

ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА

LASER MEDICINE



23₍₃₎

2019

ВСЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ЛАЗЕРНОЙ ХИРУРГИИ И ТЕРАПИИ

Лазерные хирургические аппараты серии «АЗОР-АЛМ»

Эффективно используются в ЛОР-Хирургии для рассечения, удаления, перфорации и коагуляции биотканей, интерстициальной термотерапии и лазерной термопластики хрящей, лечения варикозно расширенных вен, телеангиэктазий и пр.

ГАРАНТИЯ 3 ГОДА.

Длины волн лазера 0,63–1,94 мкм.

Мощность аппарата – до 60 Вт. Вес – 5 кг.

50 ПРЕДУСТАНОВЛЕННЫХ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ДЛЯ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ

ЛОР-Хирургия. Проктология. Урология. Флебология. Гинекология. Дерматология. Косметология. Стоматология. Нейрохирургия. Эндоскопическая и общая хирургия и др.



Лазерные терапевтические аппараты серии «АЗОР»

«АЗОР-2К-02» – универсальный магнито-лазерный терапевтический аппарат – лучшее воплощение всех возможностей лазерной терапии во всех областях медицины. Современный дизайн, простота в обращении.

Уникальный АУТОРЕЗОНАНСНЫЙ режим – увеличение микроциркуляции крови и лимфы – основа лечения воспалительных процессов и активной репарации.

Все длины волн и мощности лазеров, применяемых в терапии, единичные матричные излучатели. Световодный инструмент для различных применений.

«АЗОР-ВЛОК» – аппарат для внутривенного облучения крови.

Повышение иммунитета.

Восстановление после заболеваний.

Лечение обострений. Профилактика.

Самая эффективная длина волны лазерного облучения 639 нм. Измеритель мощности, ЖК-индикатор, малые размеры.



ООО «АЗОР», Москва
тел.: (495) 494-31-22, 494-31-15

E-mail: azor@azormed.ru
www.azormed.ru

ИМЕЕТСЯ ВСЯ РАЗРЕШИТЕЛЬНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И МЕТОДИКИ.

Научно-практический журнал

ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА

LASER MEDICINE

Журнал основан в 1997 году

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр
лазерной медицины имени О.К. Скобелкина
Федерального медико-биологического агентства»

Том 23 / Выпуск 3
2019

ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА

LASER MEDICINE

ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА –

научно-практический
рецензируемый журнал.
Выходит 4 раза в год,
ежеквартально.
Тираж 250 экз.

Включен в перечень
ведущих рецензируемых
научных журналов ВАК РФ.

Индексируется
в следующих базах данных:
Российский индекс научного
цитирования (РИНЦ),
БД ВИНИТИ,
Ulrich Periodicals Directory.

В регистре ISSN
(International Standard
Serial Number)
зарегистрирован
под названием
Lazernaâ medicina,
сокращенно Lasern. med.
ISSN 2071-8004.

Редакция

Зав. редакцией
Цыганова Г.И.

Литературный редактор
Пименова Л.Я.

Редактор английских текстов
Алексеева А.А.

Компьютерный редактор
Вяльцева Н.И.

Адрес редакции

Россия, Москва,
Студенческая ул., д. 40
Тел. 8 (499) 249-36-52

Адрес для корреспонденции

121165, Россия, Москва,
Студенческая ул., д. 40

УЧРЕДИТЕЛЬ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр лазерной медицины имени
О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства»
(ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России») (Москва)

FOUNDERS

The Federal State-Financed Institution Skobelkin State Scientific Center
of Laser Medicine under the Federal Medical Biological Agency
(Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine) SSC LM (Moscow)

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Козлов В.И., доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель
науки Российской Федерации (Москва)

EDITOR-IN-CHIEF

Kozlov V.I., doctor of medical sciences, professor, honored worker of science of
the Russian Federation (Moscow)

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Баранов А.В., доктор медицинских наук (Москва)

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Baranov A.V., doctor of medical sciences (Moscow)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алексеев Ю.В., доктор медицинских наук (Москва)

Асимов М.М., доктор физико-математических наук (Минск, Беларусь)

Асташев В.В., доктор медицинских наук, профессор (Москва)

Байбеков И.М., доктор медицинских наук, профессор (Ташкент, Узбекистан)

Бриль Г.Е., доктор медицинских наук, профессор (Саратов)

Дербенев В.А., доктор медицинских наук, профессор (Москва)

Дуванский В.А., доктор медицинских наук, профессор (Москва)

Ефанов О.И., доктор медицинских наук, профессор (Москва)

Иванов А.В., доктор физико-математических наук (Москва)

Каплан М.А., доктор медицинских наук, профессор (Обнинск)

Ковалев М.И., доктор медицинских наук, профессор (Москва)

Ану М. Макела, доктор медицинских наук (Хельсинки, Финляндия)

Минаев В.П., кандидат технических наук (Москва)

Наседкин А.Н., доктор медицинских наук, профессор (Москва)

Панченков Д.Н., доктор медицинских наук, профессор (Москва)

Рохкинд С., доктор медицинских наук, профессор (Тель-Авив, Израиль)

Савинов И.П., доктор медицинских наук, профессор (Санкт-Петербург)

Сидоренко Е.И., доктор медицинских наук, профессор, член-корр. РАН (Москва)

Соколов В.В., доктор медицинских наук, профессор (Москва)

Странадко Е.Ф., доктор медицинских наук, профессор (Москва)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Ачилов А.А., доктор медицинских наук (Москва)

Беришвили И.И., доктор медицинских наук, профессор (Москва)

Владимиров Ю.А., доктор биологических наук, профессор (Москва)

Волнухин В.А., доктор медицинских наук, профессор (Москва)

Гаспарян Л., кандидат медицинских наук (Хельсинки, Финляндия)

Данилин Н.А., доктор медицинских наук, профессор (Москва)
Елисеенко В.И., доктор медицинских наук, профессор (Москва)
Есауленко И.Э., доктор медицинских наук, профессор (Воронеж)
Карандашов В.И., доктор медицинских наук, профессор (Москва)
Кару Т.И., доктор физико-математических наук, профессор (Троицк)
Ковш И.Б., доктор физико-математических наук, профессор (Москва)
Коробов А.М., кандидат физико-математических наук (Харьков, Украина)
Ляндрес И.Г., доктор медицинских наук, профессор (Минск, Беларусь)
Мамедов М.М., доктор медицинских наук, профессор (Баку, Азербайджан)
Петрищев Н.Н., доктор медицинских наук, профессор (Санкт-Петербург)
Приезжев А.В., кандидат физико-математических наук (Москва)
Ступак В.В., доктор медицинских наук, профессор (Новосибирск)
Тучин В.В., доктор физико-математических наук, профессор (Саратов)
Федорова Т.А., доктор медицинских наук, профессор (Москва)

EDITORIAL BOARD

Alekseev Yu.V., doctor of medical sciences (Moscow)
Asimov M.M., doctor of physical and mathematical sciences (Minsk, Belarus)
Astashov V.V., doctor of medical sciences, professor (Moscow)
Baybekov I.M., doctor of medical sciences, professor (Tashkent, Uzbekistan)
Brill G.E., doctor of medical sciences, professor (Saratov)
Derbenev V.A., doctor of medical sciences, professor (Moscow)
Duvansky V.A., doctor of medical sciences, professor (Moscow)
Yefanov O.I., doctor of medical sciences, professor (Moscow)
Ivanov A.V., doctor of physical and mathematical sciences (Moscow)
Kaplan M.A., doctor of medical sciences, professor (Obninsk)
Kovalev M.I., doctor of medical sciences, professor (Moscow)
Anu Makela, MD, PhD (Helsinki, Finland)
Minaev V.P., candidate of technical sciences (Moscow)
Nasedkin A.N., doctor of medical sciences, professor (Moscow)
Panchenkov D.N., doctor of medical sciences, professor (Moscow)
Rochkind S., MD, PhD, professor (Tel Aviv, Israel)
Savinov I.P., doctor of medical sciences, professor (St. Petersburg)
Sidorenko E.I., doctor of medical sciences, professor, corresponding member of RAS (Moscow)
Sokolov V.V., doctor of medical sciences, professor (Moscow)
Stranadko E.Ph., doctor of medical sciences, professor (Moscow)

EDITORIAL COUNCIL

Achilov A.A., doctor of medical sciences (Moscow)
Berishvili I.I., doctor of medical sciences, professor (Moscow)
Vladimirov Yu.A., doctor of biological sciences, professor (Moscow, Russia)
Volnukhin V.A., doctor of medical sciences, professor (Moscow, Russia)
Gasparyan L., candidate of medical sciences (Helsinki, Finland)
Danilin N.A., doctor of medical sciences, professor (Moscow)
Yeliseenko V.I., doctor of medical sciences, professor (Moscow)
Yesaulenko I.E., doctor of medical sciences, professor (Voronezh)
Karandashov V.I., doctor of medical sciences, professor (Moscow)
Karu T., doctor of physics and mathematics, professor (Troitsk)
Kovsh I.B., doctor of physical and mathematical sciences, professor (Moscow)
Korobov A.M., candidate of physical and mathematical sciences (Kharkov, Ukraine)
Lyandres I.G., doctor of medical sciences, professor (Minsk, Republic of Belarus)
Mamedov M.M., doctor of medical sciences, professor (Baku, Azerbaijan)
Petrishchev N.N., doctor of medical sciences, professor (St. Petersburg)
Priezzhev A.V., candidate of physical and mathematical sciences (Moscow)
Stupak V.V., doctor of medical sciences, professor (Novosibirsk)
Tuchin V.V., doctor of science in physics and mathematics, professor (Saratov)
Fedorova T.A., doctor of medical sciences, professor (Moscow)

Издание зарегистрировано
Федеральной службой
по надзору в сфере связи,
информационных технологий
и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)
Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС 77-69450
от 14 апреля 2017 года

**Подписной индекс
в Объединенном каталоге
«Пресса России» – 43176**

Редакция не несет
ответственности
за содержание рекламных
материалов.

В статьях представлена
точка зрения авторов,
которая может не совпадать
с мнением редакции журнала.

К публикации принимаются
статьи, подготовленные
в соответствии с правилами
для авторов, размещенными
на сайте журнала.

Полное или частичное
воспроизведение материалов,
опубликованных в журнале,
допускается только
с письменного разрешения
редакции.

Подписано в печать
14.10.2019. Тираж 250 экз.
Заказ № 9884.

Оглавление

Оригинальные исследования

Ж.Е. Комарова, А.В. Инкина, А.Н. Наседкин

Лазерная терапия у больных с хроническими стенозами гортани и трахеи различной этиологии

5

М.Ю. Карганов, Н.Б. Панкова, В.И. Карандашов, А.Б. Черепов

Динамика показателей кардио-респираторной системы под воздействием профилактической фототерапии в синем диапазоне спектра

10

А.П. Власов, Н.С. Шейранов, О.В. Маркин, Ш.С. Аль-Кубайси, М.А. Спирина, И.А. Чигакова, В.С. Кузнецов, Д.С. Мохаммед

Лазерная терапия в коррекции функционального статуса печени при тяжелой механической желтухе панкреатогенного происхождения

15

Т.М. Брук, Ф.Б. Литвин, Н.В. Осипова, П.А. Терехов
Лазерная фотостимуляция микрососудов кожи у спортсменов

20

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

Хирургическое лечение пациентов с лихеноидными поражениями слизистой оболочки рта с использованием высокоинтенсивных лазеров

24

И.И. Шумилин, И.В. Крочек, С.В. Сергейко, В.А. Привалов, Н.В. Носков

Гигрома: традиционное хирургическое иссечение или чрескожная лазерная облитерация под ультразвуковым контролем?

32

Практический опыт

Н.Н. Арестова, Н.С. Егиян, Т.Б. Круглова

Современные возможности применения ИАГ-лазерных реконструктивных вмешательств для лечения детской офтальмопатологии

38

Е.С. Головнева, Е.С. Николенко, Ж.А. Ревель-Муроз

Особенности ответных реакций некоторых клеточных популяций соединительной ткани и коллагенообразования у крыс с моделью послеоперационной вентральной грыжи после лазерного воздействия на красный костный мозг

45

Е.Ф. Шин, В.И. Елисеенко, В.А. Дуванский

Влияние фотодинамической терапии с фотосенсибилизатором, комплексированным с амфифильными полимерами, на репаративные процессы экспериментальных огнестрельных ран

50

Актуальная информация

Правила оформления и подачи статей для авторов журнала «Лазерная медицина»

55

Информация от ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России»

57

Образец заполнения бланка при подписке через почтовые отделения

58

Contents

Original researches

Komarova Zh.E., Inkina A.V., Nasedkin A.N.

Laser therapy in patients with chronic stenosis of the larynx and trachea of various etiology

5

Karganov M.Yu., Pankova N.B., Karandashov V.I., Cherepov A.B.

Dynamics of parameters of cardio-respiratory system under the influence of preventive phototherapy in the blue range of spectrum

10

Vlasov A.P., Sheyranov N.S., Markin O.V., Al-Kubaisi Sh.S., Spirina M.A., Chigakova I.A., Kuznetsov V.S., Mohammed D.S.

Laser therapy in the correction of liver functional status in patients with severe mechanical jaundice of pancreatic origin

15

Bruke T.M., Litvin F.B., Osipova N.V., Terekhov P.A.
Laser photostimulation of skin microvessels in athletes

20

Tarasenko S.V., Stepanov M.A., Morozova E.A., Do Phan Ngoc Min

Surgical treatment of patients with oral mucous lichenoid lesions using high-level laser light

24

Shumilin I.I., Krochek I.V., Sergiyko S.V., Privalov V.A., Noskov N.V.

Ganglion: a traditional surgical excision or percutaneous laser obliteration under ultrasound control?

32

Practical experience

Arestova N.N., Egiyan N.S., Kruglova T.B.

Modern possibilities of YAG-laser reconstructive interventions for the treatment of children's ophthalmopathology

38

Golovneva E.S., Nikolenko E.S., Revel-Muroz J.A.

Features of response reactions of some cell populations of connective tissue and collagen formation in a rat model with postoperative ventral hernia after laser irradiation on red bone marrow

45

Shin E.F., Yeliseenko V.I., Duvansky V.A.

Effects of photodynamic therapy with a photosensitizer complexed with amphiphilic polymers at reparative processes in experimental gunshot wounds

50

Current information

Instructions for Authors

55

Information from the Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine (Russia)

57

УДК 616.22-089.819.5

ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ У БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКИМИ СТЕНОЗАМИ ГОРТАНИ И ТРАХЕИ РАЗЛИЧНОЙ ЭТИОЛОГИИ

Ж.Е. Комарова, А.В. Инкина, А.Н. Наседкин

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

Резюме

Целью работы является повышение эффективности лечения и реабилитации больных с хроническими рубцовыми стенозами гортани и трахеи путем использования лазерного излучения после проведения реконструктивно-восстановительных операций на гортани и трахее. *Материал и методы.* Пролечено 40 больных с хроническими стенозами гортани и трахеи, разделенных на две группы: I (основная) – 20 пациентов, которым в послеоперационном периоде был проведен курс лазерной терапии, и II (контрольная) – 20 пациентов, которым лазерная терапия не проводилась. Всем пациентам проводили лазерную доплеровскую флоуметрию с использованием лазерного анализатора ЛАКК 01 с одноканальным вариантом зондирования тканей. Для проведения сеансов лазерной терапии применяли лазерный терапевтический аппарат «Мустанг 2000» с использованием лазерной головки, генерирующей излучение в красном спектре с длиной волны 0,63–0,65 мкм, в импульсно-периодическом режиме с частотой 80 Гц. Средняя энергетическая плотность лазерного света составляла 1,5–3,0 Дж/см². Курс лазерной терапии состоял из 8–10 сеансов при среднем времени экспозиции 5 минут на одно облучаемое поле, а при обширных раневых дефектах общее время облучения увеличивали, облучая несколько полей на раневой поверхности. *Результаты.* Установлено, что наилучшие результаты были достигнуты у больных, которым в послеоперационном периоде был проведен курс лазерной терапии. *Заключение.* Применение красного импульсного лазера снижает риск послеоперационных осложнений у больных с хроническими стенозами гортани и трахеи.

Ключевые слова: хронические стенозы гортани и трахеи, лазерная терапия.

Для цитирования: Комарова Ж.Е., Инкина А.В., Наседкин А.Н. Лазерная терапия у больных с хроническими стенозами гортани и трахеи различной этиологии // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23. – Вып. 3. – С. 5–9.

Контакты: Комарова Ж.Е., e-mail: zhkomarova@icloud.com

LASER THERAPY IN PATIENTS WITH CHRONIC STENOSIS OF THE LARYNX AND TRACHEA OF VARIOUS ETIOLOGY

Komarova Zh.E., Inkina A.V., Nasedkin A.N.

M.F. Vladimirovsky Moscow Regional Research Clinical Institute, Moscow, Russia

Abstract

Purpose: To increase the efficiency of treatment and rehabilitation of patients with chronic cicatricial stenosis of the larynx and trachea using laser light after reconstructive surgery on the larynx and trachea. *Material and methods.* 40 patients with chronic stenosis of the larynx and trachea were divided into two groups: Group I (main) – 20 patients who had laser therapy sessions in postoperative period and Group II (controls) – 20 patients who had no laser therapy. All patients were examined with laser Doppler flowmetry using laser analyzer LAKK 01 with a single-channel tissue probing option. Laser therapeutic apparatus Mustang 2000 with a laser head generating in the red spectrum (wavelength 0.63–0.65 μm, pulse-periodic mode, frequency 80 Hz) was used for laser sessions. Average energy density was 1.5–3.0 J/cm². Laser therapy course consisted of 8–10 sessions with average exposure time 5 minutes per irradiated zone; and in case of extensive wound defects, total exposure time was increased by irradiating several fields on the wound surface.

Keywords: chronic laryngeal and tracheal stenosis, laser therapy.

For citations: Komarova Zh.E., Inkina A.V., Nasedkin A.N. Laser therapy in patients with chronic stenosis of the larynx and trachea of various etiology. *Lazernaya medicina*. 2019; 23 (3): 5–9. [In Russ.].

Contacts: Komarova Zh.E., e-mail: zhkomarova@icloud.com

Введение

В современной хирургии не прекращается поиск новых методов местного воздействия на раневую процесс, с помощью которых можно добиться сокращения сроков реабилитации больных при наименьших затратах. Особенно остро этот вопрос стоит при лечении больных с рубцовыми стенозами гортани и трахеи, т. к. процесс заживления у них осложняется наличием в ране слюны и мокроты, т. е. проходит в неблагоприятных условиях первичного инфицирования. Как известно, в процессе заживления раны различают три обязательных компонента: повреждение – воспаление – восстановление. Эти процессы характерны для ран любого генеза и тесно связаны [1, 16]. Особенности течения воспалительно-репаративного процесса в гортани и гортанно-трахеальном отделе обусловлены особенностями анатомического строения полых органов шеи, а также связаны со

сложными структурными взаимодействиями различных тканей переднего отдела шеи: кожа, мышцы, хрящи, слизистая оболочка [1, 18]. Перечисленные биологические ткани отличаются не только своей морфологической организацией, но и реакцией на повреждение и способностью к репаративным процессам [2, 17, 19]. Таким образом, при заживлении ран, особенно после реконструктивно-восстановительных операций, очень важно, чтобы регенерация эпителия сочеталась с отсутствием избыточного рубцевания, которое, в свою очередь, неизбежно приводит к рестенозированию и сводит на нет результаты хирургического вмешательства [18].

Результатом нарушения нервной регуляции регенераторных процессов может быть избыточное разрастание ткани и метаплазия. Известно, что при нарушении периферической иннервации воспаление, сопровождающее репаративные процессы, имеет вялый и затяжной

характер. Результаты экспериментальных и клинических исследований указывают на то, что состояние вегетативной нервной системы влияет на репаративные процессы, в частности, на изменение тканевых соотношений в сторону возрастания удельной доли соединительной ткани при десимпатизации. Именно поэтому на этапе ранней послеоперационной реабилитации целесообразно применение физиотерапевтических факторов, которые направлены на нервно-мышечный аппарат гортани [3–5]. При этом физиотерапия оказывает стимулирующее воздействие на двигательные нервы и иннервируемые ими мышцы-мишени.

В настоящее время эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) отмечена практически во всех областях медицины [13, 15]. Ряд авторов отмечает, что данный метод по своей терапевтической эффективности превосходит многие другие физиотерапевтические методы лечения [3, 6–8]. По мнению С.В. Москвина и соавторов [9–11], в терапевтическом действии лазерного излучения можно условно выделить три основных звена: 1) первичные эффекты (изменение состояния электронных уровней и стереохимическая перестройка молекул, локальные термодинамические сдвиги, возникновение повышенной концентрации кальция в цитозоле); 2) вторичные эффекты (распространение волн повышенной концентрации кальция в клетке и между клетками, стимуляция биопроцессов на клеточном уровне, изменение функционального состояния отдельных клеток и организма в целом); 3) эффекты последствий (образование продуктов тканевого обмена, отклик систем иммунного, нейрогуморального и эндокринного регулирования).

Многочисленные исследования показывают, что НИЛИ способствует восстановлению и нормализации биоэнергетического статуса тканей и регулирующих систем организма, ускорению транспортных процессов в тканях и уменьшению гипоксии за счет усиления кислородного обмена. НИЛИ стимулирует регенеративные процессы за счет увеличения количества нейтрофилов, а также за счет ускорения роста капилляров и накопления продуцируемого ими коллагена [6, 9–11].

Подтверждается неспецифическая активация иммунитета после воздействия НИЛИ.

Под влиянием НИЛИ возможно изменение физиологии тканей как в сторону усиления, так и в сторону угнетения их метаболизма, что и приводит к затуханию процессов патологического характера, нормализации физиологических реакций и восстановлению регулирующих функций нервной системы [2].

В настоящее время для лазерной терапии используют, как правило, полупроводниковые лазерные медицинские аппараты. Такая техника позволяет генерировать лазерное излучение широкого спектра (от 445 до 940 нм) и способна работать как в постоянном режиме генерации, так и в импульсном (частота от 1 до 3000 Гц) [5, 11, 12].

Практически единственным противопоказанием к проведению лазерной терапии является индивидуальная непереносимость в отношении воздействия лазерного излучения конкретной длины волны. Учитывая, что лазерная терапия хорошо зарекомендовала себя в

воздействии на раневой процесс, мы использовали лазерное излучение красного спектра (длина волны 0,63 мкм), причем в импульсном режиме, поскольку именно такое лазерное излучение (красное импульсное) является наиболее эффективным в терапии воспаления вообще и ускорении процессов регенерации тканей в раневом процессе [14, 15].

Цель исследования: повышение эффективности лечения и реабилитации больных с хроническими рубцовыми стенозами гортани и трахеи на этапах проведения реконструктивно-восстановительных операций на гортани и трахее путем использования терапевтического лазерного излучения.

Материал и методы

В оториноларингологической клинике МОНИКИ было пролечено 40 больных с хроническими стенозами гортани и трахеи различной этиологии и различного уровня локализации, из которых были 22 женщины и 18 мужчин. Возраст больных – от 18 до 69 лет, причем преобладали лица в возрасте от 25 до 50 лет.

Причинами стеноза были: ятрогенная травма у 28 пациентов, из них у 18 пациентов – после длительной ИВЛ, у 6 пациентов – после операции на щитовидной железе и у 4 пациентов с посттрахеотомическими стенозами; травма шеи (5 пациентов); специфическое воспаление (1 пациент); смешанные причины (6 пациентов).

По уровню локализации распределение стеноза было следующим: складчатый отдел гортани (6 пациентов), подскладчатый отдел (12 пациентов), гортанно-трахеальный отдел (22 пациента). Всем пациентам было проведено хирургическое вмешательство на передней поверхности шеи в виде ларинготрахеопластики. После этой операции для формирования стойкого просвета гортани и трахеи устанавливали Т-образную силиконовую трубку с резиновым напальчником на верхнем перпендикуляре в просвет гортани и трахеи. На 10-е сутки после операции напальчник удаляли, а наружный перпендикуляр Т-образной трубки закрывали для осуществления дыхания через естественные дыхательные пути. В послеоперационном периоде всем пациентам наряду с ежедневными антисептическими перевязками проводили антибактериальную и противоотечную терапию (традиционная терапия).

Пациенты были разделены на две группы: I группа (основная) – 20 пациентов, которым в послеоперационном периоде наряду с традиционной терапией с первых суток после операции был начат курс лазерной терапии в области передней поверхности шеи; II группа (контрольная) – 20 больных, которым проводили только традиционную терапию. Больные во всех группах были сопоставимы по возрасту, полу, локализации, распространенности патологического процесса и по наличию сопутствующих заболеваний.

Для проведения сеансов лазерной терапии мы применяли лазерный терапевтический аппарат «Мустанг 2000», используя лазерную головку, генерирующую излучение в красном спектре с длиной волны 0,63–0,65 мкм, в импульсно-периодическом режиме с частотой 80 Гц. Средняя энергетическая плотность лазерного

света составляла 1,5–3,0 Дж/см². Курс лазерной терапии обычно состоял из 8–10 сеансов при среднем времени экспозиции 5 минут на одно облучаемое поле, а при обширных раневых дефектах общее время облучения увеличивали, облучая несколько полей на раневой поверхности. Лазерную терапию проводили с помощью подведения лазерного луча к коже передней поверхности шеи, к краям ларинготрахеостомы и к видимой через ларинготрахеальный дефект части слизистой оболочки гортани, подскладкового отдела и трахеи. Раневые поверхности перед облучением очищали от корок и слизи. Обработку ран медикаментами проводили после сеанса лазерной терапии. Мощность излучения на выходе с лазерной головки контролировали перед каждым сеансом, а сеанс лазерной терапии старались проводить в одно и то же время (± 1 час).

Всем пациентам I и II групп с целью объективизации полученных результатов на 5-е и 10-е сутки проводили лазерную доплеровскую флоуметрию (ЛДФ), позволяющую оценить степень васкуляризации и прогнозировать конечный исход операции в области послеоперационной раны. Для проведения ЛДФ использовали

лазерный анализатор ЛАКК 01 с одноканальным вариантом зондирования тканей. Для этого всем больным в течение одной минуты в положении сидя проводили ЛДФ с помощью накожного датчика в области края ларинготрахеального дефекта. При оценке результатов ЛДФ мы ориентировались на коэффициент вариации (Kv), изменение которого указывает на ухудшение или улучшение микроциркуляции в ране, появление новых капилляров. Критериями эффективности проводимой нами лазерной терапии служили качество и сроки заживления операционной раны, а также отсутствие или наличие рестенозирования после операции.

Для статистической обработки медицинских данных мы использовали описательную статистику и корреляционный анализ, была создана база данных, в которую введены данные обследования 40 пациентов, что и явилось материалом для статистического анализа.

Результаты и обсуждение

На рис. 1–3 представлены результаты лечения пациентов основной и контрольной групп, которые оценивались по шкале субъективной оценки, включавшей в

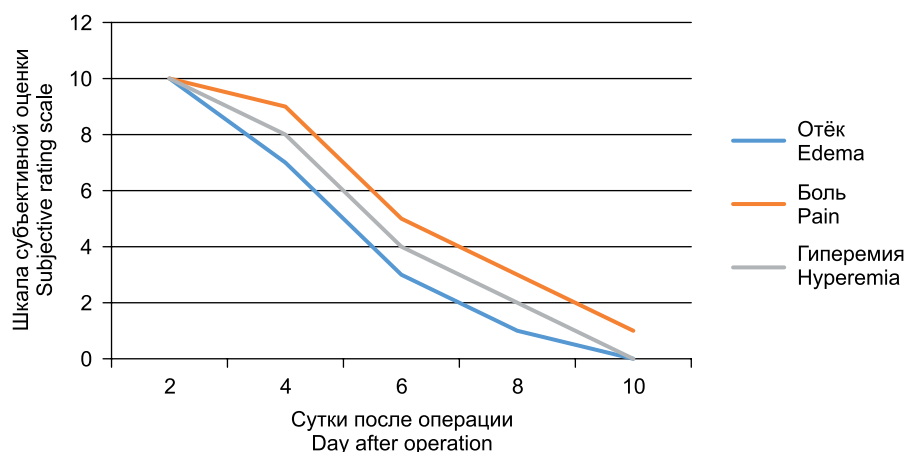


Рис. 1. Динамика интенсивности отека, боли и гиперемии у пациентов I группы, получавших в послеоперационном периоде традиционную терапию плюс лазерную терапию

Fig. 1. Dynamics of edema, pain and hyperemia intensity in patients from Group I who had conventional therapy plus laser therapy in postoperative period

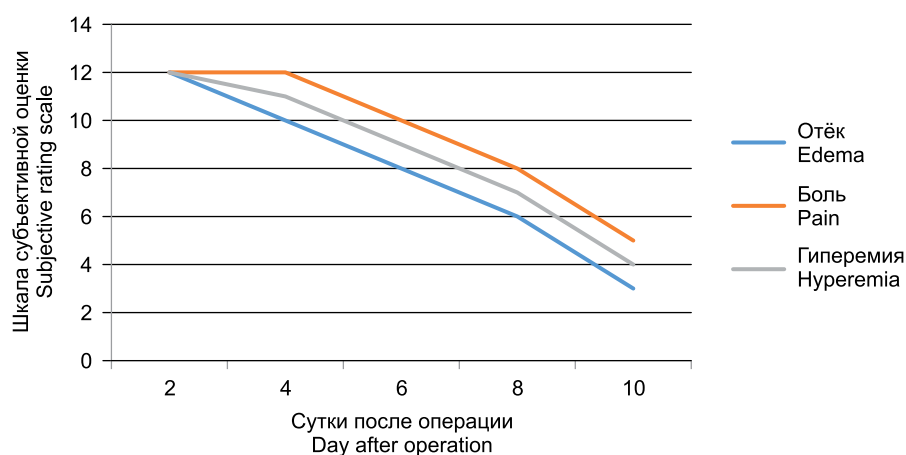


Рис. 2. Динамика интенсивности отека, боли и гиперемии у пациентов II группы, получавших в послеоперационном периоде только традиционное лечение

Fig. 2. Dynamics of edema, pain and hyperemia intensity in patients of Group II who had only traditional treatment in postoperative period

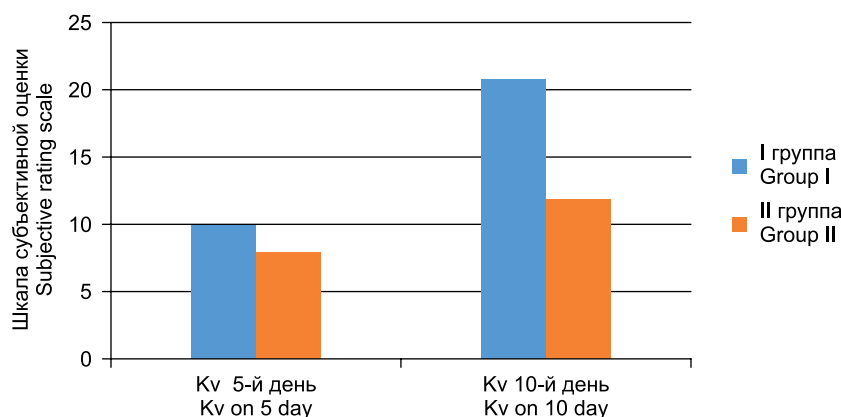


Рис. 3. Динамика коэффициента вариации (Kv) у больных I и II групп в послеоперационном периоде

Fig. 3. Dynamics of coefficient of variation (Kv) in patients of Groups I and II in postoperative period

себя степень интенсивности отека, боли и гиперемии, и изменению коэффициента вариации (Kv) в послеоперационном периоде.

Наилучшие результаты были достигнуты у пациентов I группы, получавших дополнительно лазерную терапию. Уже на 2-е сутки после операции у них нормализовалась температура и купировался болевой синдром. На 3-и сутки уменьшились гиперемия и отек тканей в послеоперационной ране, а также отсутствовало патологическое отделяемое. Коэффициент вариаций (Kv) на 5-е сутки у данных пациентов составил 10 единиц. На 10-е сутки при фиброларингоскопии у них не наблюдали явлений воспаления в послеоперационной области; субъективно больные отмечали улучшение дыхания через естественные дыхательные пути; при кашле отделялось небольшое количество слизистой мокроты; швы в послеоперационной ране были без явлений воспаления. Коэффициент вариаций на 10-е сутки у данных пациентов составил 21 единицу, что говорит об увеличении неоваскуляризации, т. е. появлении новых капилляров. У всех пациентов I группы раны зажили первичным натяжением, ни у одного из них не было явлений рестенозирования в отдаленные сроки после операции, чему способствовало усиление васкуляризации тканей в послеоперационной области.

