заживления ран и пребывания детей в стационаре на 3–4 дня. В результате лечения сократился период тяжелого и лихорадочного состояния, стадии воспаления, нормализовалась формула крови, повышалась чувствительность микрофлоры к антибиотикам.

Ключевые слова: *остеомиелит; дети; лазерная терапия; иммунитет; спектрофотометрия; показания; противопоказания.*

Для цитирования: Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2016; 15 (1): 34-37.

DOI: 10.18821/1681-3456-2016-15-1-34-37

Для корреспонденции: Машков Александр Евгеньевич; malexe@yandex.ru

Trunova O.V., Mashkov A.E.

### LASER THERAPY OF HEMATOGENIC OSTEOMYELITIS IN THE CHILDREN

State budgetary health care facility of Moscow region “M.F. Vladimirsky Moscow Regional Research Clinical Institute”, Moscow, Russia

The present study included 40 children presenting with acute hematogenic osteomyelitis and exacerbation of chronic osteomyelitis. It was shown that a course of laser therapy resulted in the positive dynamics of the inflammatory process, the improvement of blood circulation in the inflamed regions, stimulation of immunity, acceleration of the wound healing, and the reduction of the hospital stay by 3 or 4 days. Other beneficial effects

of the treatment included the decreased duration of the severe and febrile conditions, alleviation of inflammation, normalization of the hematological status, and the increase of sensitivity of microflora to antibiotics.

**К е y w o r d s :** *osteomyelitis; children; laser therapy; immunity; spectrophotometry; indications; contraindications.*

**For citation:** Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya. 2016; 15 (1): 34-37. (In Russ.).  
DOI: 10.18821/1681-3456-2016-15-1-34-37

**For correspondence:** Mfshkov Aleksandr; malexe@yandex.ru

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Funding.** The study had no sponsorship.

Received 25 September 2015  
Accepted 15 November 2015

Остеомиелит – одно из самых распространенных гнойно-септических заболеваний в детском возрасте, на долю которого приходится от 3 до 12% хирургических заболеваний у детей [1–4]. Острый гематогенный остеомиелит отличается тяжелым течением, склонностью к хронизации воспалительного процесса, довольно высокой частотой неблагоприятных исходов [5–7]. Не менее актуальна проблема хронического гематогенного остеомиелита, при лечении которого отмечаются такие осложнения, как деформация и нарушение роста конечности, патологические переломы, ложные суставы и дефекты костной ткани, которые заканчиваются, как правило, инвалидностью детей. Переход заболевания в хроническую форму наблюдается у 6–12% больных [8–10].

Основным направлением в лечении больных остеомиелитом является комплексная терапия, объединяющая различные способы воздействия на гомеостаз. Терапия остеомиелита включает хирургическое и медикаментозное лечение и применение физических факторов.

Основные синдромы заболевания – воспалительный процесс, интоксикация, иммунная дисфункция, нарушение гомеостаза, дистрофия и метаболические изменения. Интоксикационный синдром в острой фазе развивается не при всех формах остеомиелита. Изменения в системе гомеостаза могут иметь разный характер: в течение первых 10 дней болезни наблюдаются явления гиперкоагуляции, это создает условия для диссеминированного внутрисосудистого свертывания крови, резко усугубляющего деструкцию кости. На 10 – 20-е сутки возникают явления гипокоагуляции с тенденцией к патологическому фибринолизу. Метаболические нарушения проявляются изменением кальциевого обмена с развитием гиперкальциемии и остеопороза здоровых участков пораженной кости, нарушений кислотно-основного состояния с ацидозом, диспротеинемией. Дистрофический синдром характеризуется атрофическими явлениями в окружающих мягких тканях и соседних суставах, а также развитием остеопороза.

Цель исследования – разработка методики лазерной терапии с целью положительного влияния на динамику воспалительного процесса и коррекции основных синдромов заболевания на разных этапах лечения гематогенного остеомиелита у детей.

### Материал и методы

Под нашим наблюдением находилось 40 детей с гематогенным остеомиелитом в возрасте от 3 мес до 16 лет – 22 (55%) мальчика и 18 (45%) девочек. Все больные методом рандомизации были разделены на 2 группы: 1-ю группу составили 26 детей с острым гематогенным остеомиелитом, 2-ю – 14 детей с хроническим гематогенным остеомиелитом в стадии обострения. Обе группы получали физиотерапевтическое лечение: транскутанное лазерное облучение крови (длиной волны 0,89 мкм) на область проекции крупных сосудов в непосредственной близости к воспалительному процессу на частоте 5 Гц в течение 10–15 мин, проводимое через день (6 процедур); инфракрасное (ИК) лазерное излучение (длина волны 0,89 мкм) частотой 80 Гц в импульсном режиме (8 Вт) по 2 – 3 мин

на точку (плоские кости – 1 точка, трубчатые – 2 противоположно расположенные точки, суставы – 3 точки), доза облучения 0,15 Дж, всего 10–12 ежедневных процедур.

Облучение проводили от аппарата Милта-Ф-8-01, регистрирующего отраженный от облучаемой поверхности ИК-сигнал, позволяющий определить коэффициент отражения. Динамика этого показателя давала возможность фиксировать локализацию, а также оценить эффективность противоотечного и противовоспалительного действия ИКЛ-облучения. В процессе лечения отражение увеличивалось.

Наиболее часто острый гематогенный остеомиелит в нашей группе встречался у детей в возрасте до 1 года – у 9 (34,6%) и от 1 года до 5 лет – у 4 (15,4%) детей. Хронический гематогенный остеомиелит наблюдался преимущественно в возрасте от 10 до 15 лет – у 4 (28,6%) и свыше 15 лет – у 6 (42,9%) детей. Локализация первичного очага чаще отмечалась в длинных трубчатых костях нижних конечностей: при остром гематогенном остеомиелите в 9 (34,6%) случаях, при хроническом гематогенном остеомиелите – в 5 (35,7%). Множественные очаги поражения обнаружены в 2 (7,7%) случаях.

У 27 (67,5%) больных удалось выявить предрасполагающие факторы заболевания. У 11 (27,5%) детей началу заболевания предшествовала травма конечности, клинические проявления острого гематогенного остеомиелита обычно развивались на 2 – 5-е сутки после травмы. В 13 (32,5%) случаях накануне заболевания отмечались различные проявления инфекции. В 6 (15%) случаях заболеванию предшествовало местное воспаление мягких тканей, в 13 (32,5%) причина заболевания не была установлена.

Большинство больных – 38 (95%) – поступили в отделение детской хирургии из стационаров Московской области и только 2 (5%) больных обратились самостоятельно в детское хирургическое отделение МОНИКИ им. Н.Ф. Владимирского.

В отделении 13 (32,5%) больным была произведена остеоперфорация, в 4 (10%) случаев выполнены пункция и дренирование сустава, у 2 (5%) больных возникла необходимость вскрытия флегмоны или абсцесса мягких тканей, у 4 (10%) проводилось консервативное лечение.

Среди больных хроническим остеомиелитом продолжительность заболевания выявлена у 6 (42,9%) – 2 – 3 года и более. В 4 (28,6%) наблюдениях заболевание длилось до 1 года и у 4 (28,6%) больных – от 1 года до 2 лет.

Всем детям при поступлении и в процессе заболевания (через каждые 7–10 дней) проводилось комплексное обследование, которое, помимо клинического и биохимического исследования крови, мочи по общепринятым методикам, включало микробиологическое исследование, определение чувствительности микрофлоры к антибиотикам, разделение белков сыворотки крови на фракции; иммунологические исследования, которые заключались в определении уровней сывороточных иммуноглобулинов классов А, М, G, количества циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) (3 и 4%), показателей теста с нитросиним тетразолием (НСТ) и латекс-теста (погложительной и переваривающей способности лейкоцитов). Обязательными являлись рентгенологические исследования и

ультразвуковая диагностика, томография, лазерная спектрофотометрия, которая позволяла проводить объемные измерения капиллярного кровотока мягких тканей ( $V_{кр}$ ), а также фиксировать в реальном времени концентрацию свободного кислорода в тканях ( $SO_2$ ).

### Результаты и обсуждение

Клиническим выздоровлением мы считали период заболевания, когда отсутствовали клинические проявления (жалобы, температурная реакция, воспалительные изменения в пораженной конечности); в этом периоде большинство больных выписывались из стационара. Результаты микробиологического исследования показали, что ведущим этиологическим фактором в развитии острого гематогенного остеомиелита является стафилококк, а у детей с хроническим гематогенным остеомиелитом наблюдалось присоединение суперинфекции, что было неблагоприятным фактором, осложняющим течение воспалительного процесса. Анализируя динамику содержания белковых фракций сыворотки крови, установили, что при остром гематогенном остеомиелите у детей происходят значительные изменения белкового состава крови, выражающиеся в диспротеинемии, которая проявляется снижением количества альбумина и повышением содержания глобулиновых фракций со снижением альбуминоглобулинового (А/Г) коэффициента (альбумин  $-29,92 \pm 1,02$  г/л,  $\alpha_1 - 5,49 \pm 0,21$  г/л,  $\alpha_2 - 12,13 \pm 0,42$  г/л,  $\beta - 8,27 \pm 0,34$  г/л,  $\gamma - 13,98 \pm 1,19$  г/л, А/Г  $- 0,64 \pm 0,02$  при  $p < 0,001$ ). Диспротеинемия была наиболее выраженной в 1-й группе при остром гематогенном остеомиелите и сохранялась до периода клинического выздоровления. В остром периоде наиболее существенные изменения наблюдались в  $\alpha$ -глобулиновых фракциях, которые имели тенденцию к снижению к периоду выздоровления ( $\alpha_1 - 2,96 \pm 0,14$  г/л,  $\alpha_2 - 9,45 \pm 0,22$  г/л при  $p < 0,01$ ). У детей 2-й группы с хроническим процессом данные фракции оставались высокими на протяжении всего заболевания, а содержание  $\gamma$ -глобулинов значительно увеличивалось к периоду выздоровления ( $\gamma$ -глобулин до лечения  $- 14,71 \pm 1,57$  г/л, после лечения  $- 26,19 \pm 2,28$  г/л), что подтверждается данными литературы [7]. При сопоставлении значений белковых фракций с клиническими показателями течения воспалительного процесса и рентгенологическими данными установлено, что нормализация содержания общего белка и белковых фракций, как правило, соответствует критериям клинко-рентгенологического выздоровления. Напротив, нарастание деструктивных изменений в костной ткани у детей с хроническим гематогенным остеомиелитом в стадии обострения сопровождалось выраженными изменениями белкового состава крови. К периоду клинического выздоровления отмечена нормализация содержания в сыворотке крови IgM и IgA. Количество IgG оставалось достоверно высоким. При хроническом гематогенном остеомиелите в стадии обострения содержание исследуемых иммуноглобулинов в сыворотке возрастало к периоду клинического выздоровления. В случае благоприятного течения заболевания отмечалось снижение 3% ЦИК, а при хроническом процессе их количество постепенно возрастало. Анализ показателей НСТ- и латекс-теста показал, что у детей с острым гематогенным остеомиелитом наблюдалось повышение значений НСТ-теста, которые постепенно снижались к периоду выздоровления. Показатели латекс-теста в течение всего заболевания не отличались от нормы. У детей с хроническим процессом отмечено значительное повышение значений НСТ-теста во все периоды заболевания без динамики в сторону нормализации к периоду клинического выздоровления. Одновременно наблюдалось снижение значений латекс-теста во все периоды заболевания, что говорит о нарушении нейтрофильного фагоцитоза у этой категории больных.

Исследование состояния микроциркуляции проводили в зоне проекции воспалительного очага или периферического отдела конечности ниже воспаления. Динамика показателей лазерной спектрофотометрии: до лечения у всех пациентов отмечалось снижение  $V_{кр}$  на 30% (0,194 при норме на здоровой конечности 0,2) и  $SO_2$  на 52% (0,45 при норме на противоположной конечности 0,85), что свидетельствует о застойных явлениях в микроциркуляторном русле. После курса лечения выявлено повышение показателей объемного кровотока на 20% (0,04) у 90% больных в 1-й и 85% во 2-й группе на фоне увеличения показателей насыщения тканей кислородом на 30% (0,14) в обеих группах, что указывает на купирование внутритканевого отека и усиление кровообращения в области патологического очага.

В результате лечения сокращался период тяжелого и лихорадочного состояния, стадии воспаления, нормализовалась формула крови (количество лейкоцитов уменьшилось до нормы, СОЭ снизилась до 5–6 мм/ч), сокращались сроки заживления ран в среднем на 3–4 дня, повышалась чувствительность микрофлоры к антибиотикам. Наблюдались снижение содержания белков острой фазы (БОФ) и их нормализация при благоприятном течении острого гематогенного остеомиелита; этот фактор можно рассматривать как наиболее информативный показатель активности воспалительного процесса. К выздоровлению нормализовались в сыворотке крови уровни IgM и IgA (IgM до лечения  $1,8 \pm 0,2$  г/л, после лечения до  $1,3 \pm 0,2$  г/л и IgA до лечения  $1,5 \pm 0,1$  г/л, после  $- 1,4 \pm 0,1$  г/л).

Снижение показателей 3% ЦИК и 4% ЦИК (до лечения 3% ЦИК  $- 0,084 \pm 0,016$  Ед/мл и 4% ЦИК  $- 0,239 \pm 0,046$  Ед/мл и после  $-$  соответственно  $0,033 \pm 0,005$  и  $0,104 \pm 0,016$  Ед/мл), что также подтверждает положительное влияние лечения на иммунитет.

Снижение показателя НСТ-теста (до лечения  $- 14,4 \pm 1,9\%$ , после  $- 12,3 \pm 2,1\%$ ) и нормальный показатель латекс-теста (до лечения  $- 48,3 \pm 2,9\%$ , после  $- 46,6 \pm 1,8\%$ ) свидетельствуют о нормализации нейтрофильного фагоцитоза.

При лечении детей с обострением хронического гематогенного остеомиелита снижалась диспротеинемия, но была выше, чем у пролеченных детей с острым гематогенным остеомиелитом. К периоду ремиссии наблюдалось повышение содержания IgG ( $25,5 \pm 1,1$  г/л), показателей БОФ (С-реактивный белок  $17,5 \pm 2,1$  мг/л); показатель ЦИК к стадии ремиссии имел нормальное значение и наблюдалась нормализация показателей нейтрофильного фагоцитоза, что подтверждается данными литературы [7]. При лечении острого гематогенного остеомиелита отмечена положительная динамика (отсутствие очагов деструкции, периостальной реакции) в рентгенологических исследованиях. У больных с обострением хронического гематогенного остеомиелита улучшалось общее состояние, наблюдались уменьшение гнойного отделяемого из секвестров, заживление раневого процесса.

В результате исследования при лечении гематогенного остеомиелита были определены показания для назначения ИКЛ-терапии:

- острый гематогенный остеомиелит после остеоперфорации;
- состояние после вскрытия и дренирования флегмон, абсцессов;
- состояние после пункции и дренирования суставов;
- при хроническом гематогенном остеомиелите в стадии обострения на область секвестров до и после хирургического вмешательства;
- облучение крови ИКЛ в любой стадии воспалительного процесса.

Противопоказания:

- общие противопоказания к назначению физиотерапии;
- осумкованные гнойные процессы.

### Заклучение

Результаты исследований свидетельствуют о том, что физиотерапия с использованием лазерной терапии в комплексном лечении детей с острым гематогенным остеомиелитом способствует положительной динамике течения воспалительного процесса, стимулирует иммунитет, ускоряет заживление ран и сокращает сроки пребывания детей в стационаре.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абаев Ю.К. Хронический рецидивирующий многоочаговый остеомиелит у детей. *Детская хирургия*. 2005; 4: 51–4.
2. Абаев Ю.К. Остеомиелит у недоношенных детей. В кн.: *Гнойно-септические заболевания у детей*. Сборник материалов 2-й Московской городской конференции. М.; 2006: 65–6.
3. Ахунзянов А.А., Гребнев П.Н., Фатыхов Ю.И. и др. Острый гематогенный остеомиелит длинных трубчатых костей у детей. В кн.: *Остеомиелит у детей*. Тезисы докладов Российского симпозиума по детской хирургии с международным участием. Ижевск; 2006: 12–4.
4. Васильева М.Ф. Комплексная физиотерапия остеомиелита у детей. В кн.: *Остеомиелит у детей*. Тезисы докладов Российского симпозиума по детской хирургии с международным участием. Ижевск; 2006: 75–6.
5. Беляев М.К., Прокopenko Ю.Д., Федоров К.К. К вопросу о выборе лечебной тактики при метафизарном остеомиелите у детей. *Детская хирургия*. 2007; 4: 27–9.
6. Коптева Е.В. Комплексная оценка течения воспалительного процесса при гематогенном остеомиелите у детей: Дис. ... канд. мед. наук. М.; 2006.
7. Губов Ю.П., Бландинский В.Ф., Гогин В.Н. Профилактика хронизации первичного гематогенного остеомиелита у детей. В кн.: *Остеомиелит у детей*. Тезисы докладов Российского симпозиума по детской хирургии с международным участием. Ижевск; 2006: 75–6.
8. Машков А.Е., Слесарев В.В., Цуман В.Г. и др. Иммунопатогенез хронизации гематогенного остеомиелита у детей. В кн.: 6-й Российский конгресс: «Современные технологии в педиатрии и детской хирургии». М.; 2007: 276.
9. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Осин А.Я., Хан М.А. *Лазерная терапия в педиатрии*. М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада»; 2009.

10. Частная физиотерапия: *Учебное пособие* /Под ред. Г.Н. Пономаренко. М.: ОАО «Издательство «Медицина»; 2005.

### REFERENCES

1. Abaev Yu. K. Chronic recurrent multifocal osteomyelitis in children. *Detskaya khirurgiya* 2005; 4: 51–4. (in Russian)
2. Abaev Yu. K. Osteomyelitis in premature infants. In: *Purulent-septic Diseases in Children: The 2<sup>nd</sup> Moscow Local Conference Information Package* [Sbornik materialov 2 Moskovskoy gorodskoy konferentsii]. Moscow; 2006: 65–6. (in Russian)
3. Akhunzyanov A. A., Grebnev P. N., Fatykhov Yu. I. et al. Acute hematogenous osteomyelitis of long bones in children. In: *Osteomyelitis in Children: Abstracts from Reports of Russian Symposium on Pediatric Surgery with International Participation* [Osteomieliit u detey. Tezisy dokladov Rossiyskogo simpoziuma po detskoj khirurgii s mezhdunarodnym uchastiem]. Izhevsk; 2006: 12–4. (in Russian)
4. Vasil'yeva M. F. Complex physiotherapy of osteomyelitis in children. In: *Osteomyelitis in Children: Abstracts from Reports of Russian Symposium on Pediatric Surgery with International Participation* [Osteomieliit u detey. Tezisy dokladov Rossiyskogo simpoziuma po detskoj khirurgii s mezhdunarodnym uchastiem]. Izhevsk; 2006: 75–6. (in Russian)
5. Belyaev M.K., Prokopenko Yu. D., Fedorov K. K. About the choice of the treatment tactics in metaphyseal osteomyelitis in children. *Detskaya khirurgiya*. 2007; 4: 27–9. (in Russian)
6. Kopteva E. V. Complex Assessment of Inflammatory Process in Hematogenous Osteomyelitis in Children: Dis. Moscow; 2006. (in Russian)
7. Gubov Yu. P., Blandinskiy V. F., Gogin V. N. Prevention of primary hematogenous osteomyelitis in children chronization. In: *Osteomyelitis in Children: Abstracts from Reports of Russian Symposium on Pediatric Surgery with International Participation* [Osteomieliit u detey. Tezisy dokladov Rossiyskogo simpoziuma po detskoj khirurgii s mezhdunarodnym uchastiem]. Izhevsk; 2006: 75–6. (in Russian)
8. Mashkov A. E., Slesarev V. V., Tsuman V. G. et al. Immunopathogenesis of hematogenous osteomyelitis in children chronization. In: The 6<sup>th</sup> Russian Congress “Advanced Technologies in Pediatrics and Pediatric Surgery” [6-th Rossiyskiy kongress “Sovremennyye tekhnologii v pediatrii i detskoj khirurgii”]. Moscow; 2007: 276. (in Russian)
9. Moskvina S. V., Nasedkin A. N., Osin A. Ya., Khan M. A. *Laser Therapy in Pediatrics* [Lazernaya terapiya v pediatrii]. Moscow – Tver’: LLC «Publishing House “Triada”»; 2009. (in Russian)
10. Special Physiotherapy: *Teaching Guide* [Chastnaya fizioterapiya: Uchebnoe posobie]. / Ed. G. N. Ponomarenko. Moscow: JSC «Publishing House “Medicine”»; 2005. (in Russian)

Получена 25 сентября 2015  
Принята в печать 15 ноября 2015

© БУЛЯКОВА Н.В., АЗАРОВА В.С., 2016  
УДК 615.849.19.03:616.74].015.4.079.6

Булякова Н.В., Азарова В.С.

## СОСТОЯНИЕ ТИМУСА И КОСТНОГО МОЗГА У КРЫС ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ И ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА ОБЛУЧЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова» РАН, 119071, Москва

Исследовали мышцы, тимус и костный мозг у взрослых крыс после лазерного облучения скелетных мышц, а также после физической нагрузки на облученных животных. Опыт-1: обе задние конечности крысы в области проекции икроножных мышц облучали в течение 12 сут инфракрасным лазером (5 сеансов) и He-Ne-лазером (5 сеансов). Каждое животное получило дозу 11,70 – 12,60 Дж/см<sup>2</sup>. Опыт-2: крыс, облученных лазером в таких же дозе и режиме, подвергали физической нагрузке в виде плавания в течение 30 мин. Гистологический, морфометрический, цитологический и цитогенетический анализ показал, что в обеих сериях масса мышц не изменялась. Однако функция тимуса и костного мозга снижалась, а в сочетании с последующей физической нагрузкой подавляющий эффект усиливался. В обоих органах иммунной системы впервые с помощью ана-телофазного метода отмечено увеличение количества клеток с aberrantными митозами. Вывод: для снижения возможных неблагоприятных последствий лазеротерапии скелетных мышц перед физической нагрузкой/тренировкой необходимо определить оптимальную дозу лазерного облучения и разработать щадящий режим лазерного воздействия, что в свою очередь может определяться исходным состоянием организма.

Ключевые слова: *мышцы; тимус; костный мозг; ИК- и He-Ne-лазер; физическая нагрузка; цитогенетический эффект.*

Для цитирования: Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2016; 15 (1): 37-42.  
DOI: 10.18821/1681-3456-2016-15-1-37-42

Для корреспонденции: Булякова Нелли Васильевна; bulyakova38@mail.ru