

- in the complex treatment of obstructive jaundice of non-tumor genesis. *Lasernaya medicina*. 2011; 15 (1): 19–25. [In Russ.].
10. Fedorov V.D., Vishnevsky V.A., Kubyskin V.A. Surgical treatment for common bile duct cancer. *Kremlevskaya meditsina*. 2000; 2: 13–17. [In Russ.].
 11. Shakhmazaryan N.G., Aydemirov A.N., Vafin A.Z. et al. A method for predicting the course of mechanical jaundice of various genesis. *Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza*. 2018; 13 (2): 370–373. [In Russ.].
 12. Kaw M., Al-Antably Y., Kaw P. Management of gallstone pancreatitis: cholecystectomy or ERCP and endoscopic sphincterotomy. *J. Hepatobil. Pancreat. Surg.* 2013; 9 (Iss. 4): 429–435.
 13. Kuhla A., Norden J., Abshagen K. et al. RAGE blockade and hepatic microcirculation in experimental endotoxaemic liver failure. *Br. J. Surg.* 2013 Aug; 100 (Iss. 9): 1229–1239.
 14. Mikhaylov V.A. The use of Intravenous Laser Blood Irradiation (ILBI) at 630–640 nm to prevent vascular diseases and to increase life expectancy. *Laser Ther.* 2015 Mar 31; 24 (Iss. 1): 15–26. doi: 10.5978/islsm.15-OR-02.
 15. Shi Y., Yin R., Wang Y. Significance of peripheral perfusion index in early diagnosis and goal-directed therapy of septic shock patients: a prospective single-blind randomized controlled trial. *Zhonghua Wei Zhong Bing Ji Jiu Yi Xue*. 2017 Dec; 29 (Iss. 12): 1065–1070.
 16. Suda K., Ohtsuka M., Ambiru S. Risk factors of liver dysfunction after extended hepatic resection in biliary tract malignancies. *Am. J. Surg.* 2009; 197: 752–758.
 17. Tanaka M., Tanaka K., Masaki Y. et al. Intrahepatic microcirculatory disorder, parenchymal hypoxia and NOX4 upregulation result in zonal differences in hepatocyte apoptosis following lipopolysaccharide- and D-galactosamine-induced acute liver failure in rats. *Int J Mol Med*. 2014 Feb; 33 (Iss. 2): 254–262. doi: 10.3892/ijmm.2013.1573.

УДК 612.063; 612.135

ЛАЗЕРНАЯ ФОТОСТИМУЛЯЦИЯ МИКРОСОСУДОВ КОЖИ У СПОРТСМЕНОВ

Т.М. Брук, Ф.Б. Литвин, Н.В. Осипова, П.А. Терехов

Смоленская государственная академия физической культуры, спорта и туризма, Смоленск, Россия

Резюме

Цель: проанализировать состояние тканевого кровотока, обменные процессы и реактивность микрососудов кожи спортсменов под воздействием излучения гелий-неонового лазера в покое и после физической нагрузки. **Материал и методы.** Обследовано 37 спортсменов, которые были разделены на 2 группы: основная группа (ОГ) – 22 спортсмена и группа сравнения (ГС) – 15 спортсменов. Низкоинтенсивное лазерное воздействие спортсменам ОГ осуществляли в инфракрасном диапазоне спектра с использованием лазерного терапевтического 2-канального модернизированного аппарата «Узор-А-2К», зарегистрированного в Федеральной службе по надзору в сфере здравоохранения (Росздравнадзор). Длина волны – 0,89 мкм, экспозиция 4 минуты двумя световодными излучателями, частота следования импульса – 1500 Гц. Процедура проводилась в области кубитальных вен. Мощность на выходе – 3,6 Вт. Исследование гемомикроциркуляции проводили методом лазерной доплеровской флоуметрии с использованием аппарата ЛАКК-М («ЛАЗМА», Россия) на ладонной поверхности пальца. **Результаты.** У спортсменов из ОГ после лазерной фотостимуляции по сравнению с ГС статистически достоверно увеличилась на 24% скорость перфузии; на 8% увеличился удельный расход кислорода тканями; на 8% снизилась скорость насыщения кислородом смешанной крови микроциркуляторного русла; на 38% увеличилась скорость окислительно-восстановительных реакций в митохондриях ($p < 0,05$). У легкоатлетов ОГ по сравнению с ГС отмечается значительное снижение микрососудистого тонуса за счет нейрогенного, миогенного и эндотелиального компонентов. В процессе тестовой нагрузки у спортсменов ОГ статистически достоверно повышались показатели специальной работоспособности. **Заключение.** При использовании в качестве средства восстановления воздействия низкоэнергетического лазера повышаются перфузия и обмен веществ в системе микроциркуляции, что обеспечивает рост специальной работоспособности спортсменов.

Ключевые слова: микроциркуляция, низкоэнергетическое лазерное излучение, спортсмены, физическая активность.

Для цитирования: Брук Т.М., Литвин Ф.Б., Осипова Н.В., Терехов П.А. Лазерная фотостимуляция микрососудов кожи у спортсменов // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23. – Вып. 3. – С. 20–24.

Контакты: Литвин Ф.Б., e-mail: bf-litvin@yandex.ru

LASER PHOTOSTIMULATION OF SKIN MICROVESSELS IN ATHLETES

Bruke T.M., Litvin F.B., Osipova N.V., Terekhov P.A.

Smolensk State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism, Smolensk, Russia

Abstract

Objective: To analyze changes in tissue blood flow, metabolic processes and reactivity of skin microvessels after helium-neon laser irradiation in athletes at rest and after physical loading. **Material and methods.** 37 athletes were examined. They were divided into two groups: main group (MG) 22 athletes and comparison group (CG) 15 athletes. Sportsmen were irradiated with low-level infrared laser light generated by two-channel therapeutic modernized device «Uzor-A-2K» (registered by Roszdravnadzor). Wavelength 0.89 μm , exposure 4 minutes, two light emitters, pulse repetition rate 1500 Hz. Cubital veins were irradiated at the procedure. Output power 3.6 W. Hemomicrocirculation was examined with laser Doppler flowmeter LAKK-M (LAZMA Ltd, Russia) on the palm side of a finger. **Results.** While comparing results of examination of subjects from MG and CG, it was found out that in MG perfusion rate increased by 24%, specific oxygen tissue consumption – by 8%; rate of oxygenation of mixed blood microcirculation decreased by 8%; redox reactions in mitochondria increased by 38% ($p < 0.05$). In athletes from MG, there was a significant reduction of microvascular tone due to neurogenic, myogenic and endothelial components. During load testings, sportsmen from MG had statistically significant increase in their specific

activity. *Conclusion.* Low-level laser light, being used as a restorative tool, increases perfusion and metabolism in microcirculation, thus, increasing specific physical activity in athletes.

Keywords: *microcirculation, low-energy laser radiation, athletes, physical activity.*

For citation: Bruke T.M., Litvin F.B., Osipova N.V., Terekhov P.A. Laser photostimulation of skin microvessels in athletes. *Lasernaya medicina.* 2019; 23 (2): 20–24. [In Russ.].

Contacts: Litvin F.B., e-mail: bf-litvin@yandex.ru

Введение

Объем тренировочных нагрузок в спорте высших достижений граничит с запредельными величинами и сопровождается огромными тратами энергии, не всегда восполняемыми в восстановительном периоде. В результате нарушается энергетика всего организма, катаболические процессы начинают превалировать над анаболическими. Нередко изменяется компонентный состав тела с потерей мышечной массы, возникает хроническая гипоксия тканей, накапливаются токсичные продукты метаболизма, что приводит к снижению работоспособности, развитию переутомления, перетренированности и перенапряжения. Для восстановления в спорте широко используются медико-биологические средства, способствующие повышению резистентности организма к нагрузкам и восполнению энергетических ресурсов. Особое внимание должно быть уделено выбору средств и методов восстановления и повышения спортивной работоспособности атлетов. Среди физиотерапевтических средств широкое применение получило использование лазеров различной мощности [3, 4, 12, 13]. На сегодня в литературе достаточно широко изложены результаты лазерной стимуляции при подготовке спортсменов разного уровня мастерства в отдельных видах спорта. При этом о положительном влиянии лазерного воздействия на организм спортсменов преимущественно судят по результатам педагогического тестирования. Вместе с тем мало работ, в которых рассматриваются результаты влияния гелий-неонового лазера на систему микроциркуляции. Как отмечает ряд авторов [9–11, 14, 15], исследование фотовоздействия гелий-неонового лазера, излучение которого вызывает дилатацию микрососудов и повышает уровень тканевого кровотока, является перспективным направлением в изучении сосудистой реактивности.

Цель настоящего исследования – анализ состояния тканевого кровотока, обменных процессов и реактивности микрососудов кожных покровов легкоатлетов при воздействии гелий-неонового лазерного излучения в покое и после физической нагрузки.

Материал и методы

В исследовании участвовали 22 легкоатлета I–II разрядов, которые подвергались низкоинтенсивному лазерному воздействию, – основная группа (ОГ) и группа сравнения (ГС) – 15 легкоатлетов, которым прикладывали световодные излучатели без включения (плацебо). Низкоинтенсивное лазерное воздействие проводили в инфракрасном спектральном диапазоне с использованием аппарата лазерного терапевтического 2-канального модернизированного «Узор-А-2К», зарегистрированного в Федеральной службе по надзору в сфере здравоохранения (Росздравнадзор). Длина волны – 0,89 мкм,

экспозиция 4 минуты двумя световодными излучателями, частота следования импульса – 1500 Гц. Процедура проводилась в области кубитальных вен. Мощность на выходе – 3,6 Вт.

Реакцию микрососудов оценивали по результатам лазерной доплеровской флоуметрии с использованием аппарата ЛАКК-М (ООО НПО «ЛАЗМА», Россия). Оценивали показатель микроциркуляции (ПМ, перф. ед.), уровень колебаний тканевого кровотока – флакса (СКО, перф. ед.), а также колебания кровотока в разных частотных диапазонах, отражающих состояние активных и пассивных механизмов регуляции микрокровотока. Методом тканевой оптической оксиметрии оценивали величину сатурации (SO₂, %) гемоглобина кислородом в смешанной крови микроциркуляторного русла и показатель удельного потребления кислорода тканями (U, усл. ед.). Методом лазерной флуоресцентной диагностики оценивали интенсивность излучения спектров флуоресценции восстановленной формы никотинамидадениндинуклеотида (НАДН) и окисленной формы флавинадениндинуклеотида (ФАД). Уровень окислительно-восстановительных реакций в митохондриях клетки оценивали по соотношению ФАД/НАДН.

Переход митохондрий клетки из покоя в активное состояние сопровождается увеличением концентрации окисленных форм НАДН, флавопротеинов и цитохромов (a + a₃, c1, c, v) и соответствующим уменьшением концентрации их восстановленных форм [5]. Расчет всех показателей проводили с помощью специального пакета программ (версия 2.0.0.423, НПП «ЛАЗМА», Россия).

Тестирование функционального состояния организма и специальной работоспособности проводили с использованием общепринятых методик велоэргометрии и эргоспирометрии. Определяли следующие показатели: максимальное потребление кислорода (МПК) (мл/кг/мин); максимальную частоту вращения педалей в 6-секундном тесте с нагрузкой 2% от массы тела (об/мин); максимальную мощность в 15-секундном тесте с нагрузкой 5% от массы тела (Вт), коэффициент выносливости (усл. ед.).

Полученные результаты исследований были обработаны статистически с использованием пакета прикладных программ SPSS 13.0 для Windows. Результаты представлены в виде средних величин и стандартной ошибки средней величины (M ± m). Оценка достоверности различий средних величин проведена с использованием t-критерия Стьюдента. Уровень значимости считали достоверным при p < 0,05.

Результаты и обсуждение

Курсовое воздействие низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) приводило к расширению сосудов микроциркуляторного русла и повышению уровня

кожного кровотока. У спортсменов после 10 сеансов ежедневного воздействия лазера на область кубитальных вен увеличилась пропускная способность микрососудов притока и оттока, что сопровождалось повышением уровня тканевой перфузии на 36%. В ряде исследований [6, 9, 13] показано увеличение объема и скорости кровотока после лазерного воздействия. Курсовое излучение низкоинтенсивного лазера изменяет реологические свойства крови за счет снижения ее вязкости и уменьшения агрегатной активности эритроцитов [8]. В нашем исследовании растет уровень колеблемости эритроцитов, на что указывает повышение в 1,5 раза показателя флакса (табл. 1).

Основные сдвиги в показателях перфузии происходили в результате повышения активности внутренних механизмов регуляции. Как отмечают Г.И. Клебанов и соавт. [7, 8], главными мишенями, опосредующими лазерное воздействие на микрососуды и преобразующими его в изменения микроциркуляторного потока, являются, с одной стороны, сократительный аппарат гладких миоцитов, а с другой – функциональная подвижность эндотелиоцитов.

В нашем случае в ответ на воздействие НИЛИ повышенной реактивностью обладают прекапиллярные артериолы с ростом амплитуды миогенных колебаний на 35% ($p < 0,05$). Реактивность крупных артериол, содержащих

сплошной слой миоцитов, заметно ниже, о чем свидетельствует недостоверный рост на 16% амплитуды нейрогенных колебаний ($p > 0,05$). Низкоинтенсивное лазерное излучение вызывает фотостимуляцию эндотелиальных клеток [1], что функционально важно для капилляров, не содержащих гладкомышечные клетки. Вазодилаторный эффект эндотелиоцитов сопровождается ростом на 30% амплитуды эндотелиальных колебаний ($p < 0,05$). По существующим представлениям, в механизме вазодилатации при НИЛИ основное значение имеет увеличение образования оксида азота в эндотелиоцитах сосудов микроциркуляторного русла [15]. Рост объемного кровотока при одновременном повышении колеблемости эритроцитов облегчает диссоциацию оксигемоглобина с отсоединением молекулы кислорода [2]. Освободившийся кислород диффундирует в ткани и участвует в окислительно-восстановительных реакциях с образованием АТФ по аэробному пути. В результате на 7% снижается величина сатурации кислорода в смешанной крови микроциркуляторного русла и на 6% повышается показатель потребления кислорода тканями ($p < 0,05$). Следовательно, системное воздействие лазерного излучения обладает антигипоксическим действием и устраняет рабочую гипоксию в мышцах. Растет активность митохондрий, что отражает снижение концентрации восстановленной формы кофермента НАДН и повышение

Таблица 1

Динамика показателей микроциркуляции у легкоатлетов после курсового воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) ($M \pm m$)

Table 1

Dynamics of microcirculation parameters in athletes after low-level laser irradiations (LLLI) ($M \pm m$)

| Показатели Parameters | До воздействия НИЛИ Before LLLI | После воздействия НИЛИ After LLLI | Достоверность различий (p) Significance of differences (p) | Группа сравнения Comparison group |
|---|--|--|---|--|
| Параметр микроциркуляции (ПМ, перф. ед.) Parameter of microcirculation (PM, perf. units) | 9,62 ± 0,85 | 13,04 ± 1,15 | p < 0,05 | 10,48 ± 0,83 |
| Уровень колебаний тканевого кровотока (флакс, перф. ед.) Fluctuations in tissue blood flow (flax, perf. units) | 1,60 ± 0,14 | 2,41 ± 0,30 | p < 0,05 | 1,84 ± 0,24 |
| Сатурация кислорода крови (SO ₂ , %) Blood oxygen saturation (SO ₂ , %) | 81,5 ± 1,81 | 76,0 ± 1,59 | p < 0,05 | 82,0 ± 1,73 |
| Удельное потребление кислорода тканями (U, стандартные единицы) Specific oxygen consumption by tissues (U, standard units) | 1,53 ± 0,04 | 1,62 ± 0,04 | p < 0,05 | 1,50 ± 0,03 |
| Амплитуда колебания эндотелиоцитов (Аэ, перф. ед.) Amplitude of oscillations of endotheliocytes (Ae, perf. units) | 15,01 ± 1,47 | 19,55 ± 1,84 | p < 0,05 | 14,68 ± 1,49 |
| Амплитуда нейрогенных колебаний (Ан, перф. ед.) Amplitude of neurogenic fluctuations (An, perf. units) | 14,71 ± 1,32 | 17,11 ± 1,66 | p > 0,05 | 14,17 ± 1,51 |
| Амплитуда миогенных колебаний (Ам, перф. ед.) Amplitude of myogenic oscillations (Am, perf. units) | 10,88 ± 0,85 | 14,69 ± 1,25 | p < 0,05 | 11,24 ± 1,00 |
| Амплитуда дыхательных колебаний (Ад, перф. ед.) Amplitude of respiratory vibrations (Ar, perf. units) | 5,27 ± 0,24 | 3,86 ± 0,23 | p < 0,05 | 6,07 ± 0,37 |
| Амплитуда сердечных колебаний (Ас, перф. ед.) Amplitude of cardiac oscillations (Ac, perf. units) | 6,39 ± 0,88 | 8,39 ± 1,25 | p > 0,05 | 7,19 ± 0,94 |
| Интенсивность спектра флуоресценции восстановленной формы никотинамидадениндинуклеотида (НАДН, усл. ед.) Intensity of fluorescence spectrum of the reduced form of nicotinamide adenine dinucleotide (NADH, cond. units) | 3,06 ± 0,05 | 2,95 ± 0,04 | p > 0,05 | 2,98 ± 0,04 |
| Интенсивность окисленной формы флавинадениндинуклеотида (ФАД, усл. ед.) Intensity of oxidized form of flavinadenin dinucleotide (FAD, cond. units) | 0,91 ± 0,02 | 1,33 ± 0,03 | p < 0,05 | 0,93 ± 0,01 |
| Уровень окислительно-восстановительных реакций в митохондриях клетки (ФАД/НАДН, усл. ед.) Level of redox reactions in mitochondria (FAD/NADH, cond. units) | 0,30 ± 0,03 | 0,44 ± 0,05 | p < 0,05 | 0,32 ± 0,03 |

Таблица 2

Показатели велоэргометрии и оксиспирометрии легкоатлетов в ходе эксперимента (M ± m)

Table 2

Findings of bicycle ergometry and oxispirometry in athletes during the experiment (M ± m)

| Этап исследования Research stage | Показатели | | | |
|--------------------------------------|--|--|---|--|
| | Максимальное потребление кислорода (МПК), мл/кг/мин Maximum oxygen consumption (MOC), ml/kg/min | Максимальная частота педалирования, обороты в минуту Maximum pedaling frequency, rotations per minute | Максимальная мощность, Вт Maximum power, W | Коэффициент выносливости, усл. ед. Endurance coefficient, cond. units |
| До НИЛИ Before LLLI | 48,51 ± 2,08 | 190,73 ± 4,80 | 885,71 ± 41,75 | 0,897 ± 0,019 |
| После НИЛИ After LLLI | 60,26 ± 3,42 | 215,09 ± 6,71 | 1060,1 ± 55,09 | 0,963 ± 0,08 |
| Группа сравнения Comparison group | 42,07 ± 1,33 | 166,33 ± 3,26 | 756,65 ± 43,00 | 0,800 ± 0,038 |

концентрации окисленной формы кофермента ФАД. В конечном итоге показатель соотношения окисленных и восстановленных форм компонентов дыхательной системы ФАД/НАДН статистически надежно повышается на 47% ($p < 0,05$). Среди внешних (пассивных) механизмов модуляции кровотока достоверно уменьшился на 37% ($p < 0,05$) вклад дыхательных колебаний и недостоверно на 31% вырос вклад пульсовых колебаний ($p > 0,05$).

Сосудистая реактивность и улучшение обменных процессов в микроциркуляторном русле кожи обеспечивает расширение возможностей по дополнительной мышечной перфузии. Одним из проявлений улучшения трансапикалярного обмена веществ и энергии является повышение функциональной тренируемости отдельных систем организма, специфическим выражением которой выступает специальная работоспособность легкоатлетов при проведении велоэргометрии и оксиспирометрии. В пользу данного предположения свидетельствует статистически надежный рост на 24% показателя МПК, максимальной частоты вращения педалей – на 13%, максимальной мощности – на 20% и коэффициента выносливости – на 7% ($p < 0,05$) (табл. 2).

Заключение

Фото- и биостимулирующие эффекты низкоэнергетического лазера раскрывают адаптационные возможности микроциркуляторного русла, которые проявляются в увеличении микрокровотока, улучшении диффузии кислорода из крови в ткани, улучшении реологических свойств крови при выраженной оптимизации «местных» механизмов регуляции. Полученные результаты являются физиологическим инструментом, который может быть успешно использован тренерами и спортсменами для обеспечения роста спортивного мастерства. Выбор способа тренировочного процесса желателен осуществлять с учетом состояния обменных процессов в системе микроциркуляции.

Литература

1. Андреева Е.Р., Ударцева О.О., Возовиков И.Н. и др. Влияние фотодинамического воздействия на эндотелиальные клетки в модели *in vitro* // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2010. – Т. 149. – Вып. 2. – С. 228–231.
2. Баранов В.В., Самсонова Н.Н. Визуализатор капиллярного кровотока // Тромбоз, гемостаз и реология. – 2013. – Вып. 2. – С. 87–90.
3. Брук Т.М., Осипова Н.В., Стрельчева К.А. Оценка некоторых биохимических показателей крови у высококвалифицированных шорт-трековиков при сочетанном действии специфической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2018. – Вып. 1 (61). – С. 108–111.
4. Брук Т.М., Литвин Ф.Б., Молотков О.В. Влияние низкоэнергетического лазерного излучения на систему микроциркуляции у футболистов в зависимости от типа вегетативной регуляции сердечного ритма // Лазерная медицина. – 2018. – Т. 22. – Вып. 3. – С. 9–14.
5. Карнаухов В.Н. Люминесцентный анализ клеток. – Пушкино: Аналитическая микроскопия, 2002. – 131 с.
6. Гаткин Е.Я., Гусева Л.И., Осипова Е.Г. Квантовая медицина в спорте высоких достижений и в комплексном лечении тяжелых больных: метод. пособие по применению аппаратов серии РИКТА-05. – М: Квантовая медицина, 2010. – 12 с.
7. Клебанов Г.И., Полтанов Е.А., Чичук Т.В. и др. Изменение активности супероксиддисмутазы и содержания пероксинитрита в перитонеальных макрофагах, подвергнутых облучению He-Ne-лазером // Биохимия. – 2005. – Т. 70. – Вып. 12. – С. 1623–1630.
8. Клебанов Г.И., Крейнина М.В., Мархольца М.Г. Лазеротерапия: клиническая эффективность и молекулярно-клеточные механизмы // VI Всероссийская научно-практическая конференция по квантовой терапии: сб. трудов конф. – М., 2000. – С. 35–47.
9. Козлов В.И., Литвин Ф.Б., Рыжак С.М. Влияние излучения гелий-неонового лазера на сосуды микроциркуляторного русла мягкой оболочки головного мозга // Лазерная медицина. – 2002. – Т. 6. – Вып. 2. – С. 22–24.
10. Коцюба А.Е., Беспалова Е.П., Черток В.М. Влияние оксида азота на реактивность сосудов микроциркуляторного русла при воздействии лазером // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2007. – Вып. 4. – С. 44–46.
11. Осипова Н.В., Брук Т.М. Некоторые параметры крови высококвалифицированных футболистов с разным типом регуляции сердечного ритма в условиях сочетанного действия физической нагрузки и низкоинтенсивного лазерного излучения // Лазерная медицина. – 2018. – Т. 22. – Вып. 3. – С. 14–20.
12. Павлов С.Е., Разумов А.Н., Павлова А.С. Лазерная стимуляция в медико-биологическом обеспечении подготовки высококвалифицированных спортсменов. – М.: Спорт, 2017. – 216 с.
13. Черток В.М., Коцюба А.Е., Беспалова Е.В. Особенности реакции сосудов микроциркуляторного русла некоторых органов на воздействие гелий-неонового лазера // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2007. – Вып. 3. – С. 48–52.
14. Shimizu E., Tang Y.P., Rampon C., Tsien J.Z. NMDA receptor-dependent synaptic reinforcement as a crucial process for memory consolidation. *Science*. 2000; 290: 1170–1174.

15. Gensert J.M., Ratan R.R. The metabolic coupling of arginine metabolism to nitric oxide generation by astrocytes. *Axntioxid. Redox. Signal.* 2006; 8: 919–928.

References

1. Andreeva E.R., Udartseva O.O., Vozovikov I.N. et al. Effect of photodynamic effects on endothelial cells *in vitro*. *Bulletin experimentalnoy biologii i medicini.* 2010; 149 (2): 228–231. [In Russ.].
2. Baranov V.V., Samsonova N.N. Capillary visualizer. Thrombosis, hemostasis and rheology. 2013; 2: 87–90. [In Russ.].
3. Brooke T.M., Osipova N.V., Strelycheva K.A. Evaluation of some biochemical blood parameters in highly skilled short trackers under the combined action of specific loading and low-level laser irradiation. *Vestnik Rossiyskoy voyenno-meditsinskoy akademii.* 2018; 1 (61): 108–111. [In Russ.].
4. Brooke T.M., Litvin F.B., Molotkov O.V. Effects of low-level laser light at the microcirculation system of football players, depending on the type of vegetative regulation of their heart rhythm. *Lasernaya medicina.* 2018; 22 (3): 9–14. [In Russ.].
5. Karnaukhov V.N. Luminescent cell analysis. Pushchino: Analiticheskaya mikroskopiya. 2002: 131. [In Russ.].
6. Gatkin E.Ya., Guseva L.I., Osipova E.G. Quantum medicine in the sport of high achievements and in the complex treatment of severe patients: Instruction for laser devices of series RIKTA-05. M.: Quantum medicine, 2010: 12. [In Russ.].
7. Klebanov G.I., Poltanov E.A., Chichuk T.V. et al. Changes in superoxide dismutase activity and peroxynitrite content in peritoneal macrophages exposed to He-Ne. *Biochimia.* 2005; 70 (12): 1623–1630. [In Russ.].
8. Klebanov G.I., Kreinina M.V., Markholia M.G. Laser therapy: clinical efficacy and molecular cell mechanisms. *Proceedings of VI Russian Scientific Conference on Quantum Therapy.* M., 2000: 35–47. [In Russ.].
9. Kozlov V.I., Litvin F.B., Ryzhakin S.M. Effect of He-Ne light at the vessels of microvasculature of brain pia mater. *Lasernaya medicina.* 2002; 6 (2): 22–24. [In Russ.].
10. Kotsyuba A.E., Bespalova E.P., Chertok V.M. Nitric oxide effects at the reactivity of microvessels when exposed to laser light. *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal.* 2007; 4: 44–46. [In Russ.].
11. Osipova N.V., Brooke T.M. Some blood parameters of highly skilled football players with different types of heart rhythm regulation under the combined effect of physical exertion and low-level laser irradiation. *Lasernaya medicina.* 2018; 22 (3): 14–20. [In Russ.].
12. Pavlov S.E., Razumov A.N., Pavlova A.S. Laser stimulation in medical and biological support in trainings of training of highly skilled athletes. M.: Sport, 2017: 216. [In Russ.].
13. Chertok V.M., Kotsyuba A.E., Bespalova E.V. Specific reactions of microvessels of some organs at helium-neon laser light irradiation. *Tikhookeanskiy meditsinskiy zhurnal.* 2007; 3: 48–52. [In Russ.].
14. Shimizu E., Tang Y.P., Rampon C., Tsien J.Z. NMDA receptor-dependent synaptic reinforcement as a crucial process for memory consolidation. *Science.* 2000; 290: 1170–1174.
15. Gensert J.M., Ratan R.R. The metabolic coupling of arginine metabolism to nitric oxide generation by astrocytes. *Axntioxid. Redox. Signal.* 2006; 8: 919–928.

УДК [616.311-018.25-02:616.516]-089:615.849.19

ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С ЛИХЕНОИДНЫМИ ПОРАЖЕНИЯМИ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ РТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫХ ЛАЗЕРОВ

С.В. Тарасенко, М.А. Степанов, Е.А. Морозова, До Фан Нгок Минь

ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский университет),
Москва, Россия

Резюме

Цель: повышение эффективности хирургического лечения пациентов с лихеноидными поражениями слизистой оболочки рта путем применения высокоинтенсивных лазеров. **Материал и методы.** Проведено обследование и хирургическое лечение 102 пациентов (78 женщин и 24 мужчины) в возрасте от 24 лет до 81 года с эрозивно-язвенной формой и гиперкератотической формой красного плоского лишая слизистой оболочки рта. Все пациенты случайным образом были распределены на четыре группы исследования: в 1-й группе (n = 25) участки лихеноидных поражений иссекали излучением Er:YAG-лазера в режиме абляции; во 2-й группе (n = 23) для иссечения пораженных участков применяли излучение Nd:YAG-лазера в режиме абляции; пациентам 3-й группы (n = 28) операцию проводили сочетанным применением излучений Er:YAG и Nd:YAG-лазеров в режиме абляции и коагуляции, в 4-й контрольной группе (n = 26) использовали скальпель № 15 С. **Результаты.** Данные биохимических методов исследования показали, что менее выраженная воспалительная реакция была у пациентов, оперированных с помощью лазеров, что говорит о меньшей травме тканей. Клинически выявлено, что использование лазеров для хирургического лечения пациентов с красным плоским лишаем слизистой оболочки рта приводит к снижению интенсивности боли и коллатерального отека, к сокращению сроков заживления раны по сравнению с пациентами, оперированными скальпелем. **Заключение.** Применение лазерных технологий ввиду интраоперационных преимуществ и более благоприятного течения послеоперационного периода по сравнению с традиционным методом способствует повышению эффективности лечения, снижает вероятность возникновения послеоперационных осложнений и рецидивов. Er:YAG-лазер предпочтительно применять у пациентов с эрозивно-язвенной формой красного плоского лишая; при поражениях слизистой оболочки до мышечного слоя целесообразнее использовать Nd:YAG; для хирургического лечения гиперкератической формы красного плоского лишая – комбинацию Er:YAG и Nd:YAG-лазеров.

Ключевые слова: высокоинтенсивные лазеры, Er:YAG-лазер, Nd:YAG-лазер, красный плоский лишай, слизистая оболочка рта, гальванизм.

Для цитирования: Тарасенко С.В., Степанов М.А., Морозова Е.А., До Фан Нгок Минь. Хирургическое лечение пациентов с лихеноидными поражениями слизистой оболочки рта с использованием высокоинтенсивных лазеров // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23. – Вып. 3. – С. 24–31.

Контакты: Тарасенко С.В., e-mail: prof_tarasenko@rambler.ru