Во II группе на 3-и сутки после ларинготрахеопластики у всех пациентов в послеоперационном периоде при фиброларингоскопии выявлен выраженный отек и гиперемия послеоперационной области, больные жаловались также на боль в послеоперационной области, что затрудняло смену Т-образной трубки в ларинготрахеальном дефекте. На 5-е сутки, по данным лазерной доплеровской флоуметрии, Kv у этих больных в среднем составил 8 единиц. На 10-е сутки у данных больных сохранялись явления воспаления в послеоперационной ране, при кашле отмечалось выраженное количество слизисто-гнойной мокроты; снятие напальчника с Т-образной трубки у этих больных проводилось на 12-е сутки в отличие от пациентов I группы, которым напальчник удаляли на 10-е сутки. Kv у пациентов II группы на 10-е сутки составил 12 единиц. В данной группе больных наблюдались следующие осложнения в отдаленном послеоперационном периоде: у 3 пациентов отмечено

рестенозирование просвета гортани и трахеи, у 2 пациентов произошло заживление раны вторичным натяжением.

Заключение

Применение красного импульсного терапевтического лазера позволило ускорить процессы заживления послеоперационной раны в среднем на 3 дня благодаря усилению микроциркуляции, что подтверждено данными лазерной доплеровской флоуметрии, а это, в свою очередь, позволило избежать у этих больных рестенозирования в отдаленном послеоперационном периоде.

Лазерная терапия у больных, перенесших ларинготрахеопластику по поводу хронического стеноза гортани и трахеи, является важным фактором активации регенеративных процессов в послеоперационной области за счет увеличения количества новых капилляров в тканях операционной зоны (на основании данных лазерной доплеровской флоуметрии), которое за счет этого сокращает сроки заживления раны в среднем на 3 дня, повышает эффективность традиционного консервативного лечения и предотвращает возникновение рестенозирования.

Литература

1. *Зенгер В.Г., Наседкин А.Н.* Повреждения гортани и трахеи. – М.: Медицина, 1991. – 221 с.
2. *Зенгер В.Г., Наседкин А.Н., Паришин В.Д.* Хирургия поврежденных гортани и трахеи. – М.: Медкнига, 2007. – 348 с.
3. *Зенгер В.Г., Наседкин А.Н.* Современные технологии в лечении заболеваний уха, горла и носа. – М.: Медкнига, 2008. – 335 с.
4. *Козлов В.И., Буйлин В.А., Самойлов Н.Г. и др.* Основы лазерной физио- и рефлексотерапии. – Самара–Киев, 1993. – 216 с.
5. *Козлов В.И., Буйлин В.А.* Лазеротерапия с применением АЛТ «Мустанг». – М.: Техника, 1998. – 148 с.
6. *Кречина Е.К., Маслова В.В., Шидова А.В. и др.* Сравнительная оценка воздействия на микроциркуляцию низкоинтенсивного импульсного и непрерывного лазерного излучения красного и инфракрасного диапазонов спектра в комплексной терапии хронического пародонтита // Лазерная медицина. – 2009. – Т. 13. – Вып. 2. – С. 22–26.
7. *Крюк А.С., Мостовников В.А., Хохлов И.В. и др.* Терапевтическая эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения. – Минск: Наука и техника, 1986. – 231 с.
8. *Лейдерман Н.Е., Кочетков А.В., Москвин С.В.* Технология ЛАЗМИК в комплексном восстановительном лечении больных

- с хронической ишемией мозга // Вестник новых медицинских технологий. – 2009. – № 4. – С. 104–106.
9. Москвин С.В., Ачилов А.А. Основы лазерной терапии. – М.–Тверь: Триада, 2008. – 256 с.
 10. Москвин С.В., Наседкин А.Н., Кочетков А.В. и др. Терапия матричными импульсными лазерами красного спектра излучения. – Тверь: Триада, 2007. – 112 с.
 11. Наседкин А.Н., Зенгер В.Г. Лазеры в оториноларингологии. – М.: Техника, 2000. – 140 с.
 12. Наседкин А.Н., Зенгер В.Г. Оптимизация методов лазерной терапии заболеваний уха, горла и носа // Лазерная медицина. – 2000. – Т. 4. – Вып. 4. – С. 9–12.
 13. Новаковский А.Л., Горецкий К.Г. Современные лазерные медицинские технологии в оториноларингологии. – Минск: Технопринт, 2006. – 256 с.
 14. Петлев А.А., Наседкин А.Н., Москвин С.В. и др. Сравнение эффективности низкоинтенсивного импульсного и непрерывного лазерного излучения красного и инфракрасного диапазонов спектра в комплексной терапии хронического аденоидита у детей // Лазерная медицина. – 2003. – Т. 7. – Вып. 3–4. – С. 27–30.
 15. Плужников М.С., Лопотко А.И. Низкоэнергетическое лазерное излучение в оториноларингологии // Вестник оториноларингологии. – 1996. – № 2. – С. 5–14.
 16. Alves A.C.A., Vieira R.P., Leal-Junior E.C.P. et al. Effect of low-level laser therapy on the expression of inflammatory mediators and on neutrophils and macrophages in acute joint inflammation. *Arthritis Research & Therapy*. 2013; 15 (1): R116: <http://arthritis-research.com/content/15/5/R116>.
 17. Cevizci R., Dilci A., Can I.H., Kersin B., Bayazit Y. Flexible CO₂ Laser Treatment for Subglottic Stenosis. *J. Craniofac. Surg.* 2017; 28 (4): 983–984. doi: 10.1097/SCS.0000000000003549.
 18. Chen W., Gao P., Cui P., Ruan Y., Liu Z., Sun Y., Bian K. Management of Severe and Complex Hypopharyngeal and/or Laryngotracheal Stenoses by Various Open Surgical Procedures: A Retrospective Study of Seventeen Patients. *ORL. J. Otorhinolaryngol. Relat. Spec.* 2016; 78 (2): 111–118. doi: 10.1159/000430820.
 19. Zozzaro M., Harirchian S., Cohen E.G. Flexible fiber CO₂ laser ablation of subglottic and tracheal stenosis. *Laryngoscope*. 2012; 122 (1): 128–130. doi: 10.1002/lary.22164.
 5. Kozlov V.I., Builin V.A. Laser therapy with ALT «Mustang». М.: Technika, 1998: 148. [In Russ.].
 6. Krechina E.K., Maslova V.V., Shidova A.V. et al. Comparative evaluation of the effect on microcirculation of low-intensity pulsed and continuous laser irradiation in the red and infrared spectral ranges in complex therapy of chronic periodontitis. *Lasernaya medicina*. 2009; 13 (2): 22–26. [In Russ.].
 7. Hook A.S., Mostovnikov V.A., Khokhlov I.V. et al. Therapeutic efficacy of low-intensity laser irradiation. Minsk: Nauka i tekhnika, 1986: 231. [In Russ.].
 8. Leiderman N.E., Kochetkov A.V., Moskvina S.V. LASMIL technology in the complex rehabilitative treatment of patients with chronic brain ischemia. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologiy*. 2009; 4: 104–106. [In Russ.].
 9. Moskvina S.V., Achilov A.A. Fundamentals of laser therapy. М.–Тверь: Triada, 2008: 256. [In Russ.].
 10. Moskvina S.V., Nasedkin A.N., Kochetkov A.V. et al. Therapy with matrix pulsed lasers in the red spectrum. Tver: Triada, 2007: 112. [In Russ.].
 11. Nasedkin A.N., Senger V.G. Lasers in otorhinolaryngology. – М.: Technika, 2000: 140. [In Russ.].
 12. Nasedkin A.N., Senger V.G. Optimization of laser therapy techniques for diseases of ear, throat and nose. *Lasernaya medicina*. 2000; 4 (4): 9–12. [In Russ.].
 13. Novakovsky A.L., Goretzky K.G. Modern laser medical technologies in otorhinolaryngology. Minsk: Technoprint, 2006; 256. [In Russ.].
 14. Petlev A.A., Nasedkin A.N., Moskvina S.V. et al. Comparison of the effectiveness of low-intensity pulsed and continuous laser light in the red and infrared ranges for the complex treatment of chronic adenoiditis in children. *Lasernaya medicina*. 2003; 7 (3–4): 27–30. [In Russ.].
 15. Pluzhnikov M.S., Lopotko A.I. Low-level laser light in otorhinolaryngology. *Vestnik otorinolaringologii*. 1996; 2: 5–14. [In Russ.].
 16. Alves A.C.A., Vieira R.P., Leal-Junior E.C.P. et al. Effect of low-level laser therapy on the expression of inflammatory mediators and on neutrophils and macrophages in acute joint inflammation. *Arthritis Research & Therapy*. 2013; 15 (1): R116: <http://arthritis-research.com/content/15/5/R116>.
 17. Cevizci R., Dilci A., Can I.H., Kersin B., Bayazit Y. Flexible CO₂ Laser Treatment for Subglottic Stenosis. *J. Craniofac Surg.* 2017; 28 (4): 983–984. doi: 10.1097/SCS.0000000000003549.
 18. Chen W., Gao P., Cui P., Ruan Y., Liu Z., Sun Y., Bian K. Management of severe and complex hypopharyngeal and/or laryngotracheal stenoses by various open surgical procedures: a retrospective study of seventeen patients. *ORL. J. Otorhinolaryngol. Relat. Spec.* 2016; 78 (2): 111–118. doi: 10.1159/000430820.
 19. Zozzaro M., Harirchian S., Cohen E.G. Flexible fiber CO₂ laser ablation of subglottic and tracheal stenosis. *Laryngoscope*. 2012; 122 (1): 128–130. doi: 10.1002/lary.22164.

References

1. Zenger V.G., Nasedkin A.N. Damage to the larynx and trachea. М.: Medicina, 1991: 221. [In Russ.].
2. Zenger V.G., Nasedkin A.N., Parshin V.D. Surgery of injuries of the larynx and trachea. М.: Medkniga, 2007: 348. [In Russ.].
3. Zenger V.G., Nasedkin A.N. Modern technologies in the treatment of diseases of the ear, throat and nose. – М.: Medkniga, 2008: 335. [In Russ.].
4. Kozlov V.I., Builin V.A., Samoilov N.G. et al. Fundamentals of laser physio- and reflexology. Samara–Kiev, 1993: 216. [In Russ.].

УДК 612.084+57.054

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРДИО-РЕСПИРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ФОТОТЕРАПИИ В СИНЕМ ДИАПАЗОНЕ СПЕКТРА

М.Ю. Карганов^{1,2}, Н.Б. Панкова¹, В.И. Карандашов², А.Б. Черепов¹¹ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии», Москва, Россия² ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России», Москва, Россия

Резюме

Целью работы было изучение изменений в состоянии кардио-респираторной системы под влиянием светового излучения длиной волны 470 ± 10 нм. **Материал и методы.** На выборке 5 человек (3 мужчины и 2 женщины, средний возраст $55,7 \pm 3,0$ года) изучена трехмесячная динамика показателей сердечного ритма и его вариабельности, артериального давления и его вариабельности, сердечной производительности, показателей дыхания и результатов выполнения нагрузочных проб до и после смены климатогеографических условий и уровня физической нагрузки. Участники экспериментальной группы ежедневно проводили сеансы фототерапии в синем диапазоне света с использованием БАСИ – браслета автономного световозлучающего (две сессии по 15 мин). Контролем служили 3 мужчины и 3 женщины того же возраста и телосложения, находившиеся в условиях средней полосы России в течение всего времени эксперимента. Измерения проводили тонометром и прибором спиреокардиокардиографом в трех вариантах тестирования: без надетой спирометрической маски, в надетой маске с произвольным дыханием (имитация легкой гипоксии) и при контролируемом дыхании с частотой 6 циклов в минуту. Оценивали степень изменения показателей за каждый месяц эксперимента, с применением алгоритма дискриминантного анализа (прямой пошаговый анализ). Результаты. Обнаружено, что под воздействием курса профилактической фототерапии в синем диапазоне спектра происходят изменения функционального состояния кардио-респираторной системы, достигающие уровня статистической значимости при выполнении пробы с контролируемым дыханием.

Ключевые слова: кардио-респираторная система, синий свет, вариабельность сердечного ритма, вариабельность артериального давления.

Для цитирования: Карганов М.Ю., Панкова Н.Б., Карандашов В.И., Черепов А.Б. Динамика показателей кардио-респираторной системы под воздействием профилактической фототерапии в синем диапазоне спектра // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23. – Вып. 3. – С. 10–15.

Контакты: Карганов М.Ю., e-mail: mkarganov@mail.ru

DYNAMICS OF PARAMETERS OF CARDIO-RESPIRATORY SYSTEM UNDER THE INFLUENCE OF PREVENTIVE PHOTOTHERAPY IN THE BLUE RANGE OF SPECTRUM

Karganov M.Yu.^{1,2}, Pankova N.B.¹, Karandashov V.I.², Cherepov A.B.¹¹ Institute of General Pathology and Pathophysiology, Moscow, Russia² Skobelkin Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia

Abstract

The *aim* of our work was to study possible changes in the cardio-respiratory system under blue light irradiation with wavelength 470 ± 10 nm. **Material and methods.** A sample of 5 people (3 men and 2 women, average age 55.7 ± 3.0 years) was taken to study three-month dynamics of heart rate and its variability, blood pressure and its variability, cardiac function, respiratory function. Parameters after loading tests before and after travelling to other climatic and geographical conditions and parameters under various level of physical activity were analyzed as well. Subjects from the experimental group had daily phototherapy sessions with blue light generated by bracelet BASI – an autonomous light-emitting device (two sessions of 15 minutes each). In the control group, there were 3 men and 3 women of the same age and body type who spent their experimental time in the Central Russia. Measurements were made with a tonometer and with a device called “spiroarteriocardiorhythmograph” in three test variants: without a spirometrical mask, with the mask and voluntary breathing (imitation of light hypoxia) and with controlled breathing having frequency 6 cycles per minute. Level of parameter changes was analyzed every experimental month. The discriminant analysis algorithm (direct step-by-step analysis) was applied. **Results.** It has been found out that preventive phototherapy with blue light courses changes in the cardio-respiratory function which reach the level of statistical significance in case of controlled breathing test.

Keywords: cardiorespiratory system, blue light, heart rate variability, blood pressure variability.

For citations: Dynamics of parameters of cardiorespiratory system under the influence of preventive phototherapy in the blue range of spectrum. *Lasernaya Medicina*. 2019; 23 (3): 10–15. [In Russ.].

Contacts: Karganov M.Yu., e-mail: mkarganov@mail.ru

Введение

Фототерапия, под которой понимают применение электромагнитных волн оптического диапазона с лечебной и профилактической целями, все более активно входит в арсенал немедикаментозных методов лечения [1–3, 7]. При этом в последние годы предпочтение отдается светодиодным источникам света, позволяющим получить оптическое излучение различных диапазонов и создать компактные фототерапевтические устройства [8]. Группы разнообразных по своим физиологическим проявлениям фоторегуляторных процессов, индуцируемых

коротковолновым сине-фиолетовым участком спектра, объединяются термином «ответы на синий свет» [12]. Многочисленные эффекты синего света, первоначально обозначенные этим термином, в современной медицине используются в качестве достаточно эффективных терапевтических средств [2, 3]. Доказано, что меланопсин – фотопигмент, расположенный в ганглиальных клетках сетчатки глаза, в коже и мозговых тканях, и особенно чувствительный к поглощению коротковолновой (синей) части видимого света – участвует в процессах хронобиологической регуляции [9–11].

Цель настоящего исследования – изучение изменений в состоянии кардио-респираторной системы под влиянием контактного светового излучения с длиной волны 470 ± 10 нм за период адаптации к смене часовых поясов.

Материал и методы

К проведению исследования на основе информированного согласия были привлечены 11 человек. В контрольную группу вошли 3 мужчины и 3 женщины, средний возраст $55,6 \pm 1,8$ года), в экспериментальную – 5 человек (3 мужчины и 2 женщины, средний возраст $55,7 \pm 3,0$ года); усредненные антропометрические показатели (длина и масса тела, ИМТ) в обеих группах не различались. Работа была выполнена с соблюдением этических принципов, разработанных и изложенных в Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации врачей «Этические принципы проведения медицинских исследований с участием людей в качестве субъектов исследования», принятой 18-й Генеральной ассамблеей Всемирной медицинской ассоциации в г. Хельсинки (Финляндия, июль 1964 г.) с дополнениями в последней версии, принятой 64-й Генеральной ассамблеей Всемирной ассоциации врачей в г. Форталеа (Бразилия, октябрь 2013 г.).

Участники экспериментальной группы ежедневно проводили сеансы фототерапии в синем диапазоне света с использованием БАСИ – браслета автономного светового излучающего (регистрационное удостоверение № ФСР 2012/13206). Сеанс состоял из двух сессий по 15 мин и проходил с 8 до 9 часов утра. Суммарная энергия излучения составляла 58 Дж. Длительность эксперимента составила 3 месяца и состояла из 3 временных интервалов:

1 – обе группы наблюдались в течение месяца в средней полосе России, участники группы жили обычной жизнью (работа);

2 – контрольная группа продолжала работать, экспериментальная группа выехала на отпуск в Индонезию для занятий дайвингом;

3 – контрольная группа продолжала работать, экспериментальная группа вернулась к обычной жизни.

Соответственно, для обеих групп было проведено 4 тестирования с месячным интервалом. Для экспериментальной группы первые 2 тестирования проходили в обычном режиме жизни, 3-е тестирование – после возвращения из отпуска, 4-е – через месяц после отпуска. Тестирования контрольной группы проходили в те же сроки.

Для оценки функционального состояния кардио-респираторной системы использовали две группы показателей.

1. Измерение частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД) аускультативным методом на плече при помощи тонометра UA-777 (A&D Medical, Япония), с последующим расчетом индекса Робинсона и индекса функциональных изменений (ИФИ). Кроме того, измерения ЧСС и АД использовали для оценки функциональных возможностей организма при выполнении нагрузочных проб (Штанге, Генчи, Руфье).

2. Непрерывное измерение показателей кардио-респираторной системы методом спиреокардиографии (САКР) [6]. Оценивали ЧСС, средние, минимальные и максимальные значения длительности межсистолических (R-R) интервалов и пальцевого систолического и диастолического АД (пАДС и пАДД), с последующим расчетом спектральных показателей (TP, VLF, LF, HF) variability сердечного ритма (CP) и пАД, дыхательного объема, сердечной производительности (конечно-систолический, конечно-диастолический и ударный (УО) объемы сердца, минутный объем кровообращения) и чувствительности спонтанного артериального барорефлекса (ЧБР). Данные параметры также оценивали в состоянии покоя и при выполнении дыхательных проб: тестирование в спирометрической маске с произвольным или контролируемым (6 дыхательных циклов в минуту) дыханием [5]. Длительность каждой регистрации составляла 2 мин.

Всего в процессе каждой регистрации для каждого участника эксперимента получали 54 показателя. В анализ взята степень изменения исследуемых показателей за каждый временной интервал. На каждой временной точке оценивали степень изменения показателей, измеряемых в трех вариантах тестирования (результаты измерения тонометром + результаты измерения прибором САКР без спирометрической маски; результаты измерения прибором САКР в надетой спирометрической маске с произвольным дыханием; результаты измерения прибором САКР в надетой спирометрической маске с контролируемым дыханием частотой 6 циклов в минуту) по сравнению с предыдущей временной точкой. Статистическую значимость изменения функционального состояния испытуемых оценивали по результатам дискриминантного анализа (алгоритм прямого пошагового анализа). Статистическую значимость фактических дискриминантных функций оценивали при помощи канонического анализа.

Результаты и обсуждение

Результаты дискриминантного анализа степени изменения показателей кардио-респираторной системы за временной интервал 1 приведены в табл. 1.

Видно, что в условиях тестирования в состоянии покоя (без надетой спирометрической маски) межгрупповые различия не достигают уровня статистической значимости ($p = 0,065$). Наибольший вклад в дискриминацию дает показатель размаха систолического пАД (пАДС), однако сила его влияния не достигает уровня статистической значимости ($p = 0,107$). В условиях надетой спирометрической маски с произвольным дыханием, имитирующих легкую гиперкапнию [5], уровень статистической значимости межгрупповых различий приближается к 5% ($p = 0,053$). В модель дискриминантного анализа вошли 3 показателя, однако ни для одного из них сила влияния не достигла уровня статистической значимости.

Значимые различия динамики показателей кардио-респираторной системы были выявлены только в условиях контролируемого дыхания с частотой 6 циклов

Таблица 1
Результаты дискриминантного анализа степени изменения показателей кардио-респираторной системы за временной интервал 1 (обе группы провели месяц в средней полосе России в обычном режиме)

Table 1
Results of discriminant analysis of the degree of changes in cardio-respiratory indicators for the time interval 1 (both groups spent a month in the Central Russia with normal regime)

Условия тестирования Test condition	Результаты дискриминантного анализа Results of discriminant analysis	Показатели, включенные в модель Parameters included into the model			Результаты канонического анализа Results of canonical analysis
	λ_W F (ст. св.) p	Показатели Parameters	λ_W	p	R λ_W χ^2 (ст. св.) p
Тестирование без маски Test without mask	$\lambda_W = 0,138$ $F(6,4) = 4,154$ $p = 0,094$	пАДС размах	0,287	0,107	$R = 0,928$ $\lambda_W = 0,138$ $\chi^2(6) = 11,871$ $p = 0,065$
		УО	0,254	0,141	
		стресс-индекс	0,356	0,066	
		АДС сред.	0,346	0,070	
		пАД пульс.	0,192	0,281	
		R-R min	0,178	0,342	
Тестирование в маске с произвольным дыханием Test with mask and voluntary breathing	$\lambda_W = 0,479$ $F(2,8) = 4,334$ $p = 0,053$	R-R min	0,664	0,064	$R = 0,721$ $\lambda_W = 0,480$ $\chi^2(2) = 5,873$ $p = 0,053$
		пАД пульс.	0,606	0,093	
		VLF(CP)%	0,480	0,255	
Тестирование в маске с дыханием 6/мин Test with mask and breathing 6/min	$\lambda_W = 0,238$ $F(3,7) = 7,438$ $p = 0,014^*$	альфа-индекс	0,866	0,004*	$R = 0,872$ $\lambda_W = 0,239$ $\chi^2(3) = 10,741$ $p = 0,013^*$
		HF(пАДД)%	0,648	0,011*	
		ЧБР	0,512	0,025*	

Примечание. Список показателей, включенных в модель, составлен в соответствии с матрицей структуры факторов (силой влияния каждого из показателей). * – статистически значимые результаты.

Note. The list of parameters included into the model was made according to the factor structure matrix (influence power for each indicator). * – statistically significant results.

Indicators notation: “пАДС размах” – oscillation range of digital systolic blood pressure; “УО” – stroke volume of heart; “стресс-индекс” – stress index; “АДС-сред.” – mean systolic blood pressure; “пАД пульс.” – pulse digital blood pressure; “R-R min” – minimal duration of R-R interval; “VLF(CP)%” – relative power (in %) of VLF range in heart rate variability spectrum; “альфа-индекс” – alpha index; “HF(пАДД)%” – relative power (in %) of HF range in diastolic finger blood pressure variability spectrum; “ЧБР” – arterial baro-reflex sensibility.

в минуту. В модель дискриминантного анализа вошли 3 показателя: 2 – характеризующие чувствительность спонтанного артериального барорефлекса (собственно ЧБР и альфа-индекс), и относительная мощность диапазона HF в спектре вариабельности диастолического пАД, отражающая вклад дыхательных волн. Сила влияния всех показателей на дискриминацию была статистически значима.

Результаты проверки статистической значимости фактических дискриминантных функций в каноническом анализе приведены в правом столбце табл. 1 и на рис. 1.

Полученные данные позволяют предполагать, что за месяц проведения фототерапии в организме участников произошли некоторые перемены, затрагивающие механизмы регуляции АД и его сопряжение с сердечной

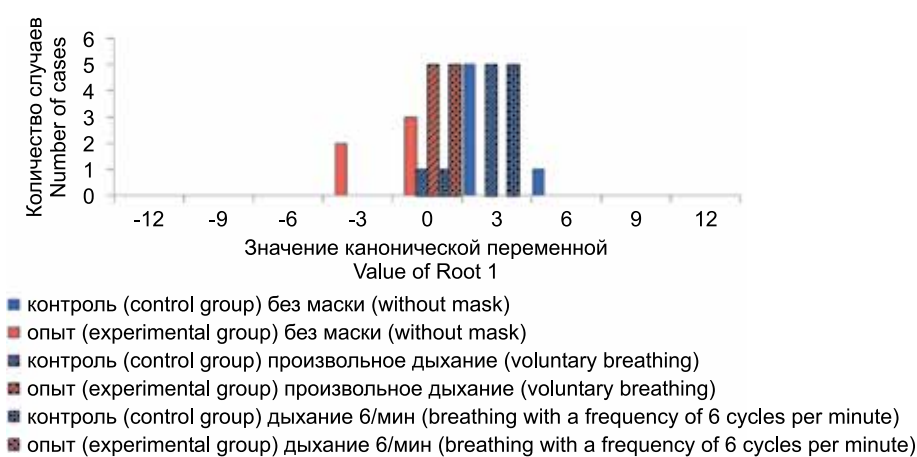


Рис. 1. Распределение индивидуальных значений канонических переменных за временной интервал 1 (обе группы провели месяц в средней полосе России в обычном режиме) в трех режимах тестирования кардио-респираторной системы

Fig. 1. Distribution of individual values of canonical variables for time interval 1 (both groups spent one month in the Central Russia in usual regime) in three modes of cardio-respiratory system testing

Таблица 2

Результаты дискриминантного анализа степени изменения показателей кардио-респираторной системы за временные интервалы 2 и 3

Table 2

The results of the discriminant analysis of the degree of change of indicators of the cardio-respiratory system in time intervals 2 and 3

Условия тестирования Test condition	Результаты дискриминантного анализа Results of discrimi- nant analysis	Показатели, включенные в модель Parameters included into the model			Результаты канонического анализа Results of canonical analysis
	λ_w F (ст. св.) p	Показатели Parameters	λ_w	p	R λ_w χ^2 (ст. св.) p
Временной интервал 2 – контрольная группа продолжала работать, экспериментальная группа выехала на отпуск в Индонезию для занятий дайвингом Time interval 2 – control group continued to work, experimental group went on vacations to Indonesia for diving					
Тестирование без маски Test without mask	$\lambda_w = 0,193$ $F(3,7) = 9,750$ $p = 0,006^*$	LF(пАДС)%	0,550	0,009*	$R = 0,898$ $\lambda_w = 0,193$ $\chi^2(3) = 12,334$ $p = 0,006^*$
		пАДСmax	0,529	0,010*	
		HF(СР)%	0,253	0,183	
Тестирование в маске с произвольным дыханием Test in mask with voluntary breathing	$\lambda_w = 0,329$ $F(3,7) = 4,742$ $p = 0,041^*$	пАДС размах	0,330	0,917	$R = 0,819$ $\lambda_w = 0,330$ $\chi^2(3) = 8,321$ $p = 0,040^*$
		ЧБР	0,513	0,089	
		LF(пАДС)	0,494	0,105	
Тестирование в маске с дыханием 6/мин Test in mask, breathing 6/min	$\lambda_w = 0,063$ $F(6,4) = 9,807$ $p = 0,022^*$	R-R max	0,302	0,018*	$R = 0,968$ $\lambda_w = 0,064$ $\chi^2(6) = 16,526$ $p = 0,011^*$
		HF(пАДС)%	0,319	0,016*	
		LF(пАДС)%	0,154	0,076	
		ЧСС	0,198	0,044*	
		пАДСmin	0,132	0,106	
Временной интервал 3 – контрольная группа продолжала работать, экспериментальная группа вернулась к обычной жизни Time interval 3 – control group continued to work, experimental group returned to normal life					
Тестирование без маски Test without mask	$\lambda_w = 0,092$ $F(5,5) = 9,780$ $p = 0,012^*$	пАД пульс.	0,209	0,054	$R = 0,952$ $\lambda_w = 0,093$ $\chi^2(5) = 15,455$ $p = 0,009^*$
		LF(пАДС)%	0,455	0,007*	
		HF(СР)	0,331	0,016*	
		пАДС размах	0,319	0,017*	
		пАДСmin	0,119	0,284	
Тестирование в маске с произвольным дыханием Test in mask with voluntary breathing	$\lambda_w = 0,006$ $F(6,4) = 95,399$ $p < 0,001^*$	ТР(пАДД)	0,237	0,000*	$R = 0,997$ $\lambda_w = 0,007$ $\chi^2(6) = 29,823$ $p < 0,001^*$
		VLF(СР)	0,011	0,188	
		R-R min	0,007	0,906	
		LF(пАДД)	0,071	0,004*	
		LF(пАДС)	0,061	0,005*	
Тестирование в маске с дыханием 6/мин Test in mask, breathing 6/min	$\lambda_w = 0,154$ $F(5,5) = 5,459$ $p = 0,043^*$	пАДДmax	0,032	0,019*	$R = 0,919$ $\lambda_w = 0,155$ $\chi^2(5) = 12,126$ $p = 0,033^*$
		HF(СР)%	0,184	0,377	
		пАДДср.	0,413	0,034*	
		LF(СР)%	0,350	0,054	
		УО	0,283	0,097	
		LF(пАДД)	0,234	0,172	

Примечание. Список показателей, включенных в модель, составлен в соответствии с матрицей структуры факторов (силой влияния каждого из показателей). * – статистически значимые результаты.

Note. The list of parameters included into the model was made according to the factor structure matrix (influence power for each indicator). * – statistically significant results.

Indicator notation: “LF(пАДС)%” – relative power (in %) of LF range in systolic finger blood pressure variability spectrum; “пАДС max” – maximal digital systolic blood pressure; “HF(СР)%” – relative power (in %) of HF range in heart rate variability spectrum; “пАДС размах” – oscillation range of digital systolic blood pressure; “ЧБР” – arterial baro-reflex sensibility; “LF(пАДС)” – power (in mm Hg) of LF range in systolic finger blood pressure variability spectrum; “R-R max” – maximal duration of R-R interval; “HF(пАДС)%” – relative power (in %) of HF range in systolic finger blood pressure variability spectrum; “ЧСС” – heart rate; “пАДС min” – minimal digital systolic blood pressure; “VLF(пАДД)%” – relative power (in %) of VLF range in diastolic finger blood pressure variability spectrum; “пАД пульс.” – pulse digital blood pressure; “HF(СР)” – power (in ms²) of HF range in heart rate variability spectrum; “ТР(пАДД)” – total power of finger blood pressure variability spectrum; “VLF(СР)” – power (in ms²) of VLF range in heart rate variability spectrum; “R-R min” – minimal duration of R-R interval; “LF(пАДД)” – power (in mm Hg) of LF range in diastolic finger blood pressure variability spectrum; “пАДД max” – maximal digital diastolic blood pressure; “пАДДср.” – mean diastolic finger blood pressure; “LF(СР)%” – relative power (in %) of LF range in heart rate variability spectrum; “УО” – stroke volume of the heart.

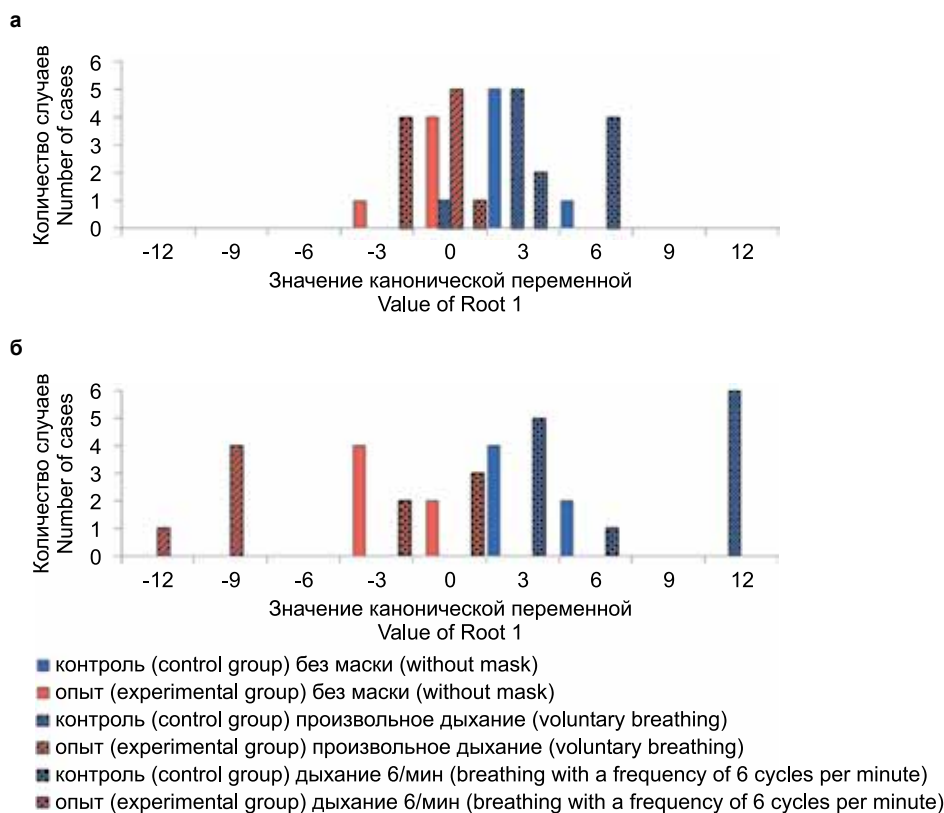


Рис. 2. Распределение индивидуальных значений канонических переменных за временные интервалы 2 (а, опытная группа была в отпуске в тропиках) и 3 (б, опытная группа реакклиматизировалась после отпуска) в трех режимах тестирования кардио-респираторной системы.

Fig. 2. Distribution of individual values of canonical variables for time intervals 2 (a, experimental group was on vacations in the tropics) and 3 (б, experimental group was reacclimatizing after vacations) in three modes of cardio-respiratory system testing.

деятельностью. Однако физиологические механизмы данного процесса не ясны.

Ранее нами было показано, что фототерапия в синем диапазоне, проведенная с применением БАСИ, вызывает изменения показателей кардио-респираторной системы в динамике адаптации к высокоширотной морской экспедиции [4]. Однако в цитируемом исследовании выявленные сдвиги сопровождались изменениями (на уровне тенденции) к улучшению показателей психологической самооценки по опроснику САН (самочувствие, активность, настроение).

Мы продолжили эксперимент и провели анализ динамики функционального состояния еще на 2 временных интервалах – за время отпуска в тропических странах и в период реакклиматизации к условиям средней полосы России. Обнаружено, что на данных отрезках времени статистически значимые различия между опытной и контрольной группой выявляются во всех условиях тестирования – как в покое, так и при выполнении нагрузочных проб (табл. 2, рис. 2).

Естественно, что среди факторов, повлиявших на различия между группами на этих временных интервалах, основное влияние оказали изменения климатических условий, режима работы/отдыха и уровня физической активности. Однако усиление различий индивидуальных значений канонических переменных на интервале 3 (рис. 2, б) может свидетельствовать о накопительном эффекте проводимого воздействия синим светом.

Заключение

Проведенное динамическое исследование показателей кардио-респираторной системы показало, что под воздействием месячного курса профилактической фототерапии в синем диапазоне спектра происходят изменения функционального состояния этой системы организма, достигающие уровня статистической значимости при выполнении нагрузочных проб, что можно расценить как ответ организма человека на длительное контактное воздействие малых доз синего света.

Полученные данные дают основания полагать, что сеансы профилактической фототерапии синим светом способствуют нормализации состояния кардио-респираторной системы, активации функциональных резервов организма человека при адаптации к климатогеографическим факторам и напряженной физической деятельности.

Литература

1. Карандашов В.И., Петухов Е.Б., Зродников В.С. Квантовая терапия. – М.: Медицина, 2004. – 350 с.
2. Карандашов В.И., Палеев Н.Р., Петухов Е.Б., Джулини Г. Лечение синим светом. – М.: Техника молодежи, 2009. – 48 с.
3. Карандашов В.И. Особенности оптического излучения в синем диапазоне спектра и перспективы его использования в практической медицине // *Лазерная медицина*. – 2013. – Т. 17. – Вып. 3. – С. 49–55.
4. Карганов М.Ю., Панкова Н.Б., Карандашов В.И. и др. Эффекты профилактической фототерапии в синем диапазоне спектра в условиях высокоширотной морской экспедиции // *Лазерная медицина*. – 2018. – Т. 22. – Вып. 1. – С. 38–43.

5. Панкова Н.Б., Архипова Е.Н., Алчинова И.Б. и др. Сравнительный анализ методов экспресс-оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы // *Вестник восстановительной медицины*. – 2011. – № 6 (46). – С. 60–63.
6. Панкова Н.Б., Лебедева М.А., Курнешова Л.Е. и др. Спироартериокардиография – новый метод изучения состояния сердечно-сосудистой системы // *Патогенез*. – 2003. – Т. 1. – № 2. – С. 84–88.
7. Beltrame T., Ferraresi C., Parizotto N.A. et al. Light-emitting diode therapy (photobiomodulation) effects on oxygen uptake and cardiac output dynamics during moderate exercise transitions: a randomized, crossover, double-blind, and placebo-controlled study. *Lasers Med. Sci.* 2018; 33 (5): 1065–1071. doi: 10.1007/s10103-018-2473-1.
8. Heiskanen V., Hamblin M.R. Photobiomodulation: lasers vs. light emitting diodes? *Photochem. Photobiol. Sci.* 2018; 17 (8) 1003–1017. doi: 10.1039/c8pp90049c.
9. Lazzerini Osprei L., Prusky G., Hattar S. Mood, the Circadian System, and Melanopsin Retinal Ganglion Cells. *Annu. Rev. Neurosci.* 2017; 40: 539–556. doi: 10.1146/annurev-neuro-072116-031324.
10. Katz G. Set Lag and psychotic disorders. *Cur Psychiatry. Rep.* 2011; 13 (3): 187–192. doi: 10.1007/s11920-011-0192-4.
11. Reid K.S., Abbott S.M. Set Lag and shift work disorder. *Sleep Med. Clin.* 2015; 10 (4): 523–535. doi: 10.1016/j.jsmc.2015.08.006.
12. Senger H. Blue Light Responses: phenomena and occurrence in plant and microorganisms. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 1987. VI – 167 p. VII – 180 p.
3. Karandashov V.I. Features of optical radiation in the blue range of spectrum and the prospects for its use in practical medicine. *Lasernaya medicina*. 2013; 17 (3): 49–55. [In Russ.].
4. Karganov M.Yu., Pankova N.B., Karandashov V.I. et al. Effects of preventive phototherapy in the blue range of spectrum in the high-latitude sea expedition. *Lasernaya medicina*. 2018; 22 (1): 38–43. [In Russ.].
5. Pankova N.B., Arkhipova E.N., Alchinova I.B. et al. Comparative analysis of methods for rapid assessment of the functional state of cardiovascular system. *Vestnik vosstanovitel'noy meditsiny*. 2011; 6 (46): 60–63. [In Russ.].
6. Pankova N.B., Lebedeva M.A., Kurneshova L.E. et al. Spiroarteriocardiorhythmography – a new technique for studying the cardiovascular system. *Patogenez*. 2003; 1 (2): 84–88. [In Russ.].
7. Beltrame T., Ferraresi C., Parizotto N.A. et al. Light-emitting diode therapy (photobiomodulation) effects at oxygen uptake and cardiac output dynamics during moderate exercise transitions: a randomized, crossover, double-blind, and placebo-controlled study. *Lasers Med. Sci.* 2018; 33 (5): 1065–1071. doi: 10.1007/s10103-018-2473-1.
8. Heiskanen V., Hamblin M.R. Photobiomodulation: lasers vs. light emitting diodes? *Photochem. Photobiol. Sci.* 2018; 17 (8): 1003–1017. doi: 10.1039/c8pp90049c.
9. Lazzerini Osprei L., Prusky G., Hattar S. Mood, the Circadian System, and Melanopsin Retinal Ganglion Cells. *Annu. Rev. Neurosci.* 2017; 40: 539–556. doi: 10.1146/annurev-neuro-072116-031324.
10. Katz G. Set Lag and psychotic disorders. *Cur Psychiatry. Rep.* 2011; 13 (3): 187–192. doi: 10.1007/s11920-011-0192-4.
11. Reid K.S., Abbott S.M. Set Lag and shift work disorder. *Sleep Med. Clin.* 2015; 10 (4): 523–535. doi: 10.1016/j.jsmc.2015.08.006.
12. Senger H. Blue Light Responses: phenomena and occurrence in plant and microorganisms. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 1987. VI – 167 p. VII – 180 p.

References

1. Karandashov V.I., Petukhov E.B., Zrodnikov V.S. Quantum therapy. M.: Meditsina, 2004: 350. [In Russ.].
2. Karandashov V.I., Paleev N.R., Petukhov E.B., Dzhulini G. Blue light treatment. M.: Tekhnika molodyozhi, 2009: 48. [In Russ.].

УДК 616.36-008.5:616.37-002: 615.849.19

ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ В КОРРЕКЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СТАТУСА ПЕЧЕНИ ПРИ ТЯЖЕЛОЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЖЕЛТУХЕ ПАНКРЕАТОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

А.П. Власов, Н.С. Шейранов, О.В. Маркин, Ш.С. Аль-Кубайси,
М.А. Спирина, И.А. Чигакова, В.С. Кузнецов, Д.С. Мохаммед

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский «Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева», Саранск, Россия

Резюме

Целью исследования было изучить эффективность лазеротерапии в коррекции печеночной энцефалопатии при тяжелой механической желтухе панкреатогенного генеза. **Материал и методы.** Проведено исследование 30 пациентов с механической желтухой тяжелой степени панкреатогенного происхождения, которые были разделены на 2 группы: I группа – 15 пациентов, которым была назначена стандартная терапия; II группа – 15 пациентов, которым помимо стандартной терапии дополнительно была назначена лазерная терапия (транскутанное квантовое облучение в проекции кубитальной вены на протяжении 15 минут и в области проекции общих сонных и позвоночных артерий – по 5 минут с каждой из сторон). Обследованы также 10 здоровых лиц, показатели которых приняты за норму. Лазерная терапия проводилась аппаратом «Матрикс» с использованием головки КЛОЗ (излучение длиной волны 635 нм, мощностью 2 мВт; регистрационное удостоверение № ФСР 2007/00589, сертификат соответствия РОСС RU.AB35.D00082). Оценку микроциркуляции (показатель микроциркуляции – ПМ, индекс эффективности микроциркуляции – ИЭМ и показатель шунтирования – ПШ) осуществляли при помощи аппарата доплеровской флоуметрии НПП «Лазма», Россия. Функциональный статус печени оценивали по активности аланинаминотрансферазы (АЛТ), уровню общего билирубина в плазме крови. **Результаты.** Установлено, что при механической желтухе панкреатогенного происхождения поражения печени сопряжены с существенными микроциркуляторными расстройствами, которые регистрируются в первые 8 суток от начала терапии. При включении в комплексное лечение надсосудистого лазерного облучения крови наблюдается сравнительно быстрое восстановление функционального статуса печени, что во многом обусловлено ее способностью корригировать дисмикроциркуляторные сдвиги.

Ключевые слова: лазеротерапия, механическая желтуха, панкреатит.

Для цитирования: Власов А.П., Шейранов Н.С., Маркин О.В., Аль-Кубайси Ш.С., Спирина М.А., Чигакова И.А., Кузнецов В.С., Мохаммед Д.С. Лазерная терапия в коррекции функционального статуса печени при тяжелой механической желтухе панкреатогенного происхождения // *Лазерная медицина*. – 2019. – Т. 23. – Вып. 3. – С. 15–20.

Контакты: Власов А.П., e-mail: vap.61@yandex.ru

LASER THERAPY IN THE CORRECTION OF LIVER FUNCTIONAL STATUS IN PATIENTS WITH SEVERE MECHANICAL JAUNDICE OF PANCREATIC ORIGIN

Vlasov A.P., Sheyranov N.S., Markin O.V., Al-Kubaisi Sh.S., Spirina M.A., Chigakova I.A., Kuznetsov V.S., Mohammed D.S.

National Research Ogarev Mordovia State University, Medical Institute, Saransk, Russia

Abstract

Purpose: To study the effectiveness of laser therapy in the correction of hepatic encephalopathy in severe mechanical jaundice of pancreatogenic origin. **Material and methods.** 30 patients with severe mechanical jaundice of pancreatogenic origin were taken into the study and divided into two groups: Group 1 – 15 patients who had standard therapy; Group 2 – 15 patients who had standard therapy plus laser therapy (transcutaneous quantum irradiation in the projection of the cubital vein for 15 minutes and in the projection of common carotid and vertebral arteries for 5 minutes on each side). 10 healthy individuals were taken as controls. For laser therapy, laser device “Matrix” with KLOS head was used (wavelength 635 nm, power 2 mW; registration certificate No. FSR 2007/00589, certificate of conformity ROSS RU.AV35.D00082). Assessment of microcirculation (microcirculation index – MI, index of microcirculation efficiency – IME and bypass rate – BR) was made using Doppler flowmeter (Ltd “Lazma”, Russia) findings. Liver functional status was assessed by the activity of alanine aminotransferase (ALT) and by the level of total bilirubin in blood plasma. **Results.** As it has been found out, in case of obstructive jaundice of pancreatogenic origin, liver damage is associated with significant microcirculatory disorders which are recorded on the first 8 days since therapy starts. If to include subvascular laser irradiation of blood into the complex treatment, one can have a relatively rapid restoration of liver functional status what can be explained by the ability of the discussed laser therapy technique to correct microcirculatory shifts.

Keywords: laser therapy, obstructive jaundice, pancreatitis.

For citations: Vlasov A.P., Sheyranov N.S., Markin O.V., Al-Kubaisi Sh.S., Spirina M.A., Chigakova I.A., Kuznetsov V.S., Mohammed D.S. Laser therapy in the correction of liver functional status in patients with severe mechanical jaundice of pancreatic origin. *Lasernaya Medicina*. 2019; 23 (3): 15–20. [In Russ.].

For contacts: Vlasov A.P., e-mail: vap.61@yandex.ru

Введение

Рост числа больных в неотложной хирургии с осложнением в виде механической желтухи (МЖ) вызывает много диагностических, лечебно-тактических и технических проблем, затрудняющих выбор оптимальной лечебной тактики [13]. При анализе литературных источников отмечено, что в течение последних 10 лет выявлено увеличение частоты встречаемости механической желтухи при остром панкреатите почти в 2 раза [1]. Следует подчеркнуть, что желтухой страдают лица трудоспособного возраста, что делает поиски успешного лечения данного синдрома особенно важными [7].

При МЖ возникает быстрое прогрессирование морфофункциональных изменений в печени на фоне нарастающей интоксикации, сочетающейся с гемодинамическими и гемореологическими расстройствами, нарушениями микроциркуляции [16]. Интегральным моментом, предопределяющим развитие патофизиологических и биохимических нарушений в органе и в организме в целом, являются функциональные, а в последующем – структурные изменения мембран клеток печени [3]. В условиях гипоксии, ацидоза и фокальной недостаточности энергии, развивающихся при данном заболевании, возможна резкая интенсификация в клетках печени процессов перекисного окисления липидов [8]. В последующем повреждение биомембран клеток под действием продуктов перекисного окисления липидов, уменьшение мембранного потенциала клеток, освобождение тканевого тромбопластина приводят к опосредованному фосфолипазой росту концентрации фактора активации тромбоцитов и гиперкоагуляции [11].

Формирующаяся при механической желтухе печеночная недостаточность приводит к системным микроциркуляторным нарушениям, во многом определяющим тяжесть состояния пациента и исход заболевания [4]. Одним из проявлений функциональной депрессии органа

является эндогенная интоксикация, которая обуславливает поражение других органов и систем организма [6]. Эндотоксемия приводит к дальнейшему ухудшению микроциркуляции и замыкает порочный круг патогенеза [9]. Гипоксия смешанного типа, сопровождающая эндогенную интоксикацию, приводит к некрозу печеночных клеток, что проявляется функциональной депрессией органа [15].

Безусловно, результативность лечения данных пациентов не может быть эффективной без своевременной коррекции указанных расстройств. Из большого арсенала средств, обладающих способностью устранять возможные нарушения, стоит уделить внимание лазерной терапии, применение которой в лечении многих заболеваний приводит к хорошим результатам [14].

Лазерное облучение крови обладает рядом положительных эффектов: нормализация сосудистой проницаемости, эндотелиопротекторное действие, уменьшение гиперкоагуляции, снижение вязкости крови, а также ускорение пролиферации гепатоцитов и др. [5]. Следствием вышеуказанных эффектов лазеротерапии является существенное улучшение микроциркуляции, что позволяет повысить эффективность терапии [17]. Однако эффекты влияния лазерной терапии при механической желтухе панкреатогенного происхождения не изучены. Между тем такого рода заболевание отличается большими проявлениями расстройств гомеостаза.

Цель нашего исследования – изучить эффективность лазеротерапии в коррекции печеночной энцефалопатии при тяжелой механической желтухе панкреатогенного генеза.

Материал и методы

Проведено клиническое исследование 30 пациентов с механической желтухой панкреатогенного происхождения, которые были разделены на 2 группы: I – группа

контроля ($n = 15$) – механическая желтуха тяжелой степени на фоне стандартной терапии; II – исследуемая группа ($n = 15$) – аналогична первой группе, но дополнительно со стандартной терапией назначена лазерная терапия.

Пациенты рандомизированы по клинико-лабораторно-инструментальным показателям. Оценка тяжести больных определена по классификации В.Д. Федорова и др. [10] и шкале АРАСНЕ II [12]. Установлено, что количество баллов больных первой группы составило $12,6 \pm 0,91$, а второй группы – $13,4 \pm 1,12$. Согласно литературным данным, если количество баллов превышает 9, то патология причисляется к тяжелой форме [12]. Возраст пациентов составил $55,7 \pm 3,58$ года, мужчин было 18 (60,0%), женщин – 12 (40,0%).

Критериями включения пациентов в исследование были: возраст от 25 до 65 лет; наличие клинических, лабораторных и инструментальных данных болезни; длительность заболевания не более 72 часов на момент поступления. Критериями исключения являлись: возраст старше 65 лет и моложе 25 лет; длительность заболевания более 72 часов; проведение хирургических вмешательств; наличие тяжелой сопутствующей патологии. Контрольные сроки наблюдения – 1, 3, 5, 8-е сутки.

Всем пациентам проведено стандартное лечение, в которое включили инфузионный, дезинтоксикационный, спазмолитический, симптоматический компоненты. В основной группе пациентам кроме указанной терапии проводили и транскутанное квантовое облучение в проекции кубитальной вены на протяжении 15 минут и в области проекции общих сонных и позвоночных артерий – по 5 минут с каждой из сторон, для чего использовали аппарат «Матрикс», головка КЛОЗ (излучение длиной волны 635 нм, мощностью 2 мВт (регистрационное удостоверение № ФСР 2007/00589, сертификат соответствия РОСС RU.AB35.Д00082).

Обследованы 10 здоровых лиц, показатели которых приняты за норму.

Состояние микроциркуляции оценивали по значениям показателей, определенных при помощи аппарата доплеровской флоуметрии (НПП «Лазма», Россия): показатель микроциркуляции – ПМ, индекс эффективности

микроциркуляции – ИЭМ и показатель шунтирования – ПШ. Оценку микроциркуляции проводили в спокойной обстановке в точке VB-18, локализованной на меридиане желчного пузыря в течение 7–10 минут. Функциональный статус печени оценивали по активности аланин-аминотрансферазы (АЛТ), уровню общего билирубина в плазме крови.

Статистическая обработка проводилась с помощью программы Statistics 7.0. Достоверность вычислялась согласно критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Установлено, что в ранние сроки наблюдения механическая желтуха на фоне острого панкреатита сопровождалась существенным нарушением микроциркуляции спастического и гиперемического характера в виде снижения микроциркуляторной перфузии, амплитуды сосуда и скорости кровеносного кровотока, с одной стороны, и существенной печеночной дисфункцией – с другой. Установленные отклонения показателей, безусловно, могут играть важную роль в прогрессировании заболевания и развитии осложнений [2]. В табл. 1 представлена динамика микроциркуляции у пациентов контрольной и исследуемой групп в процессе лечения.

В первые сутки значение ПМ, отражающее среднее арифметическое значение и характеризующее повышение или снижение перфузии, при МЖ на фоне традиционной терапии снижалось на 57,3% ($p < 0,05$). В последующих этапах периода наблюдения (3, 5 и 8 суток) показатель ПМ повышался незначительно и оставался ниже нормального уровня на 46,5, 34,3 и 15,5% ($p < 0,05$) соответственно.

При анализе динамики ИЭМ, характеризующего соотношение пассивных и активных механизмов регуляции микроциркуляции, установлено уменьшение его величины в первые трое суток на 71,2 и 62,8% ($p < 0,05$) соответственно. К 5-м и 8-м суткам на фоне применения традиционного лечения ИЭМ увеличивался незначительно и был ниже нормы на 53,0 и 37,1% ($p < 0,05$) соответственно.

Таблица 1

Динамика показателей микроциркуляции при тяжелой механической желтухе у пациентов I (стандартная терапия) и II (стандартная терапия + лазерная терапия) групп в процессе лечения

Table 1

Dynamics of microcirculation parameters in severe mechanical jaundice in patients from Group 1 (standard therapy) and Group 2 (standard therapy + laser therapy)

Показатель Parameter	Норма ($n = 10$) Norm	Группы исследования Study groups	Период наблюдения, сутки Monitoring period, day			
			1	3	5	8
ПМ, пф. ед. MI, pf. units	$6,12 \pm 0,53$	I ($n = 15$)	$2,61 \pm 0,45^*$	$3,27 \pm 0,81^*$	$4,02 \pm 0,71^*$	$5,17 \pm 0,68^*$
		II ($n = 15$)	$3,05 \pm 0,53^*$	$4,46 \pm 0,41^{**}$	$5,48 \pm 0,45^{**}$	$6,05 \pm 0,52^{**}$
ИЭМ, у. е. IME, cond. units.	$1,32 \pm 0,22$	I ($n = 15$)	$0,38 \pm 0,05^*$	$0,49 \pm 0,07^*$	$0,62 \pm 0,09^*$	$0,83 \pm 0,11^*$
		II ($n = 15$)	$0,42 \pm 0,09^*$	$0,68 \pm 0,10^{**}$	$0,99 \pm 0,12^{**}$	$1,29 \pm 0,16^{**}$
ПШ, у. е. BR, cond. units	$1,14 \pm 0,13$	I ($n = 15$)	$1,73 \pm 0,19^*$	$1,62 \pm 0,15^*$	$1,49 \pm 0,14^*$	$1,31 \pm 0,11^*$
		II ($n = 15$)	$1,69 \pm 0,20^*$	$1,41 \pm 0,17^{**}$	$1,28 \pm 0,15^{**}$	$1,15 \pm 0,13^{**}$

Примечание. ПМ – показатель микроциркуляции; ИЭМ – индекс эффективности микроциркуляции; ПШ – показатель шунтирования; * – достоверность отличия от данных нормы при $p < 0,05$; ** – достоверность отличия от данных первой группы при $p < 0,05$.

Note. MI – microcirculation index; IME – index of microcirculation efficiency; BR – bypass rate; * – reliability of difference from the norm in $p < 0,05$; ** – reliability of differences from the data of the first group in $p < 0,05$.

ПШ, отражающий нейрогенный и миогенный тонус сосуда, у больных группы сравнения на фоне проведенной стандартной терапии был увеличен на всех этапах наблюдения на 30,7–51,7 ($p < 0,05$).

Таким образом, возникшие гемодинамические расстройства у больных МЖ панкреатогенного происхождения весьма неблагоприятны, поскольку приводят к тканевой ишемии, внутрисосудистой агрегации эритроцитов, локальному стазу, что усугубляет сосудистый кровоток и замыкает порочный круг [2]. Подчеркнем, что на фоне применения традиционной терапии указанные дисмикроциркуляторные явления корригировались неполно, что свидетельствует о недостаточности лечебного эффекта и может явиться основой для прогрессирования болезни и развития осложнений.

Включение лазерной терапии в общую схему лечения больных МЖ панкреатогенного происхождения тяжелой степени приводило к существенной эффективности в коррекции выявленных микроциркуляторных нарушений.

Установлено, что на первые сутки у больных механической желтухой тяжелой формы на фоне низкоинтенсивной лазерной терапии зафиксировано сохранение пониженного значения показателя микроциркуляции по сравнению с нормальным уровнем на 50,1% ($p < 0,05$). На 3-и и 5-е сутки показатель возрастал и был ниже нормы лишь на 27,1 и 10,4% ($p < 0,05$) соответственно, а к конечному этапу периода наблюдения (8 суток) – вплотную приближался к норме. Необходимо подчеркнуть, что применение лазеротерапии в ранний период при тяжелой МЖ улучшило гемоперфузию ткани на 16,8–36,3% ($p < 0,05$).

Динамика изменения индекса эффективности микроциркуляции у пациентов исследуемой группы была следующей: на 1-е сутки ИЭМ был ниже нормы на 68,1% ($p < 0,05$), на 3-и – на 24,4% ($p < 0,05$), а на 5-е – на 25,0% ($p < 0,05$). На 8-е сутки уровень данного показателя соответствовал референсным значениям. Отметим, что на фоне лазерной терапии по сравнению с контролем регистрировалось повышение значения ИЭМ на всех сроках наблюдения на 38,7–55,4% ($p < 0,05$). Следовательно, применение квантовой терапии приводило к повышению поступления кислорода и питательных веществ в

ткани за счет влияния как пассивных, так и активных механизмов регуляции микроциркуляции.

На фоне проводимой комплексной терапии механической желтухи после первого сеанса лазеротерапии отмечалось сохранение повышенного показателя шунтирования на 48,2% ($p < 0,05$). На 3-и и 5-е сутки значения данного показателя уменьшались и были больше нормы только на 23,6 и 12,2% ($p < 0,05$) соответственно, а по сравнению с группой сравнения ПШ был выше на 12,9 и 14,0% ($p < 0,05$) соответственно. К концу наблюдения ПШ в данной группе приходил к норме.

Установлено, что тяжелая механическая желтуха в ранний период сопровождалась явлениями нарушения функционального состояния печени, которые могут быть факторами риска прогрессирования патологии и развития осложнений (табл. 2).

В начальные сроки течения МЖ отмечена дисфункция печени, о которой свидетельствовала повышенная активность аланинаминотрансферазы в сыворотке крови у пациентов I группы на 165,8% ($p < 0,05$). Несмотря на проведение традиционного лечения, активность АЛТ в последующие 3, 5 и 8-е сутки превышала норму на 123,6; 77,9 и 47,7% ($p < 0,05$) соответственно.

Применение лазерной терапии у пациентов с тяжелой механической желтухой позволило достоверно снизить АЛТ в плазме крови через 3 суток на 14,8% ($p < 0,05$), на 5-е сутки – на 29,6% ($p < 0,05$), в то же время она оставалась выше нормы на 90,6 и 25,1% ($p < 0,05$) соответственно. К 8-м суткам трансаминазная активность вплотную приближалась к норме.

Содержание общего билирубина в плазме крови у больных группы сравнения превышало нормальный уровень на всех этапах наблюдения в 3,7–7,7 раза ($p < 0,05$), что подтверждает развитие функциональной печеночной недостаточности. Количество данного продукта под действием лазеротерапии снижалось и по сравнению с нормой было повышено в первые 5 суток в 1,4–4,2 раза ($p < 0,05$), а к 8-м суткам соответствовало ее пределам. По сравнению же с группой сравнения его уровень был значительно снижен на всех сроках периода наблюдения на 18,3–71,1% ($p < 0,05$).

Таким образом, полученные результаты показывают, что у больных МЖ панкреатогенного происхождения

Таблица 2

Динамика показателя функционального статуса печени при механической желтухе у пациентов I (стандартная терапия) и II (стандартная терапия + лазерная терапия) групп в процессе лечения

Table 2

Dynamics of parameters of liver functional status in patients with obstructive jaundice from Group 1 (standard therapy) and Group 2 (standard therapy + laser therapy)

Показатель Parameter	Норма (n = 10) Norm	Группы исследования Study groups	Период наблюдения, сутки Monitoring period, day			
			1	3	5	8
АЛТ, ед/л ALT, U/L	25,8 ± 2,67	I (n = 15)	68,6 ± 7,74*	57,7 ± 6,68*	45,9 ± 6,61*	38,1 ± 4,98*
		II (n = 15)	64,4 ± 6,91*	49,2 ± 4,17**	32,3 ± 5,21**	26,8 ± 2,06*
ОБ, мкмоль/л TB, μmol/L	9,6 ± 1,85	I (n = 15)	115,6 ± 6,74*	85,1 ± 5,58*	62,9 ± 6,31*	39,2 ± 4,95*
		II (n = 15)	102,4 ± 5,09**	69,5 ± 4,58**	32,3 ± 5,21**	11,3 ± 1,73**

Примечание. АЛТ – аланинаминотрансфераза; ОБ – общий билирубин; * – достоверность отличия от данных нормы при $p < 0,05$; ** – достоверность отличия от данных первой группы при $p < 0,05$.

Note. ALT – alanine aminotransferase; TB – total bilirubin; * – significant difference from the norm data at $p < 0,05$; ** – significant difference from the data of the first group at $p < 0,05$.

тяжелой степени возникают значительные нарушения гомеостаза. Одним из ключевых звеньев патологии является микроциркуляция, которая подвергается значительной модификации уже с ранних сроков и сопряжена с депрессией функционального статуса печени. Своевременное применение квантового излучения дополнительно к основной терапии позволило сравнительно быстро улучшить микроциркуляцию и восстановить функциональное состояние печени. Заметный положительный эффект комбинированной терапии отмечен с 3-х суток, а к 8-м суткам большинство исследованных показателей вплотную приближалось к норме. Безусловно, этот эффект являлся одним из факторов, препятствующих прогрессированию патологии и развитию осложнений.

Заключение

При механической желтухе панкреатогенного происхождения поражения печени сопряжены с существенными микроциркуляторными расстройствами, которые регистрируются в первые 8 суток от начала терапии.

При включении в комплексное лечение надсосудистого лазерного облучения крови наблюдается сравнительно быстрое восстановление функционального статуса печени.

Таким образом, представляется рациональным и патогенетически обоснованным применение лазеротерапии в составе комплексного лечения механической желтухи панкреатогенного происхождения с целью уменьшения выраженности печеночной дисфункции.

Литература

1. Бурдули Н.М., Крифариди А.С., Гутнова С.К. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на микроциркуляторные нарушения у больных хроническими вирусными гепатитами // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2015. – Т. 92. – № 4. – С. 25–29.
2. Власов А.П., Трофимов В.А., Аль-Кубайси Ш.С. и др. Факторы прогрессирования острого панкреатита // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 5. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28045>.
3. Дябкин Е.В. Изменения специфических показателей крови у больных механической желтухой // Наука и образование: новое время. – 2017. – № 6 (23). – С. 237–239.
4. Макарова М.А., Баранова И.А. Дифференциальный диагноз гепатологических синдромов в практике врача первичного звена // Гастроэнтерология. Приложение к журналу «Consilium Medicum». – 2017. – № 2. – С. 69–73.
5. Масюк Д.М., Котик Д.М., Козлов В.Г. Этиология синдрома механической желтухи у пациентов с холецистэктомией в анамнезе // Молодой ученый. – 2017. – № 47 (181). – С. 181–184.
6. Пахомова Р.А., Кочетова Л.В. Клинические проявления механической желтухи и печеночной недостаточности в зависимости от степени тяжести механической желтухи доброкачественного генеза // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 6. – С. 47.
7. Попов А.Ю., Барышев А.Г., Быков М.И. и др. Анализ результатов мини-инвазивной декомпрессии желчевыводящих путей при механической желтухе // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2018. – № 12. – С. 50–56.
8. Стяжкина С.Н., Истеева А.Р., Короткова К.А. и др. Актуальные проблемы механической желтухи в хирургии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 7-3. – С. 427–430.

9. Усмонов У.Д., Нишанов Ф.Н., Максименков А.В. и др. Энтеросорбция, антиоксидантная терапия и внутривенное лазерное облучение крови в комплексном лечении механической желтухи неопухового генеза // Лазерная медицина. – 2011. – Т. 15. – № 1. – С. 19–25.
10. Федоров В.Д., Вишневский В.А., Кубышкин В.А. Хирургическое лечение рака общего желчного протока // Кремлевская медицина. – 2000. – № 2. – С. 13–17.
11. Шахназарян Н.Г., Айдемиров А.Н., Вафин А.З. и др. Способ прогнозирования течения механической желтухи различного генеза // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2018. – Т. 13. – № 2. – С. 370–373.
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/isls.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.

References

1. Burduli N.M., Krifaridi A.S., Gutnova S.K. Effects of low-intensity laser irradiation on microcirculatory disorders in patients with chronic viral hepatitis. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury.* 2015; 92 (4): 25–29. [In Russ.].
2. Vlasov A.P., Trofimov V.A., Al-Kubaisi Sh.S. et al. Factors of progression of acute pancreatitis. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya.* 2018; 5. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=28045>. [In Russ.].
3. Dyabkin E.V. Changes in specific blood parameters in patients with mechanical jaundice. *Nauka i obrazovaniye: novoye vremya.* 2017; 6 (23): 237–239. [In Russ.].
4. Makarova M.A., Baranova I.A. Differential diagnosis of hepatological syndromes in the practice of a primary care physician. *Gastroenterologiya. Prilozheniye k zhurnal "Consilium Medicum".* 2017; 2: 69–73. [In Russ.].
5. Masyuk D.M., Kotik D.M., Kozlov V.G. Etiology of mechanical jaundice syndrome in patients with a history of cholecystectomy. *Molodoy uchenyy.* 2017; 47 (181): 181–184. [In Russ.].
6. Pakhomova R.A., Kochetova L.V. Clinical manifestations of obstructive jaundice and hepatic insufficiency depending on the severity of obstructive jaundice of benign genesis. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya.* 2017; 6: 47. [In Russ.].
7. Popov A.Yu., Baryshev A.G., Bykov M.I. et al. Analysis of outcomes after minimally invasive decompression of biliary tract in obstructive jaundice. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova.* 2018; 12: 50–56. [In Russ.].
8. Styazhkina S.N., Isteyeva A.R., Korotkova K.A. et al. Actual problems of obstructive jaundice in surgery. *Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy.* 2016; 7-3: 427–430. [In Russ.].
9. Usmonov U.D., Nishanov F.N., Maksimenkov A.V. et al. Enterosorption, antioxidant therapy and intravenous laser irradiation of blood

- 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., Kubyshev V.A. Surgical treatment for common bile duct cancer. *Kremlevskaya meditsina*. 2000; 2: 13–17. [In Russ.].
 11. Shakhmazarov 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-Ataby 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/islm.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 ($M \pm m$). 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 $\pm$ 0,85	13,04 $\pm$ 1,15	$p < 0,05$	10,48 $\pm$ 0,83
Уровень колебаний тканевого кровотока (флакс, перф. ед.) Fluctuations in tissue blood flow (flax, perf. units)	1,60 $\pm$ 0,14	2,41 $\pm$ 0,30	$p < 0,05$	1,84 $\pm$ 0,24
Сатурация кислорода крови (SO ₂ , %) Blood oxygen saturation (SO ₂ , %)	81,5 $\pm$ 1,81	76,0 $\pm$ 1,59	$p < 0,05$	82,0 $\pm$ 1,73
Удельное потребление кислорода тканями (U, стандартные единицы) Specific oxygen consumption by tissues (U, standard units)	1,53 $\pm$ 0,04	1,62 $\pm$ 0,04	$p < 0,05$	1,50 $\pm$ 0,03
Амплитуда колебания эндотелиоцитов (Аэ, перф. ед.) Amplitude of oscillations of endotheliocytes (Ae, perf. units)	15,01 $\pm$ 1,47	19,55 $\pm$ 1,84	$p < 0,05$	14,68 $\pm$ 1,49
Амплитуда нейрогенных колебаний (Ан, перф. ед.) Amplitude of neurogenic fluctuations (An, perf. units)	14,71 $\pm$ 1,32	17,11 $\pm$ 1,66	$p > 0,05$	14,17 $\pm$ 1,51
Амплитуда миогенных колебаний (Ам, перф. ед.) Amplitude of myogenic oscillations (Am, perf. units)	10,88 $\pm$ 0,85	14,69 $\pm$ 1,25	$p < 0,05$	11,24 $\pm$ 1,00
Амплитуда дыхательных колебаний (Ад, перф. ед.) Amplitude of respiratory vibrations (Ar, perf. units)	5,27 $\pm$ 0,24	3,86 $\pm$ 0,23	$p < 0,05$	6,07 $\pm$ 0,37
Амплитуда сердечных колебаний (Ас, перф. ед.) Amplitude of cardiac oscillations (Ac, perf. units)	6,39 $\pm$ 0,88	8,39 $\pm$ 1,25	$p > 0,05$	7,19 $\pm$ 0,94
Интенсивность спектра флуоресценции восстановленной формы никотинамидениндинуклеотида (НАДН, усл. ед.) Intensity of fluorescence spectrum of the reduced form of nicotinamide adenine dinucleotide (NADH, cond. units)	3,06 $\pm$ 0,05	2,95 $\pm$ 0,04	$p > 0,05$	2,98 $\pm$ 0,04
Интенсивность окисленной формы флавинадениндинуклеотида (ФАД, усл. ед.) Intensity of oxidized form of flavinadenindinucleotide (FAD, cond. units)	0,91 $\pm$ 0,02	1,33 $\pm$ 0,03	$p < 0,05$	0,93 $\pm$ 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 $\pm$ 0,03	0,44 $\pm$ 0,05	$p < 0,05$	0,32 $\pm$ 0,03

Таблица 2Показатели велоэргометрии и оксиспирометрии легкоатлетов в ходе эксперимента ($M \pm m$)**Table 2**Findings of bicycle ergometry and oxispirometry in athletes during the experiment ($M \pm m$)

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 $\pm$ 2,08	190,73 $\pm$ 4,80	885,71 $\pm$ 41,75	0,897 $\pm$ 0,019
После НИЛИ After LLLI	60,26 $\pm$ 3,42	215,09 $\pm$ 6,71	1060,1 $\pm$ 55,09	0,963 $\pm$ 0,08
Группа сравнения Comparison group	42,07 $\pm$ 1,33	166,33 $\pm$ 3,26	756,65 $\pm$ 43,00	0,800 $\pm$ 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 биостимулирующий 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., Мархольд 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 experimental biology and medicine*. 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., Bessalova 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., Bessalova E.P. 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

SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH ORAL MUCOUS LICHENOID LESIONS USING HIGH-LEVEL LASER LIGHT

Tarasenko S.V., Stepanov M.A., Morozova E.A., Do Phan Ngoc Min

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Sechenovsky University), Moscow, Russia

Abstract

Purpose: To improve the efficiency of surgical treatment of patients with lichenoid lesions of oral mucous using high-level laser light. **Material and methods.** 102 patients (78 women and 24 men) aged 24–81 with erosive-ulcerative and hyperkeratotic form of the lichen planus of the oral mucous were examined and operated. All patients were randomly divided into four groups: in Group 1 (n = 25), lichenoid lesions were excised with Er: YAG laser scalpel in the ablation mode; in Group 2 (n = 23), Nd: YAG laser light was used to ablate the affected areas; in Group 3 (n = 28), patients were operated on with the technique combining Er: YAG and Nd: YAG laser light for ablation and coagulation; in Group 4 (control group) (n = 26) scalpel No 15 C was used. **Results.** Findings of biochemical analyses have shown that patients operated with laser light had less pronounced inflammatory response what can indicate less trauma to tissues. It has been clinically shown that laser surgical technologies in patients with oral mucous lichen planus had a decreased intensity of pain and collateral edema; wound healing process was shorter compared to patients operated on with a scalpel. **Conclusion.** Laser technologies having intraoperative advantages and more favorable postoperative period, if to compare to traditional techniques, improve the effectiveness of surgical treatment, reduce the rate of complications and disease recurrences. As it has also been shown by our trial, that Er: YAG laser is preferable in patients with erosive-ulcerative form of lichen planus, while Nd: YAG laser is preferable in case of damaged mucous membrane till muscle layer; for the hyperkeratotic form, combination of Er: YAG and Nd: YAG lasers is recommended.

Keywords: high-level lasers, Er: YAG laser, Nd: YAG laser, lichen planus, oral mucous, galvanism.

For citations: Tarasenko S.V., Stepanov M.A., Morozova E.A., Do Phan Ngoc Min. Surgical treatment of patients with oral mucous lichenoid lesions using high-level laser light. *Lasernaya medicina*. 2019; 23 (3): 24–31. [In Russ.].

Contacts: Tarasenko S.V., e-mail: prof_tarasenko@rambler.ru

Введение

Диагностика и лечение заболеваний слизистой оболочки рта остается важной проблемой, несмотря на совершенствование методов лечения [15]. Лихеноидные поражения составляют многочисленную группу, в которую включают лихеноидные дерматозы, лихеноидные лекарственные реакции, лихеноидный кератоз, лихеноидный мукозит, красный плоский лишай, многоформную эритему [10, 14, 18].

Среди всех случаев лихеноидных поражений наиболее распространенным является красный плоский лишай слизистой оболочки рта. Красный плоский лишай (КПЛ) является одним из часто встречающихся хронических рецидивирующих заболеваний кожи и слизистой оболочки рта. В большинстве случаев заболевание встречается у женщин старше 50 лет, примерно на 50% чаще, чем у мужчин [9, 14, 17]. Поражение слизистой оболочки рта может быть изолированным симптомом заболевания, сочетаться с поражением кожи и других слизистых оболочек. Одновременные поражения кожи и слизистой оболочки рта КПЛ встречаются у 25% больных, изолированная локализация на СОР у 70–75% пациентов [16].

Необходимо отметить, что растет количество пациентов, резистентных к консервативной терапии до 10% случаев; стали регистрироваться редко встречающиеся и трудно диагностируемые его формы. В полости рта у пациентов при КПЛ слизистая оболочка чаще всего поражается в области щек, языка и губ [5] в сочетании с проявлениями в области кожи в 15% случаев. Частота злокачественной трансформации варьирует от 0,4% и более 5% в течение периода наблюдения от 0,5 года до 20 лет, при этом почти у всех больных с атрофической и эрозивной формой заболевания развивается рак [3, 7, 8].

КПЛ – хроническое воспалительно-дистрофическое заболевание, поражающее кожные покровы и слизистые оболочки [6, 7, 9]. В настоящее время данная нозология рассматривается как мультифакторное заболевание,

существенную роль в развитии которого играют нейрогенный механизм (стресс), эндокринные нарушения, вирусные агенты (например, вирус папилломы человека), аутоиммунный фактор [1, 3, 12, 19]. Вирусная инфекция изменяет эпителициты, которые становятся антигенными стимуляторами, индуцирующими продукцию антител, что вызывает развитие аутоиммунных реакций [6, 13]. На этом фоне происходит повреждение базальной мембраны, вакуольная дегенерация, затем клеточная инфильтрация базальных клеток [6]. Кроме того, лихеноидные поражения могут протекать на фоне вируса Эпштейна–Барр, ЦМВ, герпесвирусной инфекции, особенно вируса герпеса 16-го, 18-го типов, в этом случае отмечается большая вероятность озлокачествления плоского лишая.

В развитии заболевания также немаловажную роль отводят возрасту и полу пациентов, наличию вредных привычек, таких как курение, употребление чрезмерно горячей и острой пищи [11].

Необходимо отметить и такой предрасполагающий фактор, приводящий к развитию плоского лишая полости рта, как гальванизм, который возникает у пациентов при наличии в полости рта разнородных металлических включений и индуцированных ими гальванических токов. Для синдрома гальванизма, как правило, характерно 3 компонента: присутствие в полости рта, а также других частях тела тяжелых металлов; наличие в полости рта (свыше трех месяцев) повышенных гальванических токов (от 150 мВ и выше); наличие объективных и субъективных патологических симптомов, характерных для хронических воспалительных процессов [2].

Ввиду хронического течения плоского лишая лечение должно быть комплексным, необходим персонализированный подход в лечении данной категории пациентов, с использованием современных методик и лекарственных средств. Необходимо устранить факторы риска развития заболевания путем назначения щадящей диеты, отказа

пациента от вредных привычек, проводить лечение сопутствующих заболеваний, санацию хронических очагов инфекции [5, 11]. Медикаментозное лечение включает: седативные препараты, антигистаминные средства, препараты интерферонового ряда, иммунокорректоры, гомеопатические препараты антигомотоксического действия, антиоксидантные средства, системные кортикостероидные препараты.

Наряду с консервативной терапией при длительном отсутствии клинического эффекта проводят хирургическое лечение – иссечение участков пораженной слизистой оболочки [7]. При иссечении пораженной слизистой оболочки скальпелем затруднен обзор операционного поля из-за кровотечения, при этом невозможно создать антисептические условия в операционной ране. При обширном поражении слизистой оболочки послеоперационную рану закрывают йодоформным тампоном, который фиксируют швами, что доставляет неудобства пациенту в послеоперационном периоде, затрудняя речь и прием пищи. В результате вторичного заживления послеоперационной раны формируются грубые рубцы на слизистой оболочке, вызывая функциональные и эстетические нарушения.

На сегодняшний день при хирургическом лечении поражений слизистой оболочки рта все чаще применяются высокоинтенсивные лазеры [4, 13]. Лазерное излучение способствует снижению операционной травмы, селективному воздействию на патологические ткани, коагуляции сосудов раневой поверхности и краев раны, обеспечивая хороший гемостаз по ходу разреза, а в послеоперационном периоде позволяет уменьшить лимфоидную инфильтрацию в подлежащие ткани, обладает местным иммуностимулирующим эффектом. Пациенты не испытывают дискомфорта, боли, не возникает отека, сокращаются сроки реабилитации [4, 6, 7, 13]. Представляет интерес исследование возможности применения эрбиевого и неодимового лазера при хирургическом лечении пациентов с КПЛ слизистой оболочки рта.

Цель исследования – повышение эффективности хирургического лечения пациентов с лихеноидными поражениями слизистой оболочки рта путем применения высокоинтенсивных лазеров.

Материал и методы

Нами проведено хирургическое лечение 102 (100%) пациентов с КПЛ слизистой оболочки рта: с эрозивно-язвенной формой – 45 (44,1%) пациентов и гиперкератотической формой – 57 (55,9%) пациентов. Из них женщин – 78 (76,5%), а мужчин – 24 (23,5%). У обратившихся за хирургической помощью пациентов, по данным обследования, было выявлено наличие очагов гиперкератоза и долго не заживающих эрозий, площадь поражения слизистой оболочки варьировала от 1 до 10 см², длительность заболевания составляла от 3 месяцев до 5 лет. Все пациенты до хирургического лечения наблюдались врачом дерматологом, врачом стоматологом-терапевтом, а также врачами общей практики в соответствии с сопутствующей патологией. Пациентам с КПЛ проводили комплексное лечение, которое включало десенсибилизирующую, противовоспалительную,

иммунокорректирующую терапию. При отсутствии эффекта консервативной терапии проводили хирургическое лечение с помощью Er:YAG-лазера с длиной волны 2940 нм, Nd:YAG-лазера с длиной волны 1064 нм, а также скальпелем с лезвием № 15 С.

Пациенты с КПЛ слизистой оболочки рта методом случайной выборки были распределены на четыре группы исследования:

- в 1-й группе – 25 пациентов (24,5%) – участки поражений иссекали излучением Er:YAG-лазера в режиме абляции;
- во 2-й группе – 23 пациента (22,5%) – для иссечения пораженных участков применяли излучение Nd:YAG-лазера в режиме абляции;
- пациентам 3-й группы в количестве 28 человек (27,5%) операцию проводили сочетанным применением излучений Er:YAG и Nd:YAG-лазеров в режиме абляции и коагуляции;
- в 4-й группе (контрольная группа) – 26 пациентов (25,5%) – операции проводили традиционным хирургическим методом с применением скальпеля № 15 С.

Формирование коагуляционного слоя с помощью Er:YAG-лазера проводили расфокусированным лучом на расстоянии 0,5 см от раневой поверхности в режиме very short (короткие импульсы – 230 мкс) с энергией 150 мДж, частотой 10 Гц без водно-воздушного спрея.

Коагуляционный слой Nd:YAG-лазером формировали расфокусированным лазерным лучом на расстоянии 1 см от раневой поверхности с энергией 60 мДж, частотой повторения импульса 50 Гц, время экспозиции составляло 15 с на 1 см².

Пациентам было проведено комплексное обследование, которое кроме стандартного стоматологического обследования включало: люминесцентную диагностику в лучах лампы Вуда с помощью люминесцентного прибора «ОЛДД-01» (Россия) (здоровая кожа и слизистая оболочка светятся светло-синим и фиолетовым светом, а очаги гиперкератозов кожи и слизистой оболочки при лихеноидных поражениях обретают белесоватое свечение, что свидетельствует о воспалительном процессе в тканях); определение электрохимических потенциалов полости рта (использовали милливольтметр постоянного тока с высоким входным сопротивлением (более 20 МОм), чувствительностью выше 200 мВ); лабораторную диагностику (общий анализ крови, коагулограмма, Anti-HBsAg, HCV, Anti-HIV1,2, RPR).

Критериями оценки эффективности хирургического лечения пациентов с КПЛ с помощью высокоинтенсивных лазеров являлись данные клинических и биохимических методов исследования. Количественное определение интерлейкина-1 β (IL-1 β), интерлейкина-6 (IL-6), γ -интерферона (γ -INF) в супернатантах смешанной слюны проводили иммуноферментным твердофазным методом.

Результаты и обсуждение

По данным клинического исследования, наиболее часто пораженные участки на поверхности слизистой оболочки рта локализовались в области языка (n = 60;

59%), несколько реже – в области щек ($n = 27$; 27%), на альвеолярном отростке ($n = 15$; 14%). При исследовании участков поражения слизистой оболочки рта с помощью люминесцентной диагностики у 57 (55,9%) пациентов с гиперкератической формой плоского лишая определялось бело-голубое свечение очагов поражения и у 45 (44,1%) пациентов с эрозивно-язвенной формой плоского лишая определялось коричневое свечение очагов.

Изучение электрохимических показателей выявило значительное превышение токов у 56 (55%) пациентов до 300 мВ, имеющих ортопедические конструкции из разнородных металлов во всех исследуемых группах. После терапевтической санации полости рта и замены ортопедических конструкций из разнородных металлов показатели приближались к норме.

По данным клинических методов исследования, в раннем послеоперационном периоде пациенты 4-й группы, у которых использовали скальпель, испытывали интенсивную боль и отмечали дискомфорт в послеоперационной области в течение 6 суток. После применения Er:YAG-лазера у пациентов 1-й группы степень выраженности боли была минимальной ко вторым суткам. У пациентов 3-й группы, где применяли Er:YAG и Nd:YAG-лазеры, степень выраженности боли также была незначительной, достигая своего минимального значения к 3-м суткам. Пациенты 2-й группы, операцию которым проводили Nd:YAG-лазером, испытывали умеренно выраженный болевой синдром до 5 суток.

Степень выраженности коллатерального отека у пациентов 1-й и 3-й групп исследования была менее выраженной, ко вторым суткам достигала своего максимума; у пациентов 4-й группы при традиционном лечении выраженный коллатеральный отек сохранялся до 6 суток; у пациентов 2-й группы, где оперировали Nd:YAG-лазером, невыраженный коллатеральный отек сохранялся до 5 суток (табл. 1).

После иссечения пораженного участка слизистой оболочки излучением Er:YAG-лазера заживление раны под фибринозным налетом наблюдали на $7,0 \pm 0,5$ сутки, а излучением Nd:YAG-лазера – на $11,0 \pm 0,5$ сутки, Er:YAG и Nd:YAG-лазеров – на $10,0 \pm 0,5$ сутки ($p < 0,05$). При иссечении слизистой оболочки скальпелем заживление происходило под йодоформным тампоном через фазу грануляции в течение $14,0 \pm 0,5$ суток. У пациентов, раны которых были ушиты, эпителизация

наступала раньше, разница сроков в зависимости от способа операции составила $2 \pm 0,5$, в отличие от ран, которые заживали под фибринозной пленкой и под йодоформным тампоном, где разница составила $6 \pm 0,5$ суток ($p < 0,05$).

Низкий уровень выраженности боли и коллатерального отека, скорее всего, обусловлен меньшей травмой операционной области при использовании лазерного излучения по сравнению со скальпелем, а также селективным воздействием лазерного излучения на ткани.

В табл. 2 представлены показатели биохимических методов исследования пациентов, оперированных с помощью лазеров и традиционным способом.

При исследовании содержания IL-1 β в смешанной слюне было выявлено достоверное снижение провоспалительного цитокина у пациентов, оперированных лазерами: наиболее выражено у пациентов 1-й группы, где использовали Er:YAG-лазер (до операции содержание IL-1 β составляло $67,83 \pm 9,63$ пг/л, к 30-м суткам показатель IL-1 β снизился до $11,06 \pm 1,01$ пг/л, $p < 0,05$). У пациентов 4-й группы, напротив, отмечалось повышение уровня IL-1 β до $74,32 \pm 1,32$ пг/л ($p < 0,05$).

При изучении количественного содержания IL-6 в смешанной слюне также было выявлено снижение провоспалительного цитокина у пациентов 1-й и 2-й групп, оперированных лазерами, наиболее выраженное у пациентов первой группы, где оперировали с помощью Er:YAG-лазера: почти в 2,5 раза (до операции содержание IL-6 составляло $20,64 \pm 2,24$ пг/л, к 14-м суткам показатель IL-6 снизился до $10,84 \pm 1,96$ пг/л, $p < 0,05$). У пациентов 4-й группы после традиционного лечения, напротив, на 14-е сутки отмечалось повышение уровня IL-6 до $24,62 \pm 1,22$ пг/л ($p < 0,05$).

Содержание γ -INF у пациентов исследуемых групп в смешанной слюне не превышало $13,94 \pm 1,66$ пг/л, наиболее интенсивно увеличивалось содержание γ -INF при воздействии Nd:YAG: до операции показатель γ -INF в этой группе составлял $3,7 \pm 2,65$ пг/л, к 30-м суткам количество γ -INF увеличилось до $17,20 \pm 2,65$ пг/л ($p < 0,05$). При воздействии Er:YAG-лазера мы также отмечали рост γ -INF почти в 2 раза: до операции показатель γ -INF составлял $7,26 \pm 1,87$ пг/л, к 30-м суткам количество γ -INF увеличилось до $14,94 \pm 2,42$ пг/л ($p < 0,05$). У пациентов, оперированных по традиционной методике, отмечался выраженный подъем показателей γ -INF к 14-м суткам (до

Таблица 1

Характеристика течения послеоперационного периода

Table 1

Characteristics of postoperative course

Группы Groups	Болевой синдром Pain syndrome				Коллатеральный отек Collateral oedema				Сроки эпителизации без швов Terms of epithelialization without sutures	Сроки эпителизации ушитой раны Terms of epithelisation of sutured wounds
	1 сут 1 day	3 сут 3 day	5 сут 5 day	7 сут 7 day	1 сут 1 day	3 сут 3 day	5 сут 5 day	7 сут 7 day		
1 – Er:YAG	+	0	0	0	+	0	0	0	$7,0 \pm 0,5$	$6,0 \pm 0,5$
2 – Nd:YAG	++	++	+	0	+	++	+	0	$11,0 \pm 0,5$	$8,0 \pm 0,5$
3 – Er:YAG + Nd:YAG	+	+	0	0	+	+	0	0	$10,0 \pm 0,5$	$7,0 \pm 0,5$
4 – скальпель 4 – scalpel	++	+++	++	0	++	+++	++	0	$14,0 \pm 0,5$	$8,0 \pm 0,5$

Примечание. +++ – очень сильно выражено; ++ – выражено в средней степени; + – слабо выражено; 0 – отсутствует; $p < 0,05$.

Note. +++ – very pronounced; ++ – expressed as average degree; + – weakly expressed; 0 – absent; $p < 0.05$.

Таблица 2Распределение показателей интерлейкина-1 β , интерлейкина-6, γ -интерферона в зависимости от инструмента альтерации**Table 2**Distribution of Interleukin-1 β , Interleukin-6, γ -interferon indices depending on the instrument applied

Сроки забора слюны Time of saliva sampling	Интерлейкин-1 β (пг/л) Interleukin-1 β (PG/L)	Интерлейкин-6 (пг/л) Interleukin-6 (PG/L)	γ -интерферон (пг/л) γ -interferon (PG/L)
Группа 1 – с использованием Er:YAG-лазера (n = 25) Group 1 – Er: YAG laser (n = 25)			
До операции Before surgery	67,83 $\pm$ 9,63	20,64 $\pm$ 2,24	7,26 $\pm$ 1,87
14-е сутки 14 days	35,24 $\pm$ 3,35	10,84 $\pm$ 1,96	10,03 $\pm$ 1,45
30-е сутки 30 days	11,06 $\pm$ 1,01	8,42 $\pm$ 4,78	14,94 $\pm$ 2,42
Группа 2 – с использованием Nd:YAG-лазера (n = 23) Group 2 – Nd:YAG laser			
До операции Before surgery	62,87 $\pm$ 4,48	15,93 $\pm$ 1,83	3,7 $\pm$ 2,65
14-е сутки 14 days	51,56 $\pm$ 2,45	20,04 $\pm$ 3,04	10,84 $\pm$ 5,23
30-е сутки 30 days	25,22 $\pm$ 3,97	15,85 $\pm$ 0,71	17,20 $\pm$ 2,65
Группа 3 – с использованием Er:YAG и Nd:YAG-лазеров (n = 28) Group 3 – Er:YAG plus Nd:YAG lasers			
До операции Before surgery	59,04 $\pm$ 2,07	18,32 $\pm$ 9,97	10,1 $\pm$ 2,12
14-е сутки 14 days	41,37 $\pm$ 4,49	16,65 $\pm$ 2,28	12,2 $\pm$ 4,72
30-е сутки 30 days	17,54 $\pm$ 6,35	12,24 $\pm$ 2,95	10,1 $\pm$ 2,12
Группа 4 – с использованием скальпеля № 15C (n = 26) Group 4 – scalpel No 15 C			
До операции Before surgery	60,22 $\pm$ 2,01	15,64 $\pm$ 2,56	13,94 $\pm$ 1,66
14-е сутки 14 days	90,49 $\pm$ 4,79	24,62 $\pm$ 1,22	17,1 $\pm$ 4,02
30-е сутки 30 days	74,32 $\pm$ 1,32	21,56 $\pm$ 3,62	9,96 $\pm$ 1,95
	p < 0,05	p < 0,05	p < 0,05

17,1 $\pm$ 4,02 пг/л), а к 30-м суткам отмечалось снижение показателя до 9,96 $\pm$ 1,95 пг/л (табл. 2).

Происходит достоверное снижение содержания провоспалительных цитокинов IL-6 и IL-1 β при использовании высокоинтенсивных лазеров по сравнению с традиционной методикой. Уровень γ -INF, напротив, увеличивался у пациентов, оперированных с помощью лазеров, по сравнению с группой контроля.

Таким образом, в результате проведенного хирургического лечения пациентов с лихеноидными поражениями слизистой оболочки рта с использованием высокоинтенсивных лазеров установлено, что Er:YAG-лазер способствует ускорению процессов заживления послеоперационной раны в 2 раза, а Nd:YAG-лазер и комбинация Er:YAG и Nd:YAG-лазеров – в 1,5 раза по сравнению с традиционной методикой.

Ниже приведен клинический пример хирургического лечения эрозивно-язвенной формы красного плоского лишая на языке с помощью Nd:YAG-лазера.

Пациент Р., 1946 г. рождения, обратился с жалобами на наличие длительно не заживающей язвы в области спинки языка, болезненность при приеме пищи.

Из анамнеза было выяснено, что пациент болен около 5 лет, когда впервые в полости рта появилось

изъязвление на слизистой оболочке спинки языка. Страдает язвенной болезнью желудка в стадии ремиссии, гипертонической болезнью 2-й степени (адаптирован с АД 140/90 мм рт. ст.), ишемической болезнью сердца, сахарным диабетом 2-го типа. Неоднократно обращался к терапевтам-стоматологам, в течение 5 лет назначалась консервативная терапия (розовые ванночки 0,05% хлоргексидина биглюконата, аппликации с масляными растворами витамина А и солкосерилом, рекомендован отказ от острой и горячей пищи), периодами отмечалось улучшение на фоне проводимой терапии, но через некоторое время процесс возобновлялся. Пациент был направлен на консультацию в Стоматологический центр Сеченовского университета.

При внешнем осмотре конфигурация лица не изменена, регионарные лимфатические узлы не увеличены, безболезненны, подвижны, открывание рта в полном объеме. Патологический процесс локализуется на спинке языка, представлен полосовидной язвой размером 2,5 $\times$ 0,5 см, вокруг которой отмечаются очаги паракератоза, дно покрыто фибрином, при пальпации края язвы резко болезненны, зубы санированы (рис. 1).

В Стоматологическом центре проведено клинико-рентгенологическое обследование. По данным

гальванометрии, электрохимический потенциал полости рта 120 мВ, пораженный участок в лучах лампы Вуда имел коричневое свечение. В супернатанте смешанной слюны содержание IL-1 β – 190 пг/л, IL-6 – 37 пг/л, γ -INF – 7 пг/л, что указывало на наличие хронического воспалительного процесса. Проведен анализ крови с развернутой лейкоцитарной формулой, биохимический анализ крови, коагулограмма. Данные лабораторных методов исследования соответствовали возрастным нормам, уровень глюкозы составил 6,8 ммоль/л. По данным обследования поставлен диагноз: красный плоский лишай, эрозивно-язвенная форма (поражение языка). План лечения включал: консервативную терапию, иссечение участка поражения слизистой оболочки языка с последующим патогистологическим исследованием, динамическое наблюдение.

После проведенной консервативной терапии (аппликации витаминов А и Е 2 раза в день 4 недели, аппликации целестодермом-В в течение 2 недель, дипроспан курсом 3 недели по 1,0 мл 1 раз в неделю, эриус 5 мг по 1 табл. 1 раз в сутки 10 дней) в течение месяца очаг поражения уменьшился в размере, но требовалось хирургическое лечение (рис. 2).

Операцию иссечения язвы слизистой оболочки языка проводили под инфильтрационной анестезией с помощью Nd:YAG-лазера в пределах здоровых тканей в режиме абляции при мощности излучения 2,5 Вт. В режиме коагуляции при мощности 1,5 Вт проведен гемостаз (рис. 3). Рана ушита нитью Prolene 5,0 (рис. 4).

Патогистологический материал направлен на исследование. В послеоперационном периоде назначена антибактериальная, противовоспалительная, десенсибилизирующая терапия, ротовые ванночки с раствором антисептика, аппликации с солкосерилом до полной эпителизации.

Послеоперационный период протекал без особенностей, боль и коллатеральный отек были не выражены в течение 5 суток, швы сняты на 7-е сутки. Диагноз



Рис. 1. Эрозивно-язвенная форма красного плоского лишая на языке

Fig. 1. Erosive-ulcerative form of lichen planus on the tongue



Рис. 2. Пациент после курса терапевтического лечения

Fig. 2. Patient after a course of therapeutic treatment



Рис. 3. Вид послеоперационной раны на языке

Fig. 3. Postoperative wound on the tongue



Рис. 4. Рана ушита узловыми швами нитью Prolene 5,0

Fig. 4. Wound sutured with nodular sutures, Prolene thread 5.0

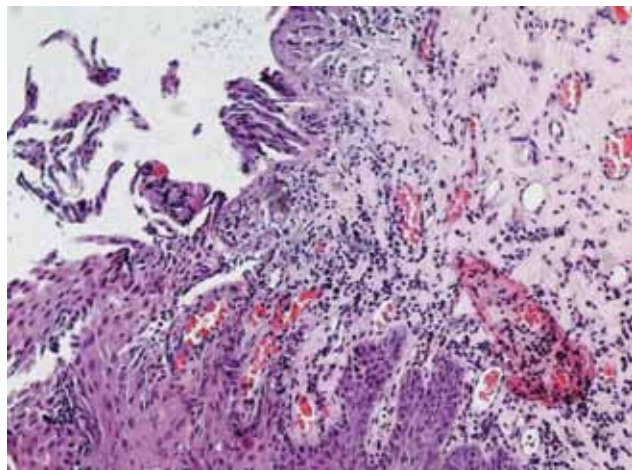


Рис. 5. Многослойный плоский эпителий с признаками вакуольной дистрофии единичных клеток и обширным участком язвенного дефекта, на дне которого грануляционная ткань с выраженной воспалительной инфильтрацией. Окраска гематоксилин-эозином, $\times 100$

Fig. 5. Stratified squamous epithelium with signs of vacuole dystrophy of single cells and an extensive area of peptic ulcer, at the bottom of which there is granulation tissue with severe inflammatory infiltration. Staining hematoxylin-eosin, $\times 100$



Рис. 6. Вид послеоперационной раны через 1 месяц

Fig. 6. Postoperative wound one month later

подтвержден патогистологически, в биоптате слизистая оболочка выстлана многослойным плоским эпителием с признаками вакуольной дистрофии единичных клеток и обширным участком язвенного дефекта, дно которого представлено грануляционной тканью с выраженной воспалительной инфильтрацией, в подслизистой основе вне язвенного дефекта склероз и аналогичная воспалительная инфильтрация (рис. 5). Рекомендовано динамическое наблюдение через 1, 3, 12 месяцев после хирургического лечения (рис. 6).

На 30-е сутки в супернатанте смешанной слюны отмечали снижение уровня провоспалительных цитокинов: IL-1 β – 35 пг/л, IL-6 – 7 пг/л, γ -INF – 5 пг/л. Это свидетельствовало об активации гуморального

иммунитета, снижении уровня воспаления в тканях. На контрольном осмотре через 12 месяцев после хирургического лечения отмечали нежный мягкий малозаметный послеоперационный рубец. Пациент является на осмотр каждые 3 месяца, каждые 6 месяцев пациенту проводят терапевтическую санацию полости рта, гигиенические мероприятия; имеющиеся ортопедические конструкции в удовлетворительном состоянии (данные гальванометрии через 12 месяцев после лечения в норме – 105 мВ). Врачами смежных специальностей (кардиолог, эндокринолог, терапевт) скорректирована фармакотерапия сопутствующей патологии, достигнута ремиссия заболевания, период наблюдения 2 года.

Заключение

Применение лазерных технологий позволяет повысить эффективность хирургического лечения пациентов с красным плоским лишаем слизистой оболочки рта за счет снижения воспалительной реакции на оперативное вмешательство, благоприятного течения послеоперационного периода, сокращения сроков реабилитации пациентов.

По результатам нашего исследования, Ег:YAG-лазер предпочтительно применять у пациентов с эрозивно-язвенной формой плоского лишая, при поражениях слизистой оболочки до мышечного слоя целесообразнее использовать Nd:YAG. Для хирургического лечения гиперкератической формы плоского лишая мы использовали комбинацию Ег:YAG и Nd:YAG-лазеров, такое сочетание инструментов альтерации дает возможность проходить эпителизации раны по типу заживления под струпом, без наложения швов.

Литература

1. Вавилова Т.П., Янушевич О.О., Островская И.Г. Слюна. Аналитические возможности и перспективы. – М.: Бином, 2014. – 312 с.
2. Лебедев К.А., Митронин А.В., Понякина И.Д., Саган Л.Г., Легошин С.Н. Гальванические токи в полости рта и диагноз синдром гальванизма // *Cathedra – Кафедра. Стоматологическое образование*. – 2015. – № 51. – С. 28–31.
3. Горина Е.Р., Волков Е.А., Ермолов С.Н. Динамический электрохимический потенциал слизистой оболочки рта у пациентов с плоским лишаем // *Медицинский совет*. – 2015. – № 11. – С. 60–63.
4. Евграфова А.О., Тарасенко И.В., Вавилова Т.П., Тарасенко С.В. Клинико-биохимическая оценка хирургического лечения веррукозной лейкоплакии слизистой оболочки полости рта с применением лазерных технологий // *Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье»*. – 2011. – № 3. – С. 50–54.
5. Молочкова Ю.В. Красный плоский лишай и лихеноидные дерматозы. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 200 с.
6. Тарасенко И.В., Вавилова Т.П., Тарасенко С.В. Изменение количества факторов роста в динамике репаративных процессов при различных способах формирования дефектов костной ткани крыс // *Российская стоматология*. – 2011. – Т. 4. – № 5. – С. 40–43.
7. Тарасенко С.В., Шатохин А.И., Умбетова К.Т., Степанов М.А. Т-клеточное звено иммунитета в патогенезе плоского лишая слизистой оболочки рта // *Стоматология*. – 2014. – Т. 1. – № 93. – С. 60–63.
8. Юсупова Л.А., Ильясова Э.И. Красный плоский лишай: современные патогенетические аспекты и методы терапии // *Практическая медицина*. – 2013. – № 1–4 (73). – С. 13–16.

9. Crincoli V., Di Bisceglie M.B., Sciventi M. et al. Oral lichen planus: update on etiopathogenesis, diagnosis and treatment. *Immunopharmacol Immunotoxicol.* 2011; 33: 11–20.
10. González-Moles M.Á., Ruiz-Ávila I., González-Ruiz L. et al. Malignant transformation risk of oral lichen planus: A systematic review and comprehensive meta-analysis. *Oral Oncol.* 2019 Sep; 96: 121–130.
11. Gorsky M., Epstein J.B. Oral lichen planus: malignant transformation and human papilloma virus: a review of potential clinical implications. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, Oral Endodontology.* 2011; 111 (4): 461–464.
12. Fernández-González F., Vázquez-Álvarez R., Reboiras-López D. et al. Histopathological findings in oral lichen planus and their correlation with the clinical manifestations. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal.* 2011; 16 (5): 641–646.
13. Fornaini C., Raybaud H., Augros C., Rocca J. New clinical approach for use of Er:YAG laser in the surgical treatment of oral lichen planus: a report of two cases. *Photomed Laser Surgery.* 2012; 30 (4): 234–238.
14. Jairo Robledo-Sierra, Isaäc van der Waal. How general dentists could manage a patient with oral lichen planus. *Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal.* 2018 Mar 1; 23 (2): e198–202.
15. Elewa R., Altenburg A., Zouboulis C.C. Recalcitrant severe erosive cutaneous lichen planus treated with extracorporeal photopheresis monotherapy. *British Journal of Dermatology.* 2011; 165 (2): 441–443.
16. Lavanya N., Jayanthi P., Umadevi K. Pao, Ranganathan K. Oral lichen planus: An update on pathogenesis and treatment. *J. Oral Maxillofac Pathol.* 2011; 15 (2): 127–132.
17. Regezi J.A., Sciubba J.J., Jordan R.C.K. Oral pathology: clinical pathologic correlation. [S.p.]: Elsevier, 2012: 97.
18. Tziotziou C., Lee J.Y.W., Brier T. et al. Lichen planus and lichenoid dermatoses: Clinical overview and molecular basis. *AAD JOURNAL.* 2018 Nov; 79 (5): 789–804.
19. Yildirim B., Sengun B., Demir C. Prevalence of Herpes simplex, Epstein Barr and Human papilloma viruses in oral lichen planus. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal.* 2011; 16 (2): 170–174.
5. Molochkova Yu.V. Lichen planus and lichenoid dermatoses. M.: GEOTAR-Media, 2016: 200. [In Russ.].
6. Tarasenko I.V., Vavilova T.P., Tarasenko S.V. Variations in the number of growth factors during reparative processes in rat bone tissue after various approaches for the formation of bone tissue defects. *Rossiiskaya stomatologiya.* 2011; 4 (5): 40–43. [In Russ.].
7. Tarasenko S.V., Shatokhin A.I., Umbetova K.T., Stepanov M.A. T-cells immunity in the pathogenesis of oral lichen planus. *Stomatologiya.* 2014; 1 (93): 60–63. [In Russ.].
8. Yusupova L.A., Ilyasova E.I. Lichen planus: modern aspects of pathogenesis and care. *Prakticheskaya meditsina.* 2013; 1–4 (73): 13–16. [In Russ.].
9. Crincoli V., Di Bisceglie M.B., Sciventi M. et al. Oral lichen planus: update on etiopathogenesis, diagnosis and treatment. *Immunopharmacol Immunotoxicol.* 2011; 33: 11–20.
10. González-Moles M.Á., Ruiz-Ávila I., González-Ruiz L. et al. Malignant transformation risk of oral lichen planus: A systematic review and comprehensive meta-analysis. *Oral Oncol.* 2019 Sep; 96: 121–130.
11. Gorsky M., Epstein J.B. Oral lichen planus: malignant transformation and human papilloma virus: a review of potential clinical implications. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, Oral Endodontology.* 2011; 111 (4): 461–464.
12. Fernández-González F., Vázquez-Álvarez R., Reboiras-López D. et al. Histopathological findings in oral lichen planus and their correlation with the clinical manifestations. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal.* 2011; 16 (5): 641–646.
13. Fornaini C., Raybaud H., Augros C., Rocca J. New clinical approach for use of Er:YAG laser in the surgical treatment of oral lichen planus: a report of two cases. *Photomed Laser Surgery.* 2012; 30 (4): 234–238.
14. Jairo Robledo-Sierra, Isaäc van der Waal. How general dentists could manage a patient with oral lichen planus. *Med. Oral Patol. Oral Cir. Bucal.* 2018 Mar 1; 23 (2): e198–202.
15. Elewa R., Altenburg A., Zouboulis C.C. Recalcitrant severe erosive cutaneous lichen planus treated with extracorporeal photopheresis monotherapy. *British Journal of Dermatology.* 2011; 165 (2): 441–443.
16. Lavanya N., Jayanthi P., Umadevi K. Pao, Ranganathan K. Oral lichen planus: An update on pathogenesis and treatment. *J. Oral Maxillofac Pathol.* 2011; 15 (2): 127–132.
17. Regezi J.A., Sciubba J.J., Jordan R.C.K. Oral pathology: clinical pathologic correlation. [S.p.]: Elsevier, 2012: 97.
18. Tziotziou C., Lee J.Y.W., Brier T. et al. Lichen planus and lichenoid dermatoses: Clinical overview and molecular basis. *AAD JOURNAL.* 2018 Nov; 79 (5): 789–804.
19. Yildirim B., Sengun B., Demir C. Prevalence of Herpes simplex, Epstein Barr and Human papilloma viruses in oral lichen planus. *Medicina Oral Patología Oral y Cirugía Bucal.* 2011; 16 (2): 170–174.

References

1. Vavilova T.P., Yanushevich O.O., Ostrovskaya I.G. Saliva. Analytical opportunities and perspectives. M.: Binom, 2014: 312. [In Russ.].
2. Lebedev K.A., Mitronin A.V., Ponyakina I.D., Sagan L.G., Legoshin S.N. Galvanic currents in the mouth cavity and the galvanism syndrome. *Cathedra – Kafedra. Stomatologicheskoe obrazovanie.* 2015; 51: 28–31. [In Russ.].
3. Gorina E.R., Volkov E.A., Yermoliev S.N. Dynamic electrochemical potential of the oral mucosa in patients with lichen planus. *Meditsinskii sovet.* 2015; 11: 60–63. [In Russ.].
4. Yevgrafova A.A., Tarasenko I.V., Vavilova T.P., Tarasenko S.V. Clinical and biochemical assessment of the surgical treatment of

- verrucose leukoplakia in the mouth mucous membrane using laser technologies. *Kursk scientific journal "Chelovek i zdorovie".* 2011; 3: 50–54. [In Russ.].

УДК 617.3

ГИГРОМА: ТРАДИЦИОННОЕ ХИРУРГИЧЕСКОЕ ИССЕЧЕНИЕ ИЛИ ЧРЕСКОЖНАЯ ЛАЗЕРНАЯ ОБЛИТЕРАЦИЯ ПОД УЛЬТРАЗВУКОВЫМ КОНТРОЛЕМ?

И.И. Шумилин, И.В. Крочек, С.В. Сергийко, В.А. Привалов, Н.В. Носков

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Челябинск, Россия

Резюме

Цель исследования. Провести сравнительный анализ результатов лечения пациентов с гигромами способом чрескожной внутриполостной лазерной облитерации под УЗ-контролем и традиционным хирургическим иссечением. **Материал и методы.** Проанализированы результаты лечения в течение 8 лет 142 пациентов с гигромами различной локализации, которых разделили на две группы. В первой группе (98 пациентов) в амбулаторных условиях проведена чрескожная лазерная облитерация гигромы под УЗ-контролем, во второй группе (44 пациента) выполнена хирургическая ганглионэктомия в условиях стационара. Использовали лазерный хирургический аппарат ЛСП «ИРЭ-Полус» с длиной волны 1,56 мкм, мощность излучения составляла 2–3 Вт, режим работы непрерывный. Время экспозиции лазерной энергии – от 20 секунд до 3–4 минут. Параметры мощности и длительности воздействия зависели от объема полости гигромы. Навигация и оценка эффективности лазерного воздействия проводились под контролем портативного ультразвукового сканера. **Результаты.** У всех пациентов первой группы в послеоперационном периоде отсутствовал болевой синдром, достигнут отличный косметический и функциональный результат: у 90,8% (n = 89) – после однократного сеанса лазерного лечения, у 9,2% (n = 9) потребовался повторный сеанс лазерной облитерации гигромы. У пациентов второй группы хирургическое иссечение гигромы требовало госпитализации, введения анальгетиков в послеоперационном периоде. Формировался послеоперационный рубец. Средний срок временной нетрудоспособности в этой группе был в 6 раз длиннее, чем у пациентов первой группы. Частота рецидивов – 3,2%. **Заключение.** Чрескожная лазерная облитерация гигромы под УЗ-контролем – малотравматичный и эффективный способ, обеспечивающий хорошие результаты лечения в амбулаторных условиях.

Ключевые слова: гигрома, ганглион, лазерная облитерация.

Для цитирования: Шумилин И.И., Крочек И.В., Сергийко С.В., Привалов В.А., Носков Н.В. Гигрома: традиционное хирургическое иссечение или чрескожная лазерная облитерация под ультразвуковым контролем? // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23. – Вып. 3. – С. 32–37.

Контакты: Шумилин И.И., e-mail: mpc74@list.ru

GANGLION: A TRADITIONAL SURGICAL EXCISION OR PERCUTANEOUS LASER OBLITERATION UNDER ULTRASOUND CONTROL?

Shumilin I.I., Krochek I.V., Sergiyko S.V., Privalov V.A., Noskov N.V.

South-Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

Abstract

Purpose. To make a comparative analysis of outcomes in patients with hygroma (ganglion) treated with percutaneous intracavitary laser obliteration under ultrasound control and with traditional surgical excision. **Material and methods.** 142 cases of hygroma of different locations were analyzed. Patients were divided into two groups. In Group 1 (98 patients), hygroma percutaneous laser obliteration under ultrasound control was made out-patiently; in Group 2 (44 patients), surgical ganglionectomy was made in-patiently. Laser surgical apparatus LSP «IRE-Pole» with wavelength 1.56 μm was used. Irradiation power was 2–3 W, operating mode was continuous. Exposure time from 20 seconds to 3–4 minutes. Power level and exposure time depended on the size of hygroma cavity. A portable ultrasound scanner controlled navigation and effectiveness of laser irradiation. **Results.** All patients from Group 1 had no pain in the postoperative period; excellent cosmetic and functional results were seen in 90.8% (n = 89) of them after a single laser procedure. 9.2% (n = 9) of patients required a repeated session of ganglion laser obliteration. Patients from Group 2 had their ganglion excision in the hospital; they needed analgesics in the postoperative period. A postoperative scar was formed in these patients too. Average terms of temporary disability in them was 6 times longer than in patients from Group 1. Recurrence rate – 3.2%. **Conclusion.** Percutaneous hygroma laser obliteration under ultrasound control is a little-traumatic and effective out-patient treatment with good outcomes.

Keywords: hygroma, ganglion cyst, laser obliteration.

For citation: Shumilin I.I., Krochek I.V., Sergiyko S.V., Privalov V.A., Noskov N.V. Ganglion: a traditional surgical excision or percutaneous laser obliteration under ultrasound control? *Laserная Медицина*. 2019; 23 (3): 32–37. [In Russ.].

Contacts: Shumilin I.I., e-mail: mpc74@list.ru

Введение

Гигрома (*hygroma*; греч. *hygros* – жидкий + *-oma* – опухоль) – осумкованное скопление серозно-фибринозной желеобразной жидкости в полости образовавшегося грыжевидного выпячивания сумки сустава или оболочки сухожильного влагалища. В Международной классификации болезней (МКБ-10) гигрома определена как «другая киста синовиальной сумки» сустава или сухожильного влагалища (M71.3). Многие авторы, особенно в зарубежной литературе, называют гигрому ганглионом (греч. *ganglion* – узел под кожей, M67.4) [2, 9, 15, 16]. Макроскопически ганглион представляет собой полость,

содержащую бесцветную или чуть желтоватую вязкую жидкость, состоящую преимущественно из гиалуроновой кислоты, глюкозамина, муцина. Микроскопически стенка полости состоит из сжатых коллагеновых волокон, а внутренняя выстилка – из уплощенных клеток, похожих на синовиальные, часто выстилка отсутствует. Некоторые авторы сближают гигрому с миксомой, однако гистогенез и сущность этого процесса остаются спорными [6, 16, 21, 23].

Гигрома может возникнуть из синовиальной оболочки и протекать как водянка синовиальной сумки, на внутренней поверхности которой образуются ворсинчатые

разрастания, что приводит к формированию тяжёлых, перемычек и карманов, разделяющих полость сумки на отдельные камеры. Гигрома развивается и растёт медленно. Обычно её диаметр составляет от 8 до 40 мм, редко она достигает большего размера [4, 10, 21, 22].

Наиболее часто гигрома локализуется в местах, подвергающихся постоянной травматизации, длительному давлению или стабильному механическому раздражению при определенных видах профессиональной деятельности (работающие на компьютере, спортсмены, музыканты, маляры, швеи, шлифовщики и др.), при дегенеративно-дистрофических поражениях суставов [2, 10, 19]. Пациенты жалуются главным образом на косметический дефект на видном месте. В других случаях больные отмечают, что по мере увеличения ганглия усиливаются и болевые ощущения в самом узле, трудно работать и заниматься спортом.

Наиболее характерной локализацией подкожных кист является область лучезапястного и голеностопного суставов (50–70%), более редкой – других суставов, пальцев кистей и стоп (некоторые авторы называют их миксоидными кистами). Преимущественно данное заболевание наблюдается у женщин молодого и среднего возраста в 3–4 раза чаще, чем у мужчин [7, 16, 21].

В лечении ганглиона известны следующие методы: раздавливание, пункционный метод, хирургическое удаление.

Способ раздавливания при всей его подкупающей простоте часто оказывается очень травматичным, болезненным, и более чем в 80% случаев гигромы рецидивируют [1, 7, 9]. Кроме того, содержимое ганглия при раздавливании опорожняется в подкожную клетчатку, если разрывается передняя его стенка, или в полость сустава, если разрывается задняя стенка. Предусмотреть, какая из стенок кисты разорвется, не представляется возможным, но совершенно очевидно, что повреждение задней стенки с опорожнением содержимого кисты в полость сустава весьма нежелательно, а иногда и опасно из-за возможности возникновения болезненного и длительно текущего артрита [17, 22]. Этот способ можно считать ушедшим в историю. От него все хирурги отказались.

Пункционное лечение может осложняться формированием гематом, невритов, оставлением дочерних камер гигромы, а главное, приводит к рецидиву заболевания до 63,3%. Использование повторных пункций уменьшает количество рецидивов до 40%. Применение инъекционных стероидов или склерозантов в большинстве случаев не улучшает результат [7, 18, 21].

После открытого оперативного удаления ганглиона отмечается от 5,2 до 28% рецидивов. Близость крупных сосудисто-нервных образований затрудняет радикальное удаление кистозных образований и значительно повышает риск осложнений. Нередко хирурги расширяют оперативный доступ, что приводит к значительному увеличению операционной травмы, длительному периоду заживления, временной нетрудоспособности и реабилитации, плохому косметическому эффекту. Послеоперационный рубец на месте узла волнует пациенток иногда больше, чем сам ганглий [2, 6, 21, 23].

В последние годы опубликованы работы по использованию высокоэнергетического лазерного излучения при лечении ганглиев. Одни авторы используют лазер для рассечения тканей и иссечения гигромы как «лазерным скальпелем» [6], что мало отличается от открытого хирургического удаления, другие осуществляют гипертермию стенок синовиального ганглия лазером с длиной волны 810 нм [12]. Лазерное излучение в этом диапазоне характеризуется высоким поглощением в гемоглобине крови (Н-лазер) и низким поглощением в воде [8].

Для достижения эффекта внутрисуставной облитерации гигромы принципиальной позицией является использование W-лазера (водопоглощающего) с длиной волны 1560 нм, которая приводит к более высокому коэффициенту поглощения лазерного излучения в воде, индуцирует нагрев внутрисуставной жидкости до температуры 60–80 °С, что позволяет при меньшей мощности лазерного излучения и экспозиции сократить глубину проникновения зоны клеточной деструкции (в сравнении с излучением в диапазоне 810 нм), вызывает дезинтеграцию белковых структур только внутренней выстилки кисты и в последующем приводит к фиброзной трансформации и прочному склеиванию стенок гигромы [5]. В доступной нам отечественной и зарубежной литературе мы не встретили информации о результатах лечения гигром W-лазерным излучением.

В последние годы в Городской клинической больнице № 1 г. Челябинска в лечении пациентов с гигромами нами успешно используется малоинвазивный способ чрескожной внутрисуставной облитерации лазером с длиной волны 1560 нм под ультразвуковым контролем.

Цель исследования: провести сравнительный анализ результатов лечения пациентов с гигромами способом чрескожной внутрисуставной лазерной облитерации под ультразвуковым контролем и традиционным хирургическим иссечением.

Материал и методы

В течение 2010–2018 гг. нами пролечено 142 пациента с гигромами различной локализации, которых разделили на две группы. В первую группу вошли 98 (69%) больных, которым проводилась чрескожная лазерная облитерация гигромы под УЗ-контролем. Во вторую группу были включены 44 (31%) пациента, которым проводилась традиционная хирургическая операция. Средний возраст пациентов первой группы составил $39,5 \pm 2,6$ года, второй группы – $45 \pm 2,3$ года ($p > 0,05$). В обеих группах преобладали женщины, составив в первой группе 89% ($n = 87$), во второй группе – 73% ($n = 32$) ($p < 0,05$). Лазерную облитерацию применяли при гигромах области лучезапястного сустава у 92% пациентов, а хирургическое иссечение было использовано у 53% больных с гигромами в области голеностопного сустава и стопы ($p < 0,05$). Критерием включения в первую группу было согласие пациентов на проведение этапного лазерного лечения. Критерии исключения – отказ пациентов от этапного лазерного лечения, непереносимость местных анестетиков.

Всем пациентам проведено клиническое и ультразвуковое исследование ганглиона, при котором определялось овальное полостное образование с тонкой капсулой и анэхогенным содержимым, приподнимающее кожу над уровнем остальных тканей, диаметром от 9 до 40 мм. Все пациенты жаловались на косметический дефект, редко – на дискомфорт или незначительные боли при физической нагрузке в области локализации гигромы.

Для проведения лазерной деструкции методом внутриполостной термотерапии применяли отечественный квантовый генератор – скальпель лазерный портативный одноволновой ЛСП «ИРЭ-Полус» с длиной волны 1,56 мкм. Доставка лазерной энергии проводилась при помощи оптоволоконного световода с диаметром кварцевого волокна 0,4 мм. Навигация и оценка эффективности лазерного воздействия проводились под контролем портативного ультразвукового сканера SonoScapeA6 линейным датчиком с частотой 7,5 МГц апертурой 36 мм.

Операцию выполняли амбулаторно в условиях перевязочной под местной инфильтрационной анестезией 0,25% раствором лидокаина или 0,25% новокаина. Методика заключалась в чрескожной пункции синовиального ганглиона периферическим внутривенным катетером с дополнительным портом диаметром G18 или G20 под контролем ультразвуковой навигации и последующей аспирации вязкого желеобразного содержимого при помощи шприца до спадения стенок. Затем металлическую иглу извлекали, а через просвет пластикового катетера вводили внутрь кисты равный удаленному объему раствор местного анестетика. После этого герметизировали проксимальный конец катетера тонкостенной резиновой пробкой, чтобы из полости гигромы не вытекал раствор анестетика, и вводили в полость гигромы стерильный кварцевый световод. Мощность излучения составляла 2–4 Вт, режим работы – непрерывный. Параметры мощности и длительности воздействия зависели от объема полости ганглиона. Расчет параметров производили по формуле:

$$t = \frac{c\rho V\Delta T}{P_0\xi},$$

где t – длительность лазерного воздействия; c , ρ – теплоемкость и плотность водного раствора лидокаина; V – объем гигромы; $\Delta T = T - T_{исх}$ – разница температуры нагрева и исходной температуры ткани; P_0 – спускаемая лазером мощность излучения; ξ – коэффициент, учитывающий оптическое и теплофизическое рассеяние излучения из зоны воздействия, а также характер пространственного распределения излучения [11].

При гигромах до 2 см в диаметре использовали лазерное излучение мощностью 2–2,5 Вт с продолжительностью воздействия $1 \pm 0,5$ мин. При гигромах 2–3 см в диаметре мощность лазерного излучения составляла 3 Вт, а продолжительность воздействия – $2,5 \pm 0,5$ мин. При диаметре ганглиона более 3 см мощность – 4 Вт, экспозиция $3,5 \pm 0,5$ мин (табл. 1). При многокамерных гигромах использовали двухэтапное лечение с параметрами воздействия, соответствующими размерам образования.

Контроль процесса лазерной деструкции осуществляли в реальном времени по сонографической картине

Таблица 1

Расчетные параметры мощности и длительности лазерного воздействия

Table 1

Design parameters of power and duration of laser exposure

Диаметр гигромы (d, см) Hygroma diameter (d, cm)	Мощность излучения (P_0 , Вт) Radiation power (P_0 , W)	Длительность воздействия (t, мин) Exposure (t, min)
<1	2	<0,3
1–2	2,5	0,5–1,5
2–3	3	1–4
>3	4	>3

на экране монитора. При этом в области торца световода визуализировалось гиперэхогенное «облачко» в результате образования и перемещения мелких пузырьков воздуха за счет эффекта кипения жидкости (УЗ-симптом «закипания»). Световод медленно смещали в полости гигромы ретроградно от «устья до дна». При заполнении гиперэхогенной тенью всего объема полости гигромы лазерное воздействие прекращали (рис. 1).

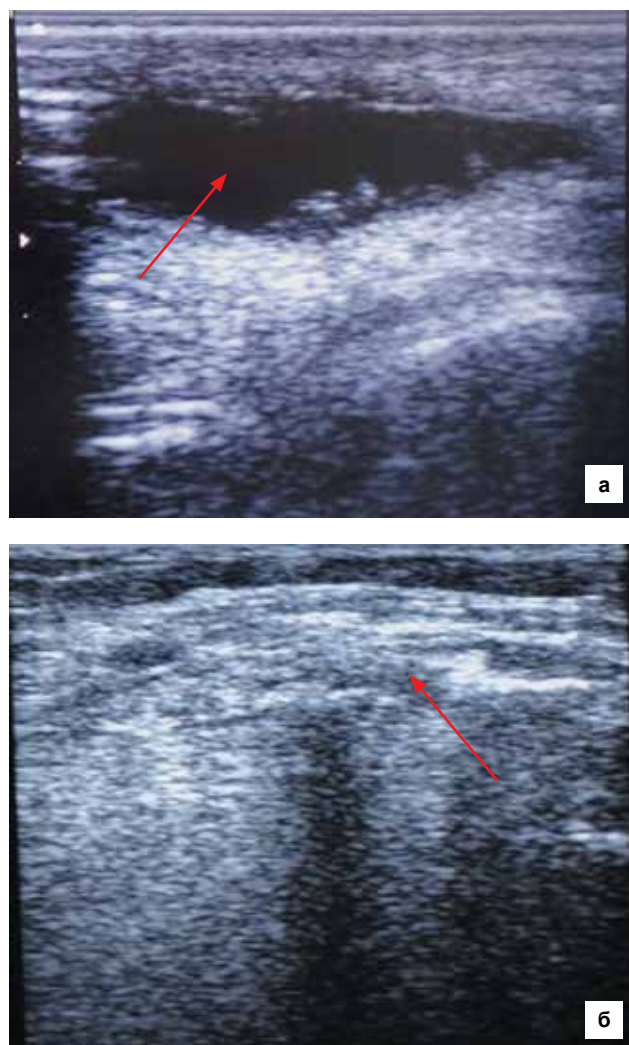


Рис. 1. Сонографическая картина гигромы: а – анэхогенная полость до лазерного лечения, б – отсутствие полости и гиперэхогенная тень после лазерного лечения

Fig. 1. Sonographic image of hygroma: а – before laser treatment, б – after laser treatment

Следует учитывать, что УЗ-симптом «закипания» не должен распространяться за пределы капсулы кисты, и тем более на окружающие и прилежащие важные тканевые образования (сосуды, нервы, сухожилия и пр.). Это является надежным критерием безопасности лазерного воздействия.

В послеоперационном периоде в течение 7–10 суток использовали наклейку на кожу с пелотом (марлевый шарик) в проекции ганглиона и компрессионную повязку эластичным или самофиксирующимся бинтом.

Во второй группе традиционную операцию иссечения гигромы проводили в условиях операционной стационара под местной инфильтрационной анестезией 0,5% раствором новокаина классическими хирургическими приемами: разрез кожи и подкожной клетчатки до капсулы гигромы, тщательная мобилизация образования до устья, отсечение, швы на послеоперационную рану, асептическая наклейка, иммобилизация эластическим бинтом или ортезом до снятия швов с кожи. Швы снимали на 10-е сутки.

Критериями сравнения результатов лечения в исследуемых группах служили: длительность госпитализации, травматичность и продолжительность операции, интенсивность болевого синдрома в первые сутки послеоперационного периода и его длительность, срок временной нетрудоспособности, частота рецидивов и косметические результаты лечения. Интенсивность болевых ощущений анализировали при помощи визуальной аналоговой шкалы боли (ВАШ) [19]. В обеих группах проведено динамическое наблюдение за пациентами, включающее клинический осмотр и при необходимости ультразвуковое исследование зоны операции на 10-е, 30-е сутки, затем через 6 и 12 месяцев и далее – 1 раз в год. При статистической обработке данных использовали критерии Стьюдента и χ^2 с уровнем значимости менее 5%.

Результаты и обсуждение

Результаты проведенного лечения пациентов с гигромами в обеих группах приведены в табл. 2.

Длительность операции, проведенной пациентам первой группы с использованием лазера амбулаторно в условиях перевязочной, составляла в среднем $10 \pm 0,2$ мин. В послеоперационном периоде ни один из пациентов не испытывал потребности в использовании анальгетиков. Незначительная отечность в области операции полностью купировалась в течение 2–3 суток. В эти же сроки заканчивалась временная нетрудоспособность и все пациенты возвращались к труду по основному месту работы (рис. 2). При динамическом наблюдении в намеченные нами сроки в области операции отсутствовали клинические и сонографические признаки рецидива гигромы.

Результаты лазерного лечения в первой группе прослежены нами у 83,7% ($n = 82$) в сроки от полугода до шести лет. Косметическим и функциональным результатом были довольны абсолютно все пациенты. У 9 (10,9%) пациентов потребовалось двухэтапное лазерное лечение в сроки от 3 до 5 недель. У четырех из них в предоперационном периоде при ультразвуковом исследовании были выявлены многокамерные гигромы, что технически усложняло проведение одномоментной лазерной облитерации всех камер кисты, у пятерых пациентов размеры ганглиона, по данным УЗИ, были более 30 мм. Такие крупные гигромы располагались в области голеностопного сустава и стопы. Отмечено, что после первого сеанса лазерного лечения наблюдалась инволюция одной из камер или уменьшение объема при «большой» гигроме. После проведения повторной внутрисуставной лазерной термотерапии удалось достигнуть желаемого эффекта с отличным косметическим и функциональным результатом, который полностью удовлетворял пациентов.

Таблица 2

Сравнительная характеристика результатов лечения гигром у пациентов первой и второй групп

Table 2

Comparative characteristics of outcomes after hygroma treatment in patients from Group 1 and Group 2

Показатели Indicators	Группы пациентов Groups of patients	
	1-я группа (лазерная облитерация) Group 1 (Laser obliteration) ($n = 98$)	2-я группа (ганглионэктомия) Group 2 (Ganglionectomy) ($n = 44$)
Длительность операции (мин) Duration of surgery (min)	$10 \pm 0,2^*$	$30 \pm 1,5$
Продолжительность послеоперационного болевого синдрома (сутки) Duration of postoperative pain syndrome (day)	$0,3 \pm 0,01^*$	$2,6 \pm 0,3$
Интенсивность боли в первые сутки по шкале ВАШ (баллы) Pain intensity on the first postoperative day by VAS scale (scores)	$0,2 \pm 0,01^*$	$3,6 \pm 0,2$
Сроки госпитализации (сутки) Terms of hospitalization (day)	0	$4 \pm 0,3$
Сроки временной нетрудоспособности (сутки) Terms of temporary disability (days)	$2,7 \pm 0,2^*$	$17 \pm 0,5$
Наличие послеоперационного рубца Postoperative scar	Нет No	Есть Yes

Примечание. * – $p < 0,05$ – достоверный уровень различия показателей.

Note. * – $p < 0.05$ – significant level of difference in indicators.



Рис. 2. Визуальная картина области операции: а – до лазерной облитерации; б – вторые сутки после лазерной облитерации, без компрессионной повязки

Fig. 2. Visual picture of surgical area: а – before laser treatment; б – on the second day after laser treatment without any compression bandage



Рис. 3. Результат лечения гигромы через 2 месяца: а – после лазерной облитерации; б – после хирургической операции

Fig. 3. Results of hygroma treatment in two months: а – after laser obliteration, б – after surgical treatment

Во второй группе результаты лечения были прослежены у 70,5% ($n = 31$) также в сроки от полугода до 6 лет. Хирургическая операция – ганглионэктомия проводилась в операционной и требовала госпитализации. Средний срок госпитализации пациентов этой группы составил $4 \pm 0,3$ суток. Длительность операции при хирургическом иссечении трехкратно превышала время лазерной операции у пациентов первой группы. Все пациенты второй группы в послеоперационном

периоде принимали анальгетики в течение 1–2 суток (интенсивность боли $3,6 \pm 0,2$ балла по ВАШ). Компрессионной повязки на область послеоперационной раны не требовалось. Средний срок временной нетрудоспособности в этой группе был в 6 раз длиннее, чем у пациентов первой группы. Осложнений в послеоперационном периоде не выявлено. При динамическом наблюдении в намеченные нами сроки в области операции отсутствовали клинические и сонографические признаки рецидива гигромы. Лишь у 1 (3,2%) пациента через два года после традиционной хирургической операции возник рецидив гигромы. От повторного оперативного лечения больной отказался.

Пациенты-женщины на любом сроке наблюдения отмечали наличие косметического дефекта в виде послеоперационного рубца длиной 2–4 см, что негативно сказывалось на удовлетворенности результатами хирургического лечения (рис. 3).

Заключение

Чрескожная лазерная облитерация гигромы под ультразвуковым контролем, выполненная в амбулаторных условиях, обеспечивает эффективные результаты лечения с хорошим косметическим исходом, отсутствием боли и незначительным сроком временной нетрудоспособности в послеоперационном периоде. Это операция выбора у молодых пациентов, особенно женщин, с локализацией ганглиона на открытых участках тела. Многокамерное строение гигромы и размеры более 30 мм могут потребовать этапного лазерного лечения, которое приводит к желаемому результату.

Литература

1. Анохин А.А., Анохин П.А. Рецидивирующая гигрома (сухожильный ганглий) – диагностика и лечение // Journal of Siberian Medical Sciences. – 2013. – № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/retsdiviruyuschaya-gigroma-suhozhilnyy-gangliy-diagnostika-i-lechenie>.
2. Демьянчук В.М., Игнатьев Б.И. Синовиальные ганглии конечностей. – СПб.: Еврокopia, 2004. – 184 с.

3. Демьянчук В.М. Клинико-лучевое обоснование хирургического лечения синовиальных ганглиев конечностей: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2005. – 24 с.
4. Жупан В.Ф. О лечении ганглия // Амбулаторная хирургия. – 2002. – № 4. – С. 46–47.
5. Крочек И.В., Сергийко С.В., Жилияков А.В. и др. УЗИ-контролируемая внутрисуставная лазерная облитерация кист / Под ред. В.А. Привалова. – Челябинск: Титул, 2016. – 100 с.
6. Лызикив А.Н., Бугаков В.А., Скуратов А.Г. и др. Лазерные технологии в лечении гигром // Современные технологии диагностики, лечения и реабилитации повреждений и заболеваний опорно-двигательной системы: материалы VII съезда травматологов-ортопедов Республики Беларусь. – Гомель, 2002. – С. 177.
7. Сажин В.П., Коновалов А.С., Комов Ю.А. Лечение ганглиев и гигром в поликлинике // Стационарозамещающие технологии. Амбулаторная хирургия. – 2004. – № 1–2. – С. 78–80.
8. Соколов А.Л., Лядов К.В., Стойко Ю.М. Эндовенозная лазерная коагуляция в лечении варикозной болезни. – М.: Медпрактика-М, 2007. – 220 с.
9. Титаренко И.В. Ганглион кисти // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2008. – Т. 167. – № 3. – С. 87–88.
10. Титаренко И.В., Смирнов А.Б. Способ хирургического лечения ганглиона кисти // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. – 2008. – Т. 167. – № 1. – С. 75–76.
11. Шахно Е.А. Физические основы применения лазеров в медицине. – СПб.: НИУ ИТМО, 2012. – 129 с.
12. Юсупов А.С. Способ лечения синовиального ганглиона // Патент на изобретение № 2302840 от 20.11.2005 г.
13. Cheng J.W., Tang S.F., Yu T.Y., Chou S.W. et al. Sonographic features of soft tissue tumors in the hand and forearm. *Chang Gung Med. J.* 2007; 30 (6): 547–554.
14. Chung S.R., Tay S.C. Audit of clinical and functional outcomes of arthroscopic resection of wrist ganglions. *Hand Surg.* 2015; 20 (3): 415–420.
15. Страфун С.С., Лесков В.Г., Шипунов В.Г. Діагностика та лікування гангліонудолонно-променевої ділянки кистьового суглобу. *Український журнал малоінвазивної та ендоскопічної хірургії.* 2009; 13 (4): 33–37.
16. Gregush R.E., Habusta S.F. Cyst, Ganglion. Treasure Island. FL: StatPearls; 2017.
17. Gümüş N.A. New sclerotherapy technique for the wrist ganglion: transcutaneous electrocauterization. *Ann. Plast. Surg.* 2009; 63 (1): 42–44.
18. Head L., Gencarelli J.R., Allen M., Boyd K.U. Wrist ganglion treatment: systematic review and meta-analysis. *J. Hand Surg. Am.* 2015; 40 (3): 546–553.
19. Huskisson E.S. Measurement of pain. *Lancet.* 1974; 2: 1127–1131.
20. Kuliński S., Gutkowska O., Mizia S. et al. Dorsal and volar wrist ganglions: The results of surgical treatment. *Advances in clinical and experimental medicine: official organ Wroclaw Medical University.* 2019; 28 (1): 95–102.
21. Meena S., Gupta A. Dorsal wrist ganglion: Current review of literature. *J. Clin. Orthop. Trauma.* 2014; 5 (2): 59–64.
22. Peters F., Vranceanu A.M., Elbon M., Ring D. Ganglions of the hand and wrist: determinants of treatment choice. *J. Hand Surg. Eur.* 2013; 38 (2): 151–157.
23. Serdar T., Atakan A. Surgical treatment of volar wrist ganglia. *Acta. Orthop. Traumatol. Turc.* 2003; 37 (4): 21–23.
- 2013; 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/retsdiviruyushchaya-gigroma-suhozhilnyy-gangliy-diagnostika-i-lechenie> [In Russ.].
2. Demyanchuk V.M., Ignat'ev B.I. Synovial ganglia of the limbs. SPb.: Eurocopia, 2004: 184. [In Russ.].
3. Demyanchuk V.M. Clinical and radiological substantiation of surgical treatment of synovial ganglia of extremities: Abstract of candidate dissertation. SPb., 2005: 24. [In Russ.].
4. Zhupan V.F. On the treatment of ganglion. *Ambulatornaya khirurgiya.* 2002; (4): 46–47. [In Russ.].
5. Krochek I.V., Sergiyko S.V., Zhilyakov A.V. et al. Ed. Privalov V.A. Ultrasound-controlled intracavitary laser obliteration of cysts. Chelyabinsk: Titul, 2016: 100. [In Russ.].
6. Lyzikov A.N., Bugakov V.A., Skuratov A.G. et al. Laser technologies in the treatment of hygromas. Modern technologies of diagnosis, treatment and rehabilitation of injuries and diseases of the musculoskeletal system: *Proceedings of the VII Congress of traumatologists-orthopedists of the Republic of Belarus.* Gomel, 2002: 177. [In Russ.].
7. Sazhin V.P., Kononov A.S., Komov Y.A. Treatment of ganglia and Wagram in the clinic. Hospital-replacing technologies. *Ambulatornaya khirurgiya.* 2004; 1–2: 78–80. [In Russ.].
8. Sokolov A.L., Lyadov K.V., Stoyko Y.M. Endovenous laser coagulation in the treatment of varicose veins. Moscow: Medpraktika-M, 2007: 220. [In Russ.].
9. Tytarenko I.V. A ganglion of the hand. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova.* 2008; 167 (3): 87–88. [In Russ.].
10. Titarenko V.I., Smirnov A.B. Method of surgical treatment of hand ganglion. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova.* 2008; 167 (1): 75–76. [In Russ.].
11. Shahno E.A. Physical foundation for laser application in medicine. SPb.: ITMO, 2012: 129. [In Russ.].
12. Yusupov A.S. A method for synovial ganglion treatment. Patent No 2302840 dated November 20, 2005. Patent of the Russian Federation.
13. Cheng J.W., Tang S.F., Yu T.Y., Chou S.W. et al. Sonographic features of soft tissue tumors in the hand and forearm. *Chang Gung Med. J.* 2007; 30 (6): 547–554.
14. Chung S.R., Tay S.C. Audit of clinical and functional outcomes of arthroscopic resection of wrist ganglions. *Hand Surg.* 2015; 20 (3): 415–420.
15. Strafun S.S., Leskov V.G., Shipunov V.G. Diagnosis and treatment of ganglions in the palmar-radial section of the wrist joint. *Ukrayins'kyi zhurnal maloinvazivnoyi ta endoskopichnoyi khirurgii.* 2009; 13 (4): 33–37.
16. Gregush R.E., Habusta S.F. Cyst, Ganglion. Treasure Island. FL: StatPearls; 2017.
17. Gümüş N. A new sclerotherapy technique for the wrist ganglion: transcutaneous electrocauterization. *Ann. Plast. Surg.* 2009; 63 (1): 42–44.
18. Head L., Gencarelli J.R., Allen M., Boyd K.U. Wrist ganglion treatment: systematic review and meta-analysis. *J. Hand Surg. Am.* 2015; 40 (3): 546–553.
19. Huskisson E.S. Measurement of pain. *Lancet.* 1974; 2: 1127–1131.
20. Kuliński S., Gutkowska O., Mizia S. et al. Dorsal and volar wrist ganglions: The results of surgical treatment. *Advances in clinical and experimental medicine: official organ Wroclaw Medical University.* 2019; 28 (1): 95–102.
21. Meena S., Gupta A. Dorsal wrist ganglion: Current review of literature. *J. Clin. Orthop. Trauma.* 2014; 5 (2): 59–64.
22. Peters F., Vranceanu A.M., Elbon M., Ring D. Ganglions of the hand and wrist: determinants of treatment choice. *J. Hand Surg. Eur.* 2013; 38 (2): 151–157.
23. Serdar T., Atakan A. Surgical treatment of volar wrist ganglia. *Acta. Orthop. Traumatol. Turc.* 2003; 37 (4): 21–23.

References

1. Anokhin A.A., Anokhin P.A. Recurrent hygroma (tendon ganglion) – diagnosis and treatment. *Journal of Siberian Medical Sciences.*

УДК 617.7-001.15

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ИАГ-ЛАЗЕРНЫХ РЕКОНСТРУКТИВНЫХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ДЕТСКОЙ ОФТАЛЬМОПАТОЛОГИИ

Н.Н. Арестова, Н.С. Егиян, Т.Б. Круглова

ФГБУ «Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца», Москва, Россия

Резюме

В работе представлены показания к ИАГ-лазерной хирургии при заболеваниях глаз у детей, разработанные на основании 27-летнего опыта авторов. *Материал и методы.* Проведен анализ 5085 ИАГ-лазерных реконструктивных операций, выполненных в период 1991–2018 гг. Возраст детей – от 2 месяцев до 17 лет (1/3 детей – до 3 лет). Более половины лазерных операций (61%) выполнены под наркозом. *Результаты.* Реконструктивная эффективность лазерных реконструктивных операций при различных заболеваниях глаз у детей составила от 87,7 до 97,3%; оптический эффект – до 89,3%, у 75% детей повысилась острота зрения. На основании анализа результатов выполненных операций разработаны показания к лазерной офтальмохирургии у детей. *Заключение.* Необходимо шире применять в детской практике ИАГ-лазерные реконструктивные операции при врожденной, посттравматической, поствоспалительной и послеоперационной патологии глаз, что уменьшит число детей, необоснованно подвергающихся повторным инструментальным хирургическим операциям со вскрытием глазного яблока.

Ключевые слова: ИАГ-лазерная офтальмохирургия, зрачковые мембраны, вторичные катаракты, внутриглазные сращения, зрачковый блок, кисты радужки, дети.

Для цитирования: Арестова Н.Н., Егиян Н.С., Круглова Т.Б. Современные возможности применения ИАГ-лазерных реконструктивных вмешательств для лечения детской офтальмопатологии // Лазерная медицина. – 2019 – Т. 23, Вып. 3. – С. 38–45.

Контакты: Арестова Н.Н., e-mail: arestovann@gmail.com

MODERN POSSIBILITIES OF YAG-LASER RECONSTRUCTIVE INTERVENTIONS FOR THE TREATMENT OF CHILDREN'S OPHTHALMOPATHOLOGY

Arestova N.N., Egiyan N.S., Kruglova T.B.

Moscow Helmholtz Research Institute of Eye Diseases, Moscow, Russia

Abstract

In the given paper, one can find indications for YAG-laser surgery in eye diseases in children which had been developed due to 27-year experience of the authors. *Material and methods.* The authors have analyzed 5 085 YAG-laser reconstructive interventions performed in 1991–2018. Patients aged from 2 months up to 17 years. 1/3 of children were younger than 3. More than half of laser surgeries (61%) were made under general anesthesia. *Results.* Reconstructive efficiency of laser reconstructive surgeries for various eye diseases in children ranged from 87.7 to 97.3%; optical effect – up to 89.3%, visual acuity increased in 75% of children. After analyzing the obtained findings, the authors have developed indications for laser ophthalmic surgeries in children. *Conclusion.* It is recommended to use YAG-laser reconstructive surgeries more widely in pediatric practice for congenital, post-traumatic, post-inflammatory and postoperative eye pathologies what will reduce the number of children who are unreasonably subjected to repeated instrumental surgical operations with eyeball opening.

Keywords: YAG-laser ophthalmic surgery, pupillary membranes, secondary cataracts, intraocular adhesions, pupillary block, iris cysts, children.

For citation: Arestova N.N., Egiyan N.S., Kruglova T.B. Modern possibilities of YAG-laser reconstructive interventions for the treatment of children's ophthalmopathy. *Lasernaya medicina.* 2019; 23 (3): 38–45. [In Russ.].

Contacts: Arestova N.N., e-mail: arestovann@gmail.com

Введение

Лазерная реконструктивная офтальмохирургия в настоящее время достаточно широко используется у взрослых пациентов. Для этих целей применяются офтальмологические лазерные установки-деструкторы, основанные на воздействии излучения неодимового ИАГ-лазера (Nd:YAG) – иттрий-алюминиевый гранат, активированный неодимовым стеклом. Этот «холодный» короткоимпульсный лазер генерирует очень сильные и очень короткие световые импульсы, ведущие к возникновению электромагнитного поля с ионизацией среды и образованием плазмы (газовой смеси атомов, ионов, электронов, фотонов), которая поглощает всю энергию и, расширяясь, с огромной скоростью разрывает ткань интраокулярной мишени [10, 12, 13].

Такие преимущества ИАГ-лазерных операций (по сравнению с инструментальными хирургическими), как малая травматичность, обусловленная дозированной и микроскопической точностью деструкции

интраокулярных тканей, неинвазивность (отсутствие необходимости вскрытия глазного яблока), достоверное уменьшение числа осложнений позволили лазерам-деструкторам занять ведущее место в современной офтальмохирургии [5, 6, 8, 9].

Однако у детей, особенно младшего возраста, а также у неконтактных детей ИАГ-лазерные реконструктивные операции используются гораздо реже, чем у взрослых, что обусловлено техническими сложностями обеспечения точной фокусировки лазерного луча и необходимостью применения общей анестезии. Кроме того, детские глаза иначе реагируют на лазерное воздействие, чем глаза взрослых пациентов [1]. Поэтому проведение ИАГ-лазерных операций детям возможно в офтальмологических центрах, имеющих необходимое оборудование, обученный персонал и адекватное анестезиологическое обеспечение.

В отделе патологии глаз у детей ФГБУ «МНИИ ГБ им. Гельмгольца» с 1991 года ведется изучение особенностей

патологии глаз у детей и реакции глаз детей на лазерные операции. Нами была разработана и внедрена система ИАГ-лазерных реконструкций детям любого возраста, включающая перечень заболеваний, подлежащих лазерной реконструкции, методы лазерных и лазерно-инструментальных операций, показания, противопоказания, факторы риска, меры профилактики осложнений, программу диспансеризации и функциональной реабилитации [1]. Постоянное совершенствование лазерной техники и накопление опыта создает предпосылки для расширения возможностей применения лазерной хирургии в офтальмопедиатрии и постепенной замены многих инвазивных инструментальных операций лазерными [4].

Целью нашего сообщения является знакомство не только офтальмологов, но и врачей других специальностей с современными возможностями и показаниями к ИАГ-лазерной хирургии при заболеваниях глаз у детей любого возраста, для правильного выбора метода лечения и своевременного направления детей в специализированные лазерные центры.

Материал и методы

Проанализированы результаты 5085 лазерных реконструктивных операций, выполненных в отделе патологии глаз у детей ФГБУ «Московский научно-исследовательский институт глазных болезней им. Гельмгольца» с 1991-го по 2018 год. Возраст детей – от 2 месяцев до 17 лет (1/3 детей – до 3 лет). Более половины лазерных операций (61%) выполнены под наркозом.

Использованы комбинированные лазерные установки: деструктор – ИАГ-лазер (1064 нм), коагулятор – Аргон или Диод-лазер (532 нм): «Visulas-YAG-Argon-II»; «Combi III» (Zeiss, Германия); YAG YC-1800 + диод GYC-1000 (NIDEK, Япония). Применяли как традиционные лазерные методики, адаптированные для детей, так и собственные запатентованные методики [1–4].

Результаты и обсуждение

Исследование оперированных нами ИАГ-лазером глаз детей в отдаленные сроки (от 2 до 16 лет) показало их безопасность и стойкость полученных результатов. Реконструктивная эффективность их по разным нозологическим формам заболеваний составила от 87,7 до 97,3%; оптический эффект – до 89,3%, у 75% детей повысилась острота зрения. Комплексные клинко-функциональные исследования лазероперированных и парных глаз детей, выполненные до операции и в сроки до 16 лет после операций, доказали безопасность вмешательств при строгом соблюдении отработанных энергетических параметров лазерных операций [1, 4].

Наш многолетний собственный опыт и совершенствование лазерных методов лечения (запатентовано 13 ИАГ-лазерных методик лечения заболеваний глаз у детей) позволили начать использовать их в случаях, ранее считавшихся лазер-инкурабельными [2, 3]. Необходимость более широкого применения лазерных операций в офтальмопедиатрии отмечают и другие авторы, хотя специальных работ, посвященных лазерной офтальмо-

хирургии у детей, в научной литературе практически нет [7, 11].

С учетом опыта многочисленных операций последних лет и совершенствования лазерных методик нами определен следующий расширенный перечень офтальмопатологий у детей для применения ИАГ-лазерной реконструктивной хирургии: вторичные катаракты (зрачковые мембраны); внутриглазные передние и задние сращения; гониосинехии; зрачковый блок; эктопия или заращение зрачка; кисты радужки и передней камеры; витреоретинальные шварты и т. д.

Основными показаниями к лазерным реконструкциям глаз у детей традиционно были, и конечно, остаются пленчатые и полурассосавшиеся формы вторичных катаракт любой этиологии (рис. 1), а в последние годы и врожденные эмбриональные зрачковые мембраны, которые снижают остроту зрения.

Мощные пленчатые, швартообразные катаракты толщиной более 2 мм рекомендуем удалять инструментальным путем, поскольку для их лазерного рассечения требуются слишком высокие уровни лазерной энергии. Узкий зрачок (диаметром менее 1 мм с медикаментозным мидриазом) также делает невозможной лазерную операцию.

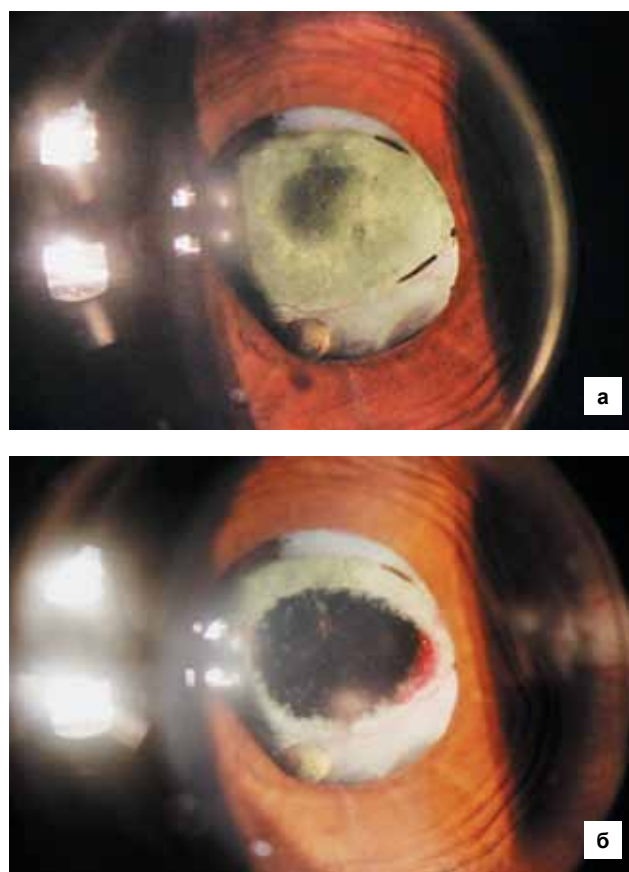


Рис. 1. Вторичная пленчатая катаракта на глазу с артифакцией: а – до операции; б – оптически чистое окно в зрачковой мембране после ИАГ-лазерной деструкции

Fig. 1. Secondary membranous cataract in the eye with artificial IOL: а – before the surgery; б – optically clear hole in the pupillary membrane after YAG-laser destruction

Ударной волной расфокусированного ИАГ-лазерного излучения можно безопасно и эффективно удалить преципитаты с передней и задней поверхности интраокулярной линзы (ИОЛ) (рис. 2).

Помимо лазерного устранения вторичных катаракт наиболее востребованным срочным лазерным вмешательством, способным уберечь глаз ребенка от инструментальной операции со вскрытием глазного яблока, является лазерная иридотомия при зрачковом блоке (рис. 3).

Лазерная иридотомия при зрачковом блоке с повышенным внутриглазным давлением должна выполняться в неотложном порядке. Однако бомбаж радужки также требует безотлагательного выполнения лазерной иридотомии, поскольку даже при нормальном внутриглазном давлении у детей быстро ведет к формированию иридо-корнеальных сращений, помутнению роговицы.

Лазерная иридотомия неэффективна при обширных плоскостных иридовитреальных сращениях, склонности к экссудативно-пролиферативным реакциям, рецидивах

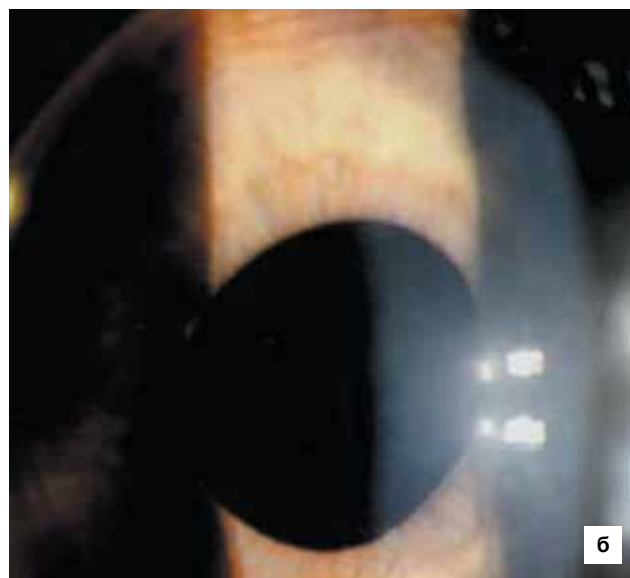
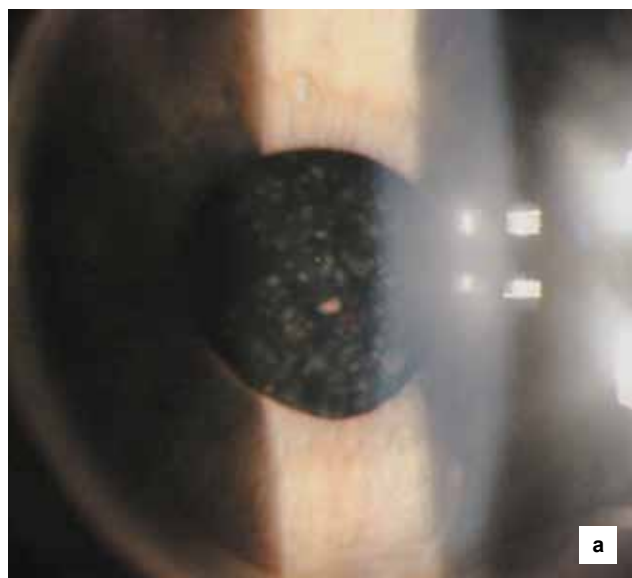


Рис. 2. Преципитаты на передней поверхности интраокулярной линзы (ИОЛ): а – до операции; б – передняя поверхность ИОЛ чиста после ИАГ-лазерного удаления преципитатов

Fig. 2. Precipitates on the anterior surface of intraocular lens (IOL): а – before the surgery; б – IOL front surface is clean after YAG-laser removal of precipitates

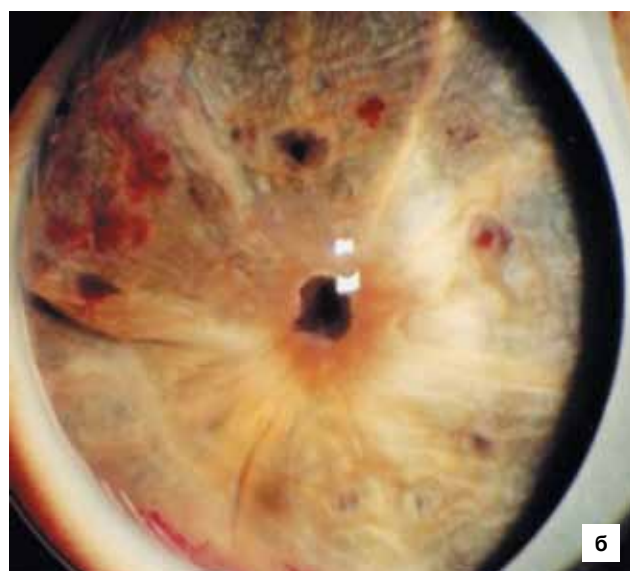
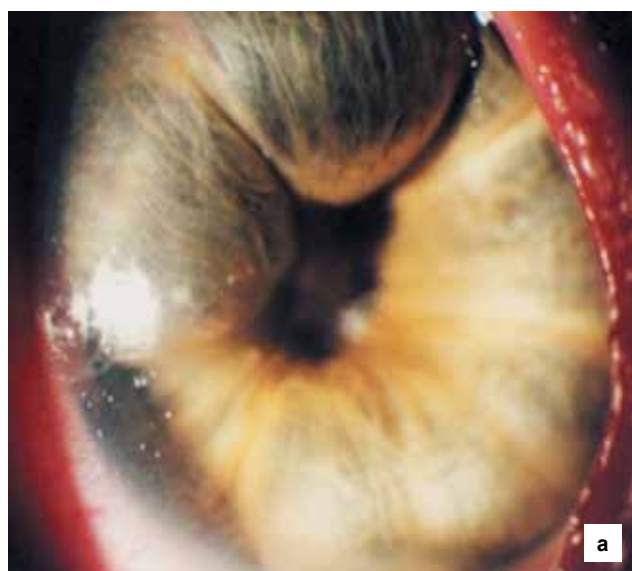


Рис. 3. Зрачковый блок, бомбаж радужки: а – до операции; б – после лазерной иридотомии зрачковый блок устранен, бомбаж радужки уплостился, видны лазерные колобомы радужки

Fig. 3. Pupillary block, iris bombe: а – before the surgery; б – after laser iridotomy, the pupillary block is removed; iris bombe decreased; laser colobomas of the iris are seen

зрачкового блока после повторных лазерных операций у детей.

Очень эффективно и востребованно лазерное рассечение сращений в передней камере, столь частых у детей после травм и хирургических операций. Тракционные витреокорнеальные сращения (синдром Ирвина–Гасса) требуют безотлагательного устранения, поскольку не только деформируют зрачок, но ведут к макулярному отеку, вторичной макулодистрофии, отслойке сетчатки с потерей зрения (рис. 4). Передние сращения, являющиеся оптическим препятствием в центральной зоне, также подлежат лазерному устранению.

ИАГ-лазерное устранение иридокорнеальных сращений в углу передней камеры не только устраняет дислокацию зрачка, но ликвидирует преангулярный блок, эффективно устраняя риск вторичной глаукомы (рис. 5).

При сращениях радужки с капсулой хрусталика и/или с ИОЛ, вызывающих деформацию, дислокацию или

секлюзию зрачка, показано ИАГ-лазерное рассечение задних сращений – задняя синехотомия (рис. 6).

Плоскостные, особенно васкуляризированные, сращения протяженностью более 3 мм не подлежат лазерному рассечению из-за частого их рецидивирования.

При деформации, дислокации зрачка любой этиологии показана лазерная кореопластика – реконструкция зрачковой зоны (рис. 7).

При заращении зрачка или выраженной дислокации его и неэффективности кореопластики возможна лазерная корепраксия – создание искусственного зрачка. Особенно ценна возможность лазерного создания зрачка у детей, которым отказано в инструментальной реконструкции (рис. 8).

Только мощный характер и обильная васкуляризация сращений в центральной зоне, рецидивы сращений с прогрессирующим рубцеванием, необходимость многократных повторных лазерных сеансов под наркозом



Рис. 4. Витреокорнеальные тракционные сращения – синдром Ирвина–Гасса: а – до операции; б – после лазерной передней синехотомии – витреокорнеальное сращение рассечено, витреальная тракция устранена

Fig. 4. Vitreous-corneal traction adhesions – syndrome Irvine–Gass: а – before the surgery; б – after laser destruction of anterior adhesion – vitreous-corneal fusion is dissected, vitreous traction is eliminated



Рис. 5. Прикорневые иридокорнеальные сращения – преангулярный блок, дислокация зрачка: а – до операции; б – после лазерной гониосинехотомии – сращение рассечено, угол передней камеры открыт, устранена дислокация зрачка

Fig. 5. Basal iridocorneal adhesions – pre-angular block, pupil dislocation: а – before the operation; б – after laser goniosynechotomy; adhesion is dissected, angle of the anterior chamber opened, pupil dislocation eliminated

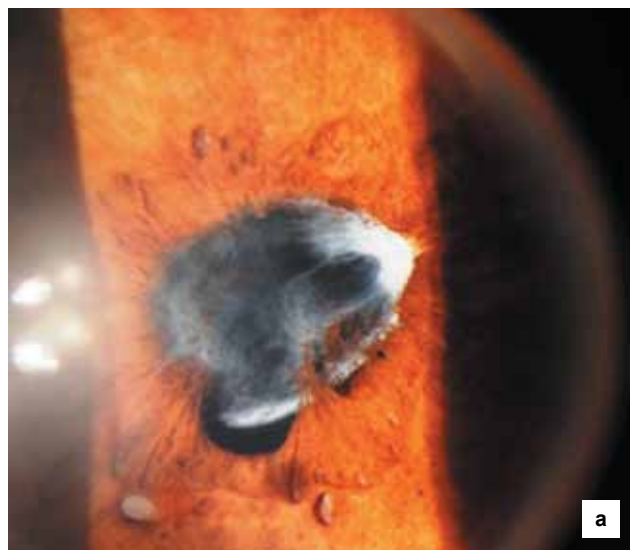


Рис. 6. Задние синехии (иридокапсулярные): а – до операции; б – после лазерной задней синехотомии – сращения рассечены (перед лазерной деструкцией вторичной катаракты)

Fig. 6. Posterior synechia (iridocapsular): а – before the surgery; б – after laser posterior synechotomy – adhesions are dissected (before laser destruction of secondary cataract)

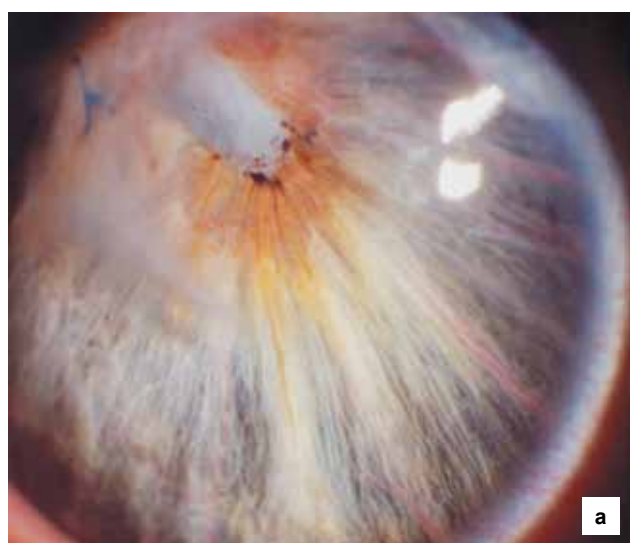


Рис. 7. Посттравматическая деформация, дислокация зрачка, вторичная пленчатая катаракта: а – до операции; б – после лазерной кореопластики и деструкции зрачковой мембраны устранена дислокация зрачка, создано оптически чистое окно в иридохрусталиковой диафрагме

Fig. 7. Post-traumatic deformation, pupil dislocation, secondary membranous cataract: а – before the surgery; б – after laser pupiloplasty and destruction of pupillary membrane; pupil dislocation is eliminated; optically clear window is created in the iridocrystal diaphragm

могут послужить обоснованием реверсии лазерного вмешательства в инструментальное.

В последние годы наш опыт позволил расширить показания к лазерной хирургии кист переднего отдела глаза. Попытку лазерного вскрытия и деструкции врожденных и посттравматических кист передней камеры теперь мы считаем обоснованной при любом, даже гигантском их размере. Даже частичное сморщивание кисты предупреждает роговичный синдром и офтальмогипертензию, сохраняя глаз ребенка на долгие годы (рис. 9). Надо активнее направлять детей на раннюю лазерную хирургию, не допуская длительного наблюдения за ростом кист с потерей шансов на восстановление зрения.

Только плоскостное васкуляризированное сращение кисты с роговицей и продолженный рост кисты после многократных безуспешных сеансов лазерного лечения служит показанием к радикальному инструментальному удалению кисты, которое, к сожалению, нередко ведет к субатрофии глаза.

Поскольку у детей внутренние фистулы после антиглаукоматозных операций нередко зарастают, весьма востребована ИАГ-лазерная рефистулизация, которая наиболее эффективна, если выполняется не позднее 1 месяца после трабекулэктомии, желательно в первую неделю после выявления зарастания внутренней фистулы (рис. 10).

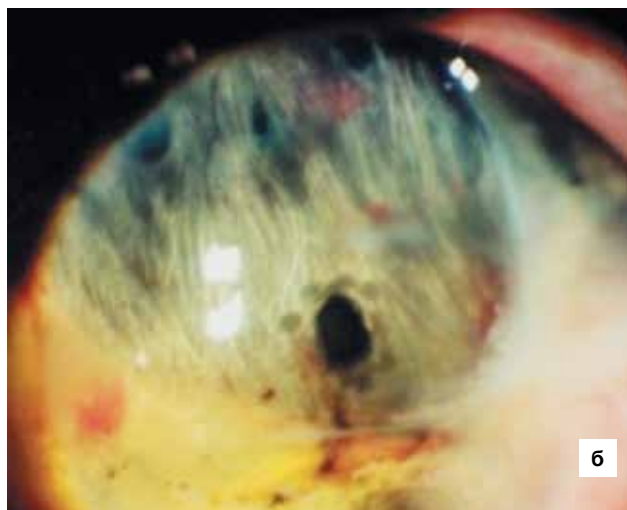


Рис. 8. Посттравматический рубец роговицы, рубцевание 3/4 передней камеры, заращение зрачка, бомбаж радужки, вторичная некомпенсированная глаукома: а – до операции; б – с антиглаукоматозной органосохранной целью выполнены ИАГ-лазерные множественные прикорневые иридотомии, ИАГ-диод-лазерная корепраксия. После операции устранен бомбаж радужки, нормализовалось ВГД, создан искусственный зрачок, ликвидирован зрачковый блок. Острота зрения повысилась от 0 до 0,1 с контактной линзой

Fig. 8. Post-traumatic scar of the cornea, 3/4 scarring of the anterior chamber, occlusion of the pupil, iris bombé, and secondary non-compensated glaucoma: a – before the surgery; б – YAG-laser multiple basal iridotomies were made to have antiglaucomatous and organ-preserving effect; YAG-diode laser corepraxia. After the surgery iris bombé was corrected, IOP became normal; artificial pupil was made, pupillary block was eliminated. Visual acuity improved from 0 to 0.1 with a contact lens



Рис. 9. Гигантская посттравматическая киста радужки: а – до операции; б – рубцевание кисты после 4 сеансов ИАГ-диод-лазерной цисто-деструкции. Иридохрусталиковое сращение не прогрессирует, острота зрения 1,0

Fig. 9. Giant posttraumatic cyst of the iris: a – before the surgery; б – scarring of the cyst after 4 sessions of YAG-Diode-laser cysto-destruction. Iridocrystal adhesion does not progress, visual acuity 1.0

ИАГ-лазерное рассечение витреальных шварт (витреошвартотомия) показано и эффективно только при тонких витреальных швртах, толщиной до 2 мм, вызывающих витреоретинальную тракцию (с угрозой отслойки сетчатки) или являющихся оптическим препятствием в центральной зоне (рис. 11).

Нередко ИАГ-лазерное воздействие целесообразно использовать как этап инструментальной операции. Так, выполнение у детей ИАГ-лазерной дозированной передней капсулотомии перед удалением катаракты, особенно при подвывихнутом хрусталике, значительно облегчает последующую инструментальную факоаспирацию,

предупреждая вывих хрусталика в витреальную полость (рис. 12).

Заключение

Лазерная офтальмохирургия повышает эффективность и уменьшает травматичность лечения, особенно в неоперабельных для инструментальной хирургии случаях, и позволяет заменить ряд инструментальных операций на лазерные, выполняя их нередко амбулаторно.

Необходимо шире применять ИАГ-лазерные реконструктивные операции при врожденной, посттравматической, поствоспалительной и послеоперационной



Рис. 10. Заращение внутренней фистулы после трабекулектомии: а – до операции; б – зона внутренней фистулы свободна после ИАГ-лазерной рефистулизации

Fig. 10. Internal fistula obliteration after trabeculectomy: а – before the surgery; б – area of internal fistula is free after YAG-laser refistulisation

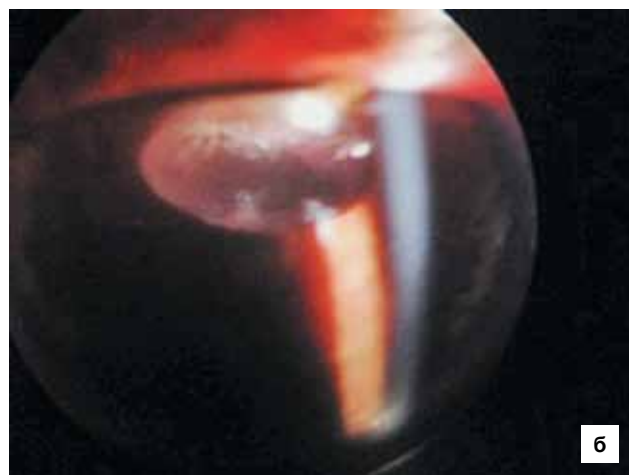


Рис. 11. Витреальные шварты: а – до операции; б – после ИАГ-лазерной витреошвартотомии

Fig. 11. Vitreal strands: а – before the operation; б – after YAG-laser vitreoshvartotomy

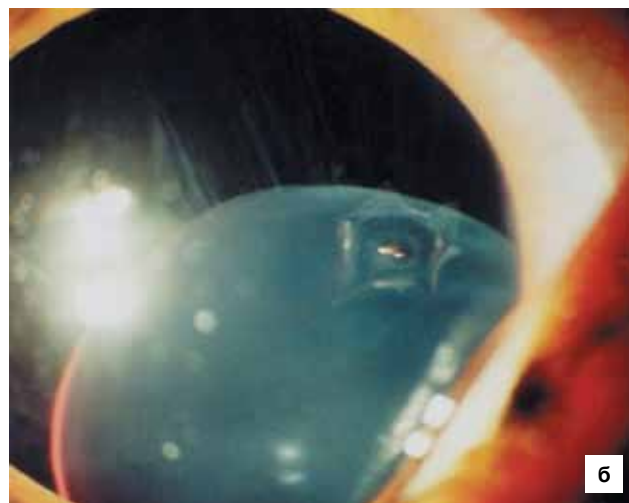


Рис. 12. Врожденный подвывих хрусталика: а – до операции; б – после ИАГ-лазерной передней капсулотомии – сформировано окно в передней капсуле для введения наконечника витреотома при последующем инструментальном удалении подвывихнутого хрусталика

Fig. 12. Congenital subluxation of the lens: а – before the operation; б – after YAG-laser anterior capsulotomy – a window is formed in the anterior capsule for inserting the tip of the vitreotome for the subsequent instrumental removal of subluxated crystalline lens

патологии глаз у детей, что уменьшит число детей, необоснованно подвергающихся повторным инструментальным хирургическим операциям со вскрытием глазного яблока.

Литература

1. Арестова Н.Н. Разработка системы ИАГ-лазерной оптико-реконструктивной хирургии переднего отдела глаза у детей: Дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2009. – 565 с.
2. Арестова Н.Н., Катаргина Л.А. Лазерная хирургия кист переднего отдела глаза у детей // Российский офтальмологический журнал. – 2011. – Т. 4. – № 3. – С. 25–30.
3. Арестова Н.Н., Катаргина Л.А., Калинин Р.В. Лазерное лечение флоккул радужки у детей // Российская педиатрическая офтальмология. – 2015. – № 3. – С. 41–43.
4. Нероев В.В., Арестова Н.Н. Лазерные реконструктивные операции при заболеваниях глаз у детей. – М.: Изд. РАН. 2018. – 304 с.
5. Степанов А.В. Лазерная реконструктивная офтальмохирургия: Дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1991. – 398 с.
6. Aron-Rosa D., Grieseman J.C. Use a pulsed lasers in ophthalmology. *Laser Medical*. 1980 (OPTO 80): 14–15.
7. Buckley E.G., Klombers L.A., Seaber J.H. et al. Management of the posterior capsule during pediatric intraocular lens implantation. *Am. J. Ophthalmol*. 1993; 115: 722–728.
8. Fankhauser F., Roussel P., Steffen H. et al. Clinical studies on efficiency of high power laser radiation upon some structures of the anterior segment of the eye. First experiences of the treatment of some pathological conditions of the anterior segment of the human eye by means of a Q-switched laser system. *Int. Ophthalmol*. 1981; 3 (3): 129–139.
9. Fankhauser F., Kwasniewska S. (eds). *Laser in ophthalmology. Basic, diagnostic and surgical aspects*. Hague, Netherlands, 2003: 452.
10. Fujimoto J.G., Lin W.Z., Ippen E.P. Time-resolved studies of Nd:YAG laser – induced breakdown, plasma formation, acoustic wave generation and cavitation. *Inv. Ophthalmol*. 1985; 26 (12): 1771–1777.
11. Malukiewicz-Wisniewska G., Kaluzny J., Lesiewska-Junk H. et al. Intraocular lens implantation in children and youth. *J. Pediatr. Ophthalmol. Strabismus*. 1999; 36 (3): 129–133.
12. Steinert R.F., Puliafito C.A. The Nd-YAG laser in ophthalmology: Principles and Clinical Applications of Photodistribution. Philadelphia, PA: Saunders, U.K., 1986: 200.
13. Trokel S.L. Optical breakdown and YAG laser physics. *YAG Laser Ophthalmic Microsurgery*. Ed. S.L. Trokel. Norwalk: Appleton-Century-Crofts, 1983: 7–14.

References

1. Arestova N.N. Development of YAG laser optical reconstructive surgery of the anterior eye in children: Dissertation of Dr. Sc. (med). Moscow, 2009: 565. [In Russ.].
2. Arestova N.N., Katargina L.A. Laser surgery of cysts of the anterior eye in children. *Rossiyskiy oftal'mologicheskiy zhurnal*. 2011; 4 (3): 25–30. [In Russ.].
3. Arestova N.N., Katargina L.A., Kalinichenko R.V. Laser treatment of iris flocculus in children. *Rossiyskaya pediatricheskaya oftal'mologiya*. 2015; 3: 41–43. [In Russ.].
4. Neroev V.V., Arestova N.N. Laser reconstructive surgery for eye diseases in children. M.: Publish. RAN, 2018: 304. [In Russ.].
5. Stepanov A.V. Laser reconstructive ophthalmosurgery: Dissertation of Dr. Sc. (med). M., 1991: 398. [In Russ.].
6. Aron-Rosa D., Grieseman J.C. Use a pulsed lasers in ophthalmology. *Laser Medical*. 1980 (OPTO 80): 14–15.
7. Buckley E.G., Klombers L.A., Seaber J.H. et al. Management of the posterior capsule during pediatric intraocular lens implantation. *Am. J. Ophthalmol*. 1993; 115: 722–728.
8. Fankhauser F., Roussel P., Steffen H. et al. Clinical studies on efficiency of high power laser radiation upon some structures of the anterior segment of the eye. First experiences of the treatment of some pathological conditions of the anterior segment of the human eye by means of a Q-switched laser system. *Int. Ophthalmol*. 1981; 3 (3): 129–139.
9. Fankhauser F., Kwasniewska S. (eds). *Laser in ophthalmology. Basic, diagnostic and surgical aspects*. Hague, Netherlands, 2003: 452.
10. Fujimoto J.G., Lin W.Z., Ippen E.P. Time-resolved studies of Nd:YAG laser – induced breakdown, plasma formation, acoustic wave generation and cavitation. *Inv. Ophthalmol*. 1985; 26 (12): 1771–1777.
11. Malukiewicz-Wisniewska G., Kaluzny J., Lesiewska-Junk H. et al. Intraocular lens implantation in children and youth. *J. Pediatr. Ophthalmol. Strabismus*. 1999; 36 (3): 129–133.
12. Steinert R.F., Puliafito C.A. The Nd-YAG laser in ophthalmology: Principles and Clinical Applications of Photodistribution. Philadelphia, PA: Saunders, U.K., 1986: 200.
13. Trokel S.L. Optical breakdown and YAG laser physics. *YAG Laser Ophthalmic Microsurgery*. Ed. S.L. Trokel. Norwalk: Appleton-Century-Crofts, 1983: 7–14.

УДК 615.849.19:616.34-007.43-021.3:616.5-003.93:616-007.17

ОСОБЕННОСТИ ОТВЕТНЫХ РЕАКЦИЙ НЕКОТОРЫХ КЛЕТОЧНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ И КОЛЛАГЕНООБРАЗОВАНИЯ У КРЫС С МОДЕЛЬЮ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОЙ ВЕНТРАЛЬНОЙ ГРЫЖИ ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КРАСНЫЙ КОСТНЫЙ МОЗГ

Е.С. Головнева^{1,2}, Е.С. Николенко¹, Ж.А. Ревель-Муроз²

¹ ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, Челябинск, Россия

² ГБУЗ «Многопрофильный центр лазерной медицины», Челябинск, Россия

Резюме

Профилактика возникновения послеоперационных грыж передней брюшной стенки является актуальной проблемой абдоминальной хирургии. Нарушение количественного соотношения коллагенов I/III типов негативно воздействует на характеристики формирующейся соединительной ткани, что ведет к образованию и рецидиву грыж. Целью исследования являлось изучение влияния лазерного облучения зон локализации костного мозга на количество и соотношение коллагена I и III типов, количество фибробластов, площадь сосудистого русла и морфофункциональную активность тучных клеток в формирующемся соединительно-тканном рубце. *Материал и методы.* Эксперимент проведен на 20 лабораторных крысах с моделью послеоперационной вентральной грыжи, разделенных на две группы: 1 – контрольную и 2 – опытную, животным которой осуществлялось лазерное воздействие на зоны локализации костного мозга (980 нм, мощность 1,0 Вт, непрерывный режим, 300 с, пятикратно). Через 30 суток после

моделирования грыжи образцы тканей фиксировали в формалине, готовили гистологические срезы, морфометрическим методом определяли площадь сосудистого русла, содержание фибробластов, тучных клеток, их морфофункциональную активность. Иммуногистохимическим методом определяли содержание коллагенов I и III типа. *Результаты.* Лазерное воздействие на костный мозг достоверно повышало содержание коллагена I типа и соотношение коллагена I и III типов, количество фибробластов, площадь сосудистого русла, морфофункциональную активность тучных клеток в тканях передней брюшной стенки у крыс с моделью послеоперационной вентральной грыжи, что может являться основой для разработки способа профилактики грыжеобразования.

Ключевые слова: лазерное излучение, вентральная грыжа, коллаген, фибробласты, тучные клетки, сосуды.

Для цитирования: Головнева Е.С., Николенько Е.С., Ревель-Муроз Ж.А. Особенности ответных реакций некоторых клеточных популяций соединительной ткани и коллагенообразования у крыс с моделью послеоперационной вентральной грыжи после лазерного воздействия на красный костный мозг // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23. – Вып. 3. – С. 45–49.

Контакты: Головнева Е.С., e-mail: micron30@mail.ru

FEATURES OF RESPONSE REACTIONS OF SOME CELL POPULATIONS OF CONNECTIVE TISSUE AND COLLAGEN FORMATION IN A RAT MODEL WITH POSTOPERATIVE VENTRAL HERNIA AFTER LASER IRRADIATION ON RED BONE MARROW

Golovneva E.S.^{1,2}, Nikolenko E.S.¹, Revel-Muroz J.A.²

¹ South Ural State Medical University of the Ministry of Health, Chelyabinsk, Russia

² Multidisciplinary Center of Laser Medicine, Chelyabinsk, Russia

Abstract

Prevention of postoperative hernias of the anterior abdominal wall is an actual problem of abdominal surgery. Impairments in the quantitative ratio of collagens of types I/III negatively affect characteristics of the forming connective tissue what leads to the formation of hernia recurrences. *Purpose.* To study effects of laser light irradiation of bone marrow location zones at the number and ratio of collagen types I and III, at the number of fibroblasts, at the area of vascular bed and morphofunctional activity of mast cells in the forming connective tissue scar. *Material and methods.* 20 laboratory rats with postoperative ventral hernia were taken into the experiment. They were divided into two groups: control and experimental. Zones of bone marrow in experimental animals were irradiated with laser light (980 nm, power 1.0 W, continuous mode, 300 s, five sessions). In 30 days after hernia modeling, tissue samples were fixed in formalin; histological sections were prepared; area of vascular flow, level of fibroblasts, mast cells, and their morphofunctional activity were studied with the morphometric method. The level of collagens of type I and III was studied with the immunohistochemical method. *Results.* Laser exposure to bone marrow significantly increased type I collagen level and ratio of type I and III collagen; it also increases the number of fibroblasts, area of vascular bed, morphofunctional activity of mast cells in tissues of the anterior abdominal wall in rats with a model of postoperative ventral hernia. These promising findings may promote further researches on developing a technique for preventing hernia formation.

Keywords: laser irradiation, hernia, collagen, fibroblasts, mast cells, blood vessels.

For citation: Golovneva E.S., Nikolenko E.S., Revel-Muroz J.A. Features of response reactions of some cell populations of connective tissue and collagen formation in a rat model with postoperative ventral hernia after laser irradiation on red bone marrow. *Lasernaya medicina.* 2019; 23 (3): 45–49. [In Russ.].

Contacts: Golovneva E.S., e-mail: micron30@mail.ru

Введение

Грыжа передней брюшной стенки – полиэтиологическое заболевание, влекущее за собой множественные расстройства в деятельности внутренних органов. Количество выявляемых вентральных послеоперационных грыж продолжает расти, что является следствием увеличения в популяции больных с признаками дисплазии соединительной ткани [5]. Профилактика возникновения послеоперационных грыж передней брюшной стенки является актуальной проблемой абдоминальной хирургии [2].

К образованию и рецидиву грыж ведет нарушение количественного соотношения коллагенов I/III типов, что негативно воздействует на характеристики формирующейся соединительной ткани [2, 4]. На продукцию коллагена фибробластами могут оказать влияние дефицит местного кровотока и паракринные эффекты ряда клеточных популяций, в том числе соединительно-тканых тучных клеток и стволовых клеток [2, 3, 7].

Известно, что непосредственное лазерное воздействие на ткани активирует тучные клетки, что приводит к повышению уровня медиаторов, факторов роста, протеаз. Это сопровождается изменениями пролиферативной и синтетической активности других клеточных ансамблей, в том числе фибробластов, усилением

региональной микроциркуляции [6]. Также показано, что лазерное воздействие на красный костный мозг животных с ишемическим повреждением миокарда может вызывать опосредованную активацию тучных клеток, локализованных в сердце, перестройку соединительной ткани в зоне инфаркта и уменьшение ее относительной площади [3]. В связи с этими данными после лазерного воздействия на костный мозг логично ожидать повышения морфофункциональной активности тучных клеток и ответных клеточных реакций в соединительной ткани формирующегося грыжевого мешка.

Изучение взаимосвязей между содержанием I и III типов коллагена в грыжевой соединительной ткани, содержанием фибробластов, площадью сосудистого русла, количественным и качественным составом тучных клеток после лазерного облучения красного костного мозга позволит оценить вклад клеток соединительной ткани в регуляцию процессов коллагенообразования и возможности воздействия на этот процесс лазером.

Целью исследования являлось изучение влияния инфракрасного лазерного облучения зон локализации костного мозга на количество и соотношение коллагена I и III типов, количество фибробластов, площадь сосудистого русла и морфофункциональную активность тучных клеток в формирующемся соединительно-тканном рубце.

Материал и методы

Эксперимент проведен на 20 беспородных лабораторных крысах в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации 1964 г. (с изменениями и дополнениями на 2008 г.) и приказа № 755 МЗ СССР «О мерах по дальнейшему совершенствованию организационных форм работы с использованием лабораторных животных» от 12.08.1977.

Моделирование послеоперационной вентральной грыжи белой линии живота проводили под общим обезболиванием препаратом «Золетил». Продольно на протяжении 4 см от мечевидного отростка рассекали кожу, подкожную клетчатку, апоневроз белой линии живота, мышцы передней брюшной стенки. Кожу и подкожно-жировую клетчатку над дефектом ушивали непрерывным швом. Грыжевое выпячивание в области операционного вмешательства формировалось в течение 30 суток после операции.

Животные были разделены на 2 группы, по 10 особей в каждой: 1 – контрольные животные с моделью грыжи белой линии живота; 2 – крысы с моделью грыжи белой линии живота, на которых проводили лазерное воздействие.

Лазерное воздействие осуществляли аппаратом «ИРЭ-Полус» (Россия), длиной волны 980 нм, мощностью 1,0 Вт, в непрерывном режиме, 300 с, начиная с первого дня после операции по моделированию грыжи белой линии живота. Облучение проводили ежедневно в течение пяти дней на зоны локализации красного костного мозга: подвздошные кости, основание хвоста, бедренные кости, по 60 с на каждую зону.

Через 30 суток после операции моделирования грыжи выполняли забор кожи и мышц передней брюшной стенки. Для оценки морфологии препараты кожи и мышц передней брюшной стенки фиксировали 10% нейтральным формалином. После стандартной гистологической проводки, приготовления парафиновых блоков срезы окрашивали гематоксилин-эозином для морфометрии количества фибробластов и относительной площади сосудистого русла и толудиновым синим (pH 2,0) для выявления тучных клеток. Подсчитывали содержание целых тучных клеток, клеток в состоянии дегрануляции различной степени и индекс дегрануляции, представляющий соотношение дегранулированных и целых клеток. Степени дегрануляции определяли подсчетом количества гранул за пределами клетки (I степень – 1–2 гранулы, II степень – 3–10 гранул, III степень – свыше 10 гранул).

Коллаген I и III типа выявляли иммуногистохимическим методом с использованием кроличьих поликлональных антител (Biorbyt, США) и поливалентной системы DakoCytomation (Dako, США) с пероксидазной меткой. Содержание коллагенов подсчитывалось как коэффициент соотношения окрашенных и неокрашенных структур в тканях по 20 полям зрения на каждый гистологический срез.

При морфометрическом исследовании величины площади сосудистого русла использовали аналог окулярной стереометрической сетки Г.Г. Автандилова, содержащий 100 тест-точек [1]. Морфометрию микропрепаратов осуществляли на микроскопе LEICA DMRXA (Германия)

с цифровой видеокамерой LEICA DFC 290 (Германия). Для анализа изображений применялась программа ImageScope M (Германия).

Статистическая обработка цифровых данных осуществлялась при помощи лицензированных компьютерных программ Microsoft Excel, Statistica 10.0 для операционной системы Windows методом вариационного анализа с определением медианы и интерквартильного размаха, критерия Манна–Уитни. Для выяснения корреляционных взаимосвязей ряда показателей применялся линейный коэффициент корреляции (r). Статистическое измерение связи (силы и направления) проводилось путем вычисления коэффициента корреляции рангов Спирмена (ρ). Коэффициент равен +1,0 при прямой связи, –1,0 – при обратной связи, 0 – при отсутствии связи. Сила корреляционной связи оценивалась качественно: $\rho = 0,0 \dots -0,25$ и $\rho = 0,0 \dots 0,25$ – отсутствие связи или слабая связь; $\rho = 0,26 \dots 0,5$ (–0,26...–0,5) – умеренная связь; $\rho = 0,51 \dots 0,75$ (–0,51...–0,75) – средняя связь; $\rho = 0,76$ и более (–0,76...) – сильная связь. При вероятности ошибки $p < 0,05$ различия в группах считались статистически значимыми.

Результаты и обсуждение

На 30-е сутки после моделирования грыжи живота у крыс отмечалось грыжевое выпячивание в области кожного шва, макроскопически объем грыжевого выпячивания в группе контроля составил 7,0 (3,0; 9,0) у. е., в опытной группе с лазерным воздействием объем грыжи был достоверно меньше – 4,0 (2,0; 6,0) у. е.

Содержание коллагена I типа в препаратах кожи и мышц было достоверно выше, а содержание коллагена III типа – достоверно меньше в группе лазерного воздействия на костный мозг (табл. 1, 2).

Показатель соотношения коллагена I и III типа, характеризующий полноценность соединительной ткани, был достоверно выше в группе лазерного воздействия, чем в контроле. В группе лазерного воздействия отмечалось достоверное увеличение количества фибробластов в соединительной ткани, сформированной в области грыжевого дефекта как в коже, так и в мышцах.

Относительная площадь сосудистого русла в группе лазерного воздействия достоверно превышала показатели контроля, причем максимально это проявлялось в мышечной ткани.

После лазерного воздействия на зоны локализации костного мозга в тканях экспериментальной вентральной грыжи отмечалось достоверное увеличение общего количества тучных клеток, снижение содержания целых клеток и содержания клеток I степени дегрануляции (самой слабой), повышение содержания клеток с III (максимальной) степенью дегрануляции. Достоверно увеличивался индекс дегрануляции тучных клеток. Описанные изменения наблюдались как в коже, так и в мышечном слое грыжи. Все эти данные свидетельствовали о повышении функциональной активности тучных клеток в соединительной ткани формирующегося грыжевого дефекта.

Корреляционный анализ полученных данных показал наличие прямой сильной корреляционной связи между

Таблица 1

Морфометрические показатели в области соединительно-тканного рубца в коже передней брюшной стенки

Table 1

Morphometric indicators in the area of connective tissue scar in skin of the anterior abdominal wall

Показатели Indicators		Группы животных Group of animals	
		Контроль Controls	Лазерное воздействие (980 нм, 1,0 Вт, 300 с, пятикратно) Laser irradiation (980 nm, 1,0 W, 300 s, 5 times)
Количество фибробластов Number of fibroblasts		30,0 (20,0; 60,0)*	60,0 (45,0; 80,0)*
Коллаген Collagen	Коллаген I типа (у. е.) Type I collagen (с. у.)	33,44 (32,33; 34,77)*	49,12 (48,42; 49,33)*
	Коллаген III типа (у. е.) Type III collagen (с. у.)	52,21 (51,66; 52,53)*	45,33 (43,33; 45,54)*
	Соотношение коллагена I и III типов Ratio of collagen types I/III	0,63 (0,62; 0,65)*	1,08 (1,06; 1,14)*
Тучные клетки Mast cells	Целые клетки/мм ² Whole cells/mm ²	10,0 (5,0; 20,0)	5,0 (5,0; 20,0)
	I степень дегрануляции/мм ² Degree I of degranulation/mm ²	7,5 (5,0; 10,0)	5,0 (5,0; 10,0)
	II степень дегрануляции/мм ² Degree II of degranulation/mm ²	5,0 (5,0; 10,0)	10,0 (5,0; 10,0)
	III степень дегрануляции/мм ² Degree III of degranulation/mm ²	10,0 (5,0; 10,0)*	15,0 (15,0; 25,0)*
	Общее количество клеток/мм ² Total cells/mm ²	15,0 (5,0; 30,0)*	30,0 (20,0; 40,0)*
	Индекс дегрануляции Degranulation index	0,5 (0,2; 0,8)*	1,0 (0,75; 1,0)*
	Относительная площадь сосудистого русла (у. е.) Relative vascular bed area (с. у.)	12,0 (4,0; 19,0)*	16,0 (6,0; 34,0)*

Примечание. * – $p < 0,05$ при сравнении группы лазерного воздействия с группой контроля.**Note.** * – $p < 0.05$ when comparing the laser-irradiation group to the control group.

количеством тучных клеток III степени дегрануляции и количеством коллагена I типа, $R = 0,95$ ($p = 0,014$) в коже передней брюшной стенки контрольной группы, прямой сильной корреляционной связи между количеством тучных клеток III степени дегрануляции и количеством коллагена I типа, $R = 0,9$ ($p = 0,037$) в мышечной ткани контрольной группы, прямой сильной корреляционной связи между индексом дегрануляции тучных клеток и соотношением коллагена I/III типов, $R = 0,97$ ($p = 0,005$) в мышечной ткани опытной группы.

Таблица 2

Морфометрические показатели в области соединительно-тканного рубца в мышечной ткани передней брюшной стенки

Table 2

Morphometric parameters in scar connective tissue in the muscle layer of anterior abdominal wall

Показатели Parameters		Группы животных Groups of animals	
		Контроль Controls	Лазерное воздействие (980 нм, 1,0 Вт, 300 с, пятикратно) Laser irradiation (980 nm, 1,0 W, 300 s, 5 times)
Количество фибробластов The amount of fibroblasts		40,0 (20,0; 50,0)*	55,0 (45,0; 65,0)*
Коллаген Collagen	Коллаген I типа (у. е.) Type I collagen (с. у.)	33,51 (32,47; 35,34)*	47,08 (46,22; 48,1)*
	Коллаген III типа (у. е.) Type III collagen (с. у.)	55,63 (53,45; 56,22)*	45,26 (44,54; 45,65)*
	Соотношение коллагена I и III типов Ratio of collagen types I/III	0,63 (0,56; 0,64)*	1,06 (1,03; 1,06)*
Тучные клетки Mast cells	Целые клетки/мм ² Whole cells/mm ²	5,0 (5,0; 10,0)	5,0 (5,0; 10,0)
	I степень дегрануляции/мм ² Degree I degranulation/mm ²	5,0 (5,0; 10,0)	5,0 (5,0; 10,0)
	II степень дегрануляции/мм ² Degree II of degranulation/mm ²	10,0 (5,0; 10,0)	5,0 (5,0; 15,0)
	III степень дегрануляции/мм ² Degree III of degranulation/mm ²	5,0 (5,0; 10,0)*	15,0 (5,0; 15,0)*
	Общее количество клеток/мм ² Total cells/mm ²	5,0 (5,0; 10,0)*	20,0 (15,0; 35,0)*
	Индекс дегрануляции Degranulation index	0,75 (0,5; 1,0)*	1,0 (0,75; 1,0)*
	Относительная площадь сосудистого русла (у. е.) Relative vascular bed area (с. у.)	4 (0; 12)*	14 (8; 28)*

Примечание. * – $p < 0,05$ при сравнении группы лазерного воздействия с группой контроля.**Note.** * – $p < 0.05$ when comparing laser-irradiation groups to the control group.

В коже передней брюшной стенки у крыс с моделью грыжи белой линии живота после лазерного воздействия были обнаружены прямая средняя корреляционная связь между общим количеством тучных клеток и площадью сосудистого русла, $R = 0,5$ ($p = 0,001$), прямая умеренная корреляционная связь между количеством тучных клеток III степени дегрануляции и площадью сосудистого русла, $R = 0,346$ ($p = 0,028$), прямая умеренная корреляционная связь между индексом дегрануляции тучных клеток и количеством фибробластов, $R = 0,32$ ($p = 0,049$).

В мышечной ткани передней брюшной стенки у крыс с моделью грыжи белой линии живота были обнаружены прямая умеренная корреляционная связь между общим количеством тучных клеток и площадью сосудистого русла, $R = 0,393$ ($p = 0,016$) в контрольной группе, прямая умеренная корреляционная связь между количеством тучных клеток II степени дегрануляции и площадью сосудистого русла, $R = 0,492$ ($p = 0,014$) в контрольной группе, прямая умеренная корреляционная связь между общим количеством тучных клеток и количеством фибробластов, $R = 0,49$ ($p = 0,00014$) в группе лазерного воздействия, прямая умеренная корреляционная связь между количеством тучных клеток II степени дегрануляции и количеством фибробластов, $R = 0,329$ ($p = 0,046$) в группе лазерного воздействия.

Результаты эксперимента показали, что лазерное воздействие на зоны локализации красного костного мозга вызывает повышение синтеза коллагена I типа фибробластами и нормализацию соотношения коллагенов I/III типов в рубцовой ткани, что повышает упругость и эластичность соединительной ткани и препятствует формированию грыжевого мешка.

Прямые связи между содержанием в ткани тучных клеток с максимальной степенью дегрануляции и индексом дегрануляции, с одной стороны, площадью сосудистого русла, количеством фибробластов, содержанием коллагена I типа, с другой стороны, выявленные нами в результате корреляционного анализа, показывают, что в соединительной ткани формирующейся грыжи тучные клетки играют роль регуляторов продукции коллагена. Повышение их активности отражается в увеличении васкуляризации ткани, усилении пролиферации фибробластов, синтезе фибробластами коллагена в соотношениях, характерных для нормальной соединительной ткани.

Так как в нашем эксперименте не применялось прямое лазерное воздействие на грыжевой дефект, а осуществлялось облучение зон локализации красного костного мозга, мы полагаем, что триггерным моментом активации тучных клеток и последующих репаративных изменений являлось паракринное влияние стволовых клеток. Как было показано ранее [3], механизм этого процесса включает усиление миграции стволовых клеток из костного мозга в кровь под действием лазера, хоуминг стволовых клеток к поврежденным тканям и взаимодействие выделяемых биологически активных веществ с клетками микроокружения.

Заключение

Лазерное воздействие на зоны локализации красного костного мозга достоверно изменяет количество и соотношение коллагена I и III типов, повышает количество фибробластов, повышает относительную площадь сосудистого русла, увеличивает количество тучных клеток и интенсивность их дегрануляции в зоне формирования рубца у крыс с моделью вентральной послеоперационной грыжи. Эти результаты свидетельствуют

о повышении активности репаративных процессов и нормализации структуры соединительной ткани и могут являться основой для разработки способов профилактики грыжеобразования.

Литература

1. Автандилов Г.Г. Основы количественной патологической анатомии. – М.: Медицина, 2002. – 240 с.
2. Богдан В.Г., Криворот С.Г., Владимирская Т.Э., Швед И.А. и др. Влияние мезенхимальных стволовых клеток из жировой ткани на синтез коллагена при различных способах пластики моделированной послеоперационной грыжи // Новости хирургии. – 2013. – Т. 21. – № 2. – С. 21–29.
3. Головнева Е.С., Рейдман В.Р., Кравченко Т.Г. Динамика репаративных процессов в миокарде после лазерного облучения зон локализации красного костного мозга // Лазерная медицина. – 2014. – Т. 18. – Вып. 2. – С. 36–39.
4. Иванов И.С., Лазаренко В.А., Иванов С.В., Горяинова Г.Н. и др. Соотношение коллагена I и III типов в коже и апоневрозе у пациентов с вентральными грыжами // Новости хирургии. – 2013. – Т. 21. – № 3. – С. 33–36.
5. Лазаренко В.А., Иванов И.С., Цуканов А.В., Иванов А.В. и др. Архитектоника коллагеновых волокон в коже и апоневрозе у больных с вентральными грыжами и без грыжевой болезни // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2014. – № 2. – С. 41–45.
6. Смелова И.В., Головнева Е.С. Динамика функциональной активности тироцитов при изменении морфофункционального состояния тучных клеток щитовидной железы под воздействием инфракрасного лазерного излучения // Вестник Российского государственного медицинского университета. – 2016. – № 6. – С. 39–44.
7. Heffner J.J., Holmes J.W., Ferrari J.P., Krontiris-Litowitz J. et al. Bone marrow-derived mesenchymal stromal cells and platelet-rich plasma on a collagen matrix to improve fascial healing. *Hernia*. 2012; 16 (6): 677–687.

References

1. Avtandilov G.G. Principles of quantitative pathological anatomy. M.: Medicina, 2002: 240. [In Russ.].
2. Bogdan V.G., Krivorot S.G., Vladimirskaia T.E., Shved I.A. et al. The effect of mesenchymal stem cells of the adipose tissue at collagen synthesis in various plastic modellings of simulated postoperative hernia. *Novosti hirurgii*. 2013; 21 (2): 21–29. [In Russ.].
3. Golovneva E.S., Rejdman V.R., Kravchenko T.G. Dynamics of reparative processes in the myocardium after laser irradiation of red bone marrow locations. *Lasernaja medicina*. 2014; 18 (2): 36–39. [In Russ.].
4. Ivanov I.S., Lazarenko V.A., Ivanov S.V., Gorjainova G.N. et al. The ratio of collagen type I and III in the skin and aponeurosis in patients with ventral hernias. *Novosti hirurgii*. 2013; 21 (3): 33–36. [In Russ.].
5. Lazarenko V.A., Ivanov I.S., Cukanov A.V., Ivanov A.V. et al. Architectonics of collagen fibers in the skin and aponeurosis in patients with ventral hernias and without hernial disease. *Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik «Chelovek i ego zdorov'e»*. 2014; 2: 41–45. [In Russ.].
6. Smelova I.V., Golovneva E.S. Dynamics of functional activity of thyroid cells in changes of morphofunctional state of thyroid mast cells under infrared laser irradiation. *Vestnik Rossijskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta*. 2016; 6: 39–44. [In Russ.].
7. Heffner J.J., Holmes J.W., Ferrari J.P., Krontiris-Litowitz J. et al. Bone marrow-derived mesenchymal stromal cells and platelet-rich plasma on a collagen matrix to improve fascial healing. *Hernia*. 2012; 16 (6): 677–687.

УДК 616-001.45-616-72

ВЛИЯНИЕ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ С ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРОМ, КОМПЛЕКСИРОВАННЫМ С АМФИФИЛЬНЫМИ ПОЛИМЕРАМИ, НА РЕПАРАТИВНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОГНЕСТРЕЛЬНЫХ РАН

Е.Ф. Шин¹, В.И. Елисеенко¹, В.А. Дуванский^{1,2}¹ ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России», Москва, Россия² ФГАОВ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

Резюме

Цель: оценить эффективность фотодинамической терапии с фотосенсибилизатором фотодитазин, комплексированным с амфифильными полимерами, в лечении экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей. **Материал и методы.** Проведены экспериментальные исследования на 50 нелинейных крысах, разделенных на 3 группы в зависимости от метода лечения: контрольная – традиционное лечение; 1-я опытная – ФДТ с фотодитазин в форме водного раствора 0,5%; 2-я опытная – ФДТ с комплексом «микрокапсулированный фотодитазин 0,1% – амфифильный полимер». Для ФДТ ран применяли аппарат «АКТУС-2» отечественного производства. Длина волны лазерного излучения $661 \pm 0,03$ нм. Использовали плотность мощности лазерного излучения 1 Вт/см². Плотность энергии составляла 50 Дж/см². Выполнен анализ данных, полученных на основании цитологических и гистологических исследований. **Результаты.** Через 10 суток во 2-й опытной группе после ФДТ в мазках-отпечатках определяли картину активной пролиферации, а также дифференцирование элементов репарации. Отмечали увеличение числа мононуклеарных элементов до $9,4 \pm 0,8\%$, а также общего количества юных и зрелых фибробластов. По сравнению с таковыми предыдущих групп сравнения в раневом экссудате насчитывалось в два раза больше клеточных элементов репарации, отмечалось отсутствие дегенеративно измененных нейтрофилов. ФДТ с фотодитазин, комплексированным с амфифильными полимерами, купирует расстройства системы микроциркуляции, активизирует альтернативно-экссудативную фазу воспаления. При этом в зоне сотрясения происходит ограничение развития вторичных некрозов и восстановление жизнеспособности поврежденных тканей. **Заключение.** ФДТ с комплексом «микрокапсулированный фотодитазин – амфифильный полимер» экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей приводит к быстрому восстановлению жизнеспособности поврежденных тканей в зоне сотрясения, раннему развитию процессов репарации, выраженной активации макрофагов, стимуляции ангиогенеза и коллагеногенеза, ускорению рубцевания и эпителизации раневого дефекта.

Ключевые слова: фотодинамическая терапия, гнойная рана, раневая микрофлора, фотосенсибилизатор.

Для цитирования: Шин Е.Ф., Елисеенко В.И., Дуванский В.А. Влияние фотодинамической терапии с фотосенсибилизатором, комплексированным с амфифильными полимерами, на репаративные процессы экспериментальных огнестрельных ран // Лазерная медицина. – 2019. – Т. 23. – Вып. 3. – С. 50–54.

Контакты: Шин Е.Ф., e-mail: gef2018@yandex.ru

EFFECTS OF PHOTODYNAMIC THERAPY WITH A PHOTSENSITIZER COMPLEXED WITH AMPHIPHILIC POLYMERS AT REPARATIVE PROCESSES IN EXPERIMENTAL GUNSHOT WOUNDS

Shin E.F.¹, Yeliseenko V.I.¹, Duvansky V.A.^{1,2}¹ Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia² Peoples' Friendship University, Moscow, Russia

Abstract

Purpose: To assess the effectiveness of photodynamic therapy (PDT) with photosensitizer Photoditazine complexed with amphiphilic polymers in the treatment of experimental gunshot wounds of soft tissues. **Material and methods.** Experimental studies were conducted on 50 non-linear rats, divided into 3 groups, depending on the curative modality: controls – traditional treatment; experimental Group 1 – PDT with Photoditazine in the form of 0.5% aqueous solution; experimental Group 2 – PDT with the complex of microencapsulated Photoditazine 0.1% – amphiphilic polymer. To treat wounds with PDT, AKTUS-2 device of Russian production was used. Wavelength of laser irradiation 661 ± 0.03 nm; power density 1 W/cm²; energy density 50 J/cm². Findings obtained after cytological and histological examinations were analyzed by the authors. **Results.** In 10 days after PDT, smears showed active proliferation as well as differentiation of reparation elements in Group 2. The increase of mononuclear elements up to $9.4 \pm 0.8\%$ and of the total number of young and mature fibroblasts were noted as well. If to compare these parameters with previous comparison groups, wound exudate contained twice more cellular reparation elements, and there were no degeneratively altered neutrophils. PDT with Photoditazine complexed with amphiphilic polymers stops disorders in the microcirculation system and activates the alternative-exudative phase of inflammation. Moreover, in the concussion zone, development of secondary necroses is limited, and the viability of damaged tissues is restored. **Conclusion.** PDT with a complex of microencapsulated Photoditazine and amphiphilic polymer leads to a quick restoration of viability in damaged tissues in the concussion zone, to early development of reparation processes, to expressed macrophage activation, to stimulation of angiogenesis and collagenogenesis as well as to the accelerated scarring and epithelization of wound defects in experimental gunshot wounds of soft tissues.

Keywords: photodynamic therapy, purulent wound, wound microflora, photosensitizer.

For citation: Shin E.F., Yeliseenko V.I., Duvansky V.A. Effects of photodynamic therapy with a photosensitizer complexed with amphiphilic polymers at reparative processes in experimental gunshot wounds. *Lasernaya Medicina*. 2019; 23 (3): 50–54. [In Russ.].

Contacts: Shin E.F., e-mail: gef2018@yandex.ru

Введение

Перспективной технологией лечения гнойных ран мягких тканей, в частности огнестрельных ран, является

фотодинамическая терапия (ФДТ) с различными фотосенсибилизаторами. ФДТ отличается от традиционных методов лечения гнойных ран целым рядом свойств:

высокая избирательность действия, высокая антибактериальная активность, возможность повторения процедуры, отсутствие местных осложнений [3, 8, 9].

Фотосенсибилизаторы (ФС) первого поколения имеют целый ряд недостатков, из-за которых возможно повреждение здоровых тканей при проведении фотодинамической терапии [5]. В последние годы созданы ФС, обладающие низкой токсичностью, высокой селективностью накопления фотосенсибилизаторов в пораженных тканях и органах, быстрым выведением из организма, низкой терапевтической дозой вводимых препаратов [1, 6, 7]. Несмотря на перечисленные положительные эффекты ФДТ, работы по применению данной технологии в лечении ран мягких тканей различного генеза с ФС нового поколения и изучению ее влияния на репаративные процессы немногочисленны [2, 4].

Цель исследования: оценить эффективность фотодинамической терапии с фотосенсибилизатором фотодитазин, комплексированным с амфифильными полимерами, в лечении экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей.

Материал и методы

Экспериментальные исследования выполнены на 50 нелинейных крысах и проведены в соответствии с приказом № 755 МЗ СССР от 12.08.77 г. Животные были разделены на три группы (табл.).

Комплекс «микрокапсулированный фотодитазин 0,1% – амфифильный полимер» был разработан в Институте химической физики РАН. Для его производства использовали метод комплексообразования лекарственного средства с амфифильными полимерами. Микрокапсулы на основе гидроксиапатита (ГАП) изготовлены по методике Ф.Е. Шина (2004) с использованием эффекта несмешивающихся жидкостей. Полученный таким образом порошок белого цвета содержал гранулы ГАП диаметром 200–300 мкм и открытой пористостью 35–40%, которые в дальнейшем путем применения метода вакуумирования иммобилизовывались гелем фотодитазина.

Для лечения экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей с использованием ФДТ придерживались следующей тактики: животным наносили огнестрельную рану, лечебные мероприятия начинали через сутки после этого. Проводили первичную хирургическую обработку ран. Она включала рассечение раневого канала без иссечения видимых некротических тканей. Раневые каналы промывали растворами антисептиков. Затем

рану тампонируют марлевой салфеткой, смоченной раствором фотосенсибилизатора фотодитазина в форме водного раствора 0,5%.

Во 2-й опытной группе ФС был в форме геля. Через 2 часа экспозиции салфетку удаляли, а раневую поверхность обрабатывали лазерным излучением. Использовали плотность мощности лазерного излучения 1 Вт/см². Плотность энергии составляла 50 Дж/см². Для ФДТ ран применяли аппарат «АКТУС-2» отечественного производства. Длина волны лазерного излучения $661 \pm 0,03$ нм (изготовитель ЗАО «Полупроводниковые приборы», г. Санкт-Петербург).

Забор материала для исследований выполняли в первые сутки, а также на 3-и, 5-е и 10-е сутки наблюдений. Из опыта животных выводили методом декапитации.

Для оценки цитологических исследований использовали метод мазков-отпечатков раневой поверхности, разработанный М.П. Покровской и М.С. Макаровой (1942). Проводили морфологический анализ участков раневой поверхности. Их забор осуществляли методом иссечения. Гистологические исследования тканей из области канала огнестрельной раны проводили на 3-и, 5-е и 10-е сутки наблюдений. Срезы, их толщина 5–7 мкм, окрашивали гематоксилином-эозином. Коллагеновые волокна красили пикрофуксином по Ван-Гизону, эластические волокна – фуксином. Для выявления аргирофильных структур препараты импрегнировали серебром по Гомори. Также использовали гистохимические методы.

Результаты

Цитологические исследования показали, что до начала лечения раневой экссудат экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей характеризовался однородностью клеточного состава. Превалирующими клеточными элементами в мазках-отпечатках были нейтрофильные лейкоциты в стадии дегенеративных изменений и распада. Обращало на себя внимание большое количество свободнолежащих микроорганизмов, нитей фибрина и детрита, а также небольшое количество незрелых мононуклеарных элементов. Отмечали их неспособность к активному фагоцитозу. Явления внутриклеточного незавершенного фагоцитоза бактерий нейтрофилами были выражены слабо.

В мазках-отпечатках контрольной группы животных на 5-е сутки лечения (рис. 1) выявлены признаки выраженного воспалительного процесса, определялись нейтрофильные лейкоциты, как неизменные, так и в

Таблица

Распределение животных по группам

Table

Distribution of animals by groups

Группа Group	Метод лечения Treatment method	Количество Quantity
Контрольная Controls	Растворы антисептиков, мазевые повязки Antiseptic solutions, ointment bandages	10
1-я опытная Experimental Group 1	ФДТ с фотодитазин в форме водного раствора 0,5% PDT with photoditazine in the form of an aqueous solution of 0,5%	20
2-я опытная Experimental Group 2	ФДТ с комплексом «микрокапсулированный фотодитазин 0,1% – амфифильный полимер» PDT with a complex of “microencapsulated Photoditazine 0.1% – amphiphilic polymer”	20

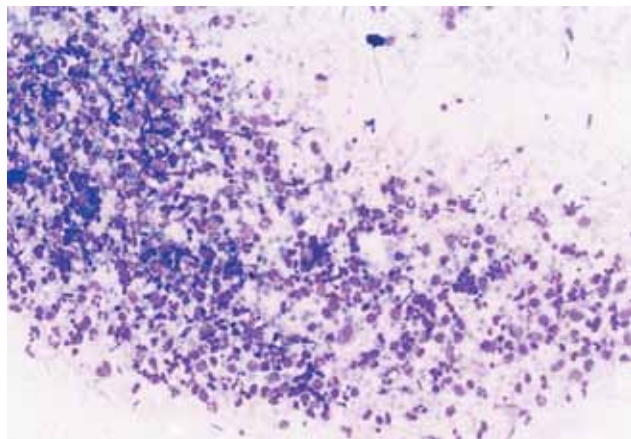


Рис. 1. Цитологическая картина огнестрельной раны крыс контрольной группы на 5-е сутки наблюдений. Окраска азур-II-эозином. $\times 280$

Fig. 1. Cytological picture of rat's gunshot wound in the control group on the 5th observational day. Staining: azur-II-eosin. $\times 280$

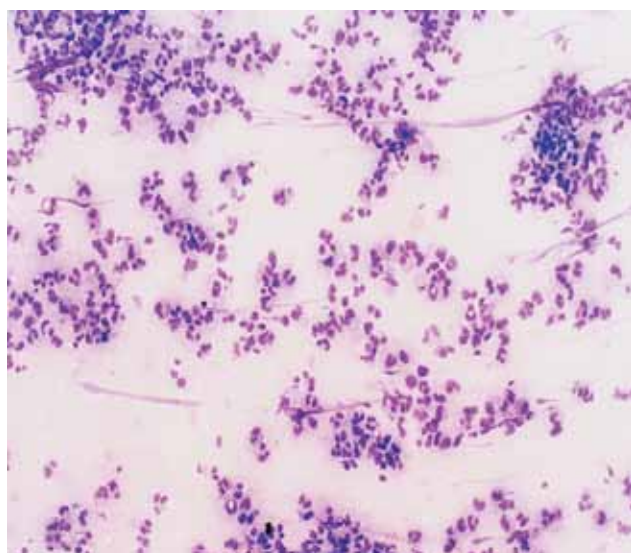


Рис. 2. Цитологическая картина экспериментальной огнестрельной раны. 2-я группа, 5-е сутки лечения. Окраска азур-II-эозином. $\times 280$

Fig. 2. Cytological picture of an experimental gunshot wound. Group 2, the fifth day of treatment. Staining: azur-II-eosin. $\times 280$

состоянии распада и дегенеративного изменения ($17,9 \pm 0,3\%$). Они располагались среди большого количества свободнолежащих микроорганизмов, а также нитей фибрина. Клетки последних были фрагментированы, а цитоплазма характеризовалась полихромазией, кариолизисом и кариорексисом. Неизмененные нейтрофилы имели нормальное сегментированное ядро и неразрушенную цитоплазму без признаков дистрофии. Встречались единичные мононуклеарные элементы и макрофаги. Их количество не превышало $0,8 \pm 0,9$ и $0,9 \pm 0,4\%$ соответственно. Это свидетельствовало о превалировании воспалительных явлений над репаративными.

У животных 1-й опытной группы в раневом экссудате на 5-е сутки лечения нейтрофильные лейкоциты были доминирующими клеточными элементами – не менее

$77,1 \pm 1,1\%$. Отмечали свободнолежащие микроорганизмы, а также фибрин и дегенеративно измененные клетки. Они обнаруживались в меньших количествах по сравнению с контрольной группой ($8,9 \pm 0,1\%$, $p < 0,05$). Уровень содержания незрелых мононуклеарных клеток и макрофагов одновременно с этим был более высоким ($3,6 \pm 1,2$ и $4,6 \pm 0,3\%$ соответственно, $p < 0,05$). В данной группе животных уже в эти ранние сроки наблюдения отмечалась положительная динамика. В мазках-отпечатках раневой поверхности крыс определялись единичные юные фибробласты. Их количество составило до $1,2 \pm 0,3\%$.

У крыс 2-й опытной группы на пятые сутки лечения по сравнению с вышеописанными группами отмечали следующее: снижение общего содержания нейтрофилов, значительно меньшее количество дегенеративно измененных нейтрофилов (не более $8,3 \pm 0,2\%$, $p < 0,05$), колоний микроорганизмов и нитей фибрина. В этот период в цитограммах отмечено увеличение процента мононуклеарных фагоцитов – от $5,1 \pm 0,3$ до $5,4 \pm 0,4\%$, количества макрофагов – от $4,3 \pm 0,1$ до $4,9 \pm 0,2\%$. Наряду с юными фибробластами ($2,5 \pm 0,2\%$) встречались и зрелые фибробласты ($0,7 \pm 0,3\%$), что свидетельствовало о купировании воспалительной реакции, а также об активации процессов репарации у крыс 2-й опытной группы (рис. 2).

Через 10 суток с момента начала лечения в контрольной группе животных выявлено вялое очищение огнестрельных ран от микрофлоры. В мазках-отпечатках определяли значительное количество свободно лежащих микроорганизмов, нитей фибрина и дегенеративно измененных нейтрофилов ($19,8 \pm 0,3\%$). Статистически достоверно увеличивалось количество нейтрофилов в стадии активного фагоцитоза ($69,9 \pm 0,7\%$) по сравнению с предыдущим сроком исследования. Число мононуклеарных элементов ($2,4 \pm 0,7\%$) и макрофагов ($2,5 \pm 0,8\%$) увеличилось незначительно. Однако одновременно с этим в раневом экссудате выявлялись единичные юные фибробласты. Их количество было $1,5 \pm 0,2\%$. В целом воспалительная реакция была выраженная. Дифференцировка и нарастание числа клеток репарации были замедленными.

В опытных группах животных отмечали дальнейшее уменьшение количества свободнолежащих микроорганизмов, а также фибрина и распавшихся нейтрофилов. Так, в 1-й опытной группе животных количество нейтрофилов было $5,9 \pm 0,3\%$ ($p < 0,05$). Наблюдалась активная пролиферация юных и зрелых фибробластов (до $2,7\%$).

Во 2-й опытной группе в мазках-отпечатках отмечали картину активной пролиферации, а также дифференцирование элементов репарации. Отмечали увеличение числа мононуклеарных элементов до $9,4 \pm 0,8\%$, а также общего количества юных и зрелых фибробластов. По сравнению с таковыми предыдущих групп сравнения в раневом экссудате насчитывалось в два раза больше клеточных элементов репарации. Отмечали отсутствие в раневом экссудате дегенеративно измененных нейтрофилов.

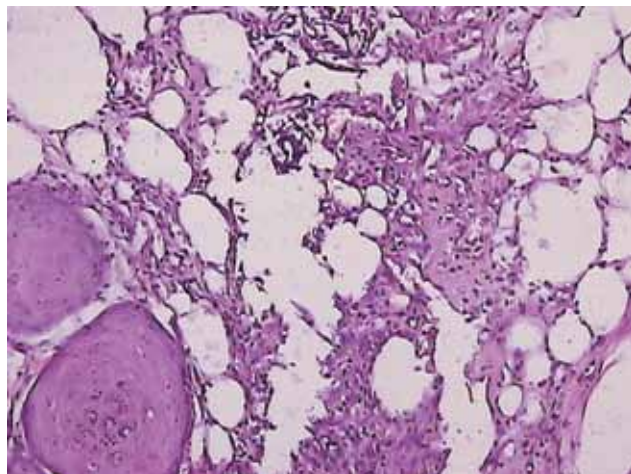


Рис. 3. Фрагменты некротизированных мышечных волокон на границе первичного раневого канала и зоны сотрясения. Контрольная группа. 3-и сутки лечения. Окр. гематоксилином и эозином. $\times 180$

Fig. 3. Fragments of necrotic muscle fibers. On the border of primary wound canal and concussion zone. Control group. Day 3, treatment. Staining: hematoxylin and eosin. $\times 180$

Цитологические исследования показали, что применение ФДТ с фотодитазином, комплексированным с амфифильными полимерами (2-я опытная группа), в большей степени активизирует репаративные процессы по сравнению с ФДТ с фотодитазином в форме водного раствора (1-я опытная группа).

По данным гистологических исследований установлено, что в контрольной группе животных заживление экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей происходит медленнее. Оно характеризуется резко выраженными дистрофическими и некротическими изменениями, а также воспалительными изменениями, которые развиваются на фоне выраженных микроциркуляторных расстройств (рис. 3). Это служит причиной формирования обширной зоны сотрясения и вторичного некроза поврежденной ткани. А в последующем характеризуется вялым развитием репаративных процессов.

На 3-и сутки исследований в зоне сотрясения у животных 2-й опытной группы отмечали менее выраженные признаки расстройства системы микроциркуляторного русла, чем в контрольной и 1-й опытной группах, а также дистрофические и некротические процессы (рис. 4).

На 5-е сутки наблюдений у животных 2-й опытной группы отмечали активизацию процессов фибриллогенеза (рис. 5).

Гистологические исследования показали, что ФДТ огнестрельных ран с комплексом «микрокапсулированный фотодитазин 0,1% – амфифильный полимер» стимулирует активизацию процессов очищения ран от колоний микроорганизмов, а также от некротизированных тканей и масс фибрина.

Таким образом, цитологические и гистологические исследования показали, что ФДТ с комплексом «микрокапсулированный фотодитазин – амфифильный полимер» экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей приводит к быстрому купированию острых воспалительных явлений и расстройств системы

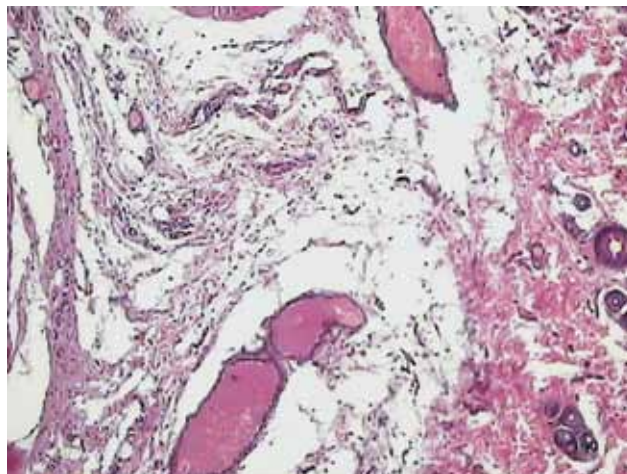


Рис. 4. Явления тромбоза в венах. Стаз и микротромбы в капиллярах. 2-я опытная группа. 3-и сутки наблюдений. Окр. гематоксилином и эозином. $\times 200$

Fig. 4. Thrombosis in veins. Stasis and microthrombi in capillaries. Experimental Group 2. Day 3. Staining: hematoxylin and eosin. $\times 200$

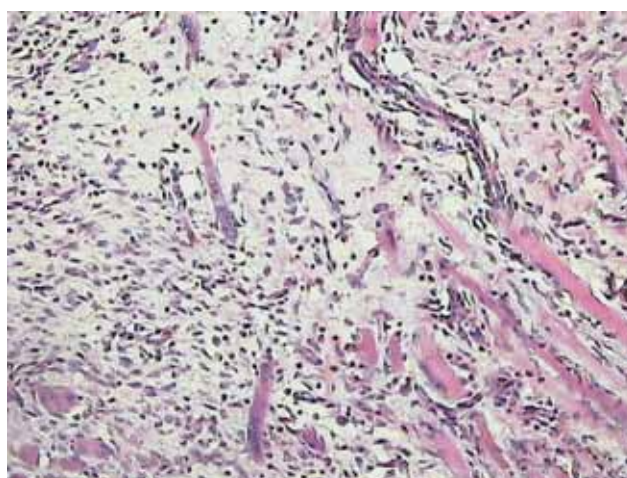


Рис. 5. Отек и лимфоидно-гистиоцитарные инфильтраты в зоне сотрясения. Участки некротизированных мышечных волокон. 2-я опытная группа. 5-е сутки наблюдений. Окр. гематоксилином и эозином. $\times 200$

Fig. 5. Edema and lymphoid-histiocyte infiltration in the area of concussion. Zones of necrotized muscle fibers. Experimental Group 2. Day 5. Staining: hematoxylin and eosin. $\times 200$

микроциркуляции, ограничению развития вторичных некрозов, восстановлению жизнеспособности поврежденных тканей в зоне сотрясения, раннему развитию процессов репарации, выраженной активации макрофагов, стимуляции ангио- и коллагеногенеза, ускорению рубцевания и эпителизации раневого дефекта.

Закключение

Применение фотодинамической терапии с комплексом «микрокапсулированный фотодитазин 0,1% – амфифильный полимер» купирует расстройства системы микроциркуляции, активизирует альтеративно-экссудативную фазу воспаления. При этом в зоне сотрясения

происходит ограничение развития вторичных некрозов и восстановление жизнеспособности поврежденных тканей.

Литература

1. Байбури В.Б., Шульгина Т.А., Тучина Е.С. и др. Изучение антимикробной фотодинамической активности водных растворов наночастиц металлов // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2014. – Т. 4. – № 1 (77). – С. 81–87.
2. Дуванский В.А. Фотодинамическая терапия и NO-терапия в комплексном лечении больных с трофическими язвами венозного генеза // Лазерная медицина. – 2004. – Т. 8. – № 1–2. – С. 3–4.
3. Дуванский В.А., Дзагнидзе Н.С., Бисеров О.В. и др. Микроциркуляция гнойных ран по данным лазерной доплеровской флоуметрии // Лазерная медицина. – 2007. – Т. 11. – № 1. – С. 46–49.
4. Елисеенко В.И., Дуванский В.А., Шин Е.Ф. Влияние фотодинамической терапии на процессы репарации гнойных ран // Лазерная медицина. – 2016. – Т. 20. – № 3. – С. 46.
5. Корабаев У.М., Тепляшин А.С., Странадко Е.Ф. и др. Способ лечения гнойных заболеваний мягких тканей с использованием фотосенсибилизатора «Фотосенс» и источников света – лазерного и нелазерного // Лазерная медицина. – 1999. – Т. 3. – № 3–4. – С. 80–82.
6. Шмиголь Т.А., Собянин К.А., Прусак-Глотов М.В. и др. Применение антимикробной фотодинамической терапии на основе МЦ 540 К модели раневой инфекции // Вестник РГМУ. – 2018. – 1. – С. 30–35.
7. Nafee N., Youssef A., El-Gowelli H. et al. Antibiotic-free nanotherapeutics: Hypericin nanoparticles thereof for improved *in vitro* and *in vivo* antimicrobial photodynamic therapy and wound healing. *International Journal of Pharmaceutics*. 2013; 454: 249–258.
8. Nesi-Reis V., Lera-Nonose DSSL., Oyama J. et al. Contribution of photodynamic therapy in wound healing: A systematic review. *Photodiagnosis Photodyn. Ther.* 2018 Mar; 21: 294–305.
9. Torchinov A.M., Umakhanova M.M., Duvansky R.A. et al. Photodynamic therapy of background and precancerous diseases of uterine cervix with photosensitisers of chlorine raw. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. 2008; 5 (S1): 45.

References

1. Baiburin V.B., Shulgina T.A., Tuchina E.S. et al. Studies of antimicrobial photodynamic activity of aqueous solutions of metal nanoparticles. *Vestnik Saratovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2014; 4 (1 (77)): 81–87. [In Russ.].
2. Duvansky V.A. Photodynamic therapy and NO-therapy in the complex treatment of patients with trophic ulcers of venous origin. *Lasernaya medicina*. 2004; 8 (1–2): 3–4. [In Russ.].
3. Duvansky V.A., Dzagnidze N.S., Biserov O.V. et al. Microcirculation of purulent wounds by laser Doppler flowmetry. *Lasernaya medicina*. 2007; 11 (1): 46–49. [In Russ.].
4. Yeliseenko V.I., Duvansky V.A., Shin E.F. Effects of photodynamic therapy at the reparation of purulent wounds. *Lasernaya medicina*. 2016; 20 (3): 46. [In Russ.].
5. Korabaev U.M., Teplyashin A.S., Stranadko E.Ph. et al. A method for the treatment of purulent diseases of soft tissues with photosensitizer “Photosens” and light sources – laser and non-laser. *Lasernaya medicina*. 1999; 3 (3–4): 80–82. [In Russ.].
6. Schmigol T.A., Sobyenin K.A., Prusak-Glotov M.V. et al. Antimicrobial photodynamic therapy applied for MC 540 K model of wound infection. *Vestnik RGMU*. 2018; 1: 30–35. [In Russ.].
7. Nafee N., Youssef A., El-Gowelli H. et al. Antibiotic-free nanotherapeutics: Hypericin nanoparticles thereof for improved *in vitro* and *in vivo* antimicrobial photodynamic therapy and wound healing. *International Journal of Pharmaceutics*. 2013; 454: 249–258.
8. Nesi-Reis V., Lera-Nonose DSSL., Oyama J. et al. Contribution of photodynamic therapy in wound healing: A systematic review. *Photodiagnosis Photodyn. Ther.* 2018 Mar; 21: 294–305.
9. Torchinov A.M., Umakhanova M.M., Duvansky R.A. et al. Photodynamic therapy of background and precancerous diseases of uterine cervix with photosensitisers of chlorine raw. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. 2008; 5 (S1): 45.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ И ПОДАЧИ СТАТЕЙ ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА «ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА»*

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Настоящие правила разработаны в соответствии с «Едиными требованиями к рукописям, представляемым в биомедицинские журналы» Международного комитета редакторов медицинских журналов (International Committee of Medical Journal Editors).

Общие требования к представленным материалам

Ответственность автора

Представленные в работе данные должны быть оригинальными. Не допускается направление в редакцию работ, которые были напечатаны в других изданиях или посланы для публикации в другие редакции. Ответственность за предоставление материалов, полностью или частично опубликованных в другом печатном издании, несет автор.

Автор гарантирует наличие у него исключительных прав на использование переданного редакции материала. В случае нарушения данной гарантии и предъявления в связи с этим претензий к редакции автор самостоятельно и за свой счет обязуется урегулировать все претензии. Редакция не несет ответственности перед третьими лицами за нарушение данных автором гарантий.

За достоверность и полноту сведений, изложенных в публикациях, а также за точность информации по цитируемой литературе несет ответственность автор статей.

Ответственность редакции

Редакция несет ответственность за качество опубликованных научных статей и поддерживает инициативы, направленные на снижение числа некорректных действий со стороны авторов и рецензентов и нарушений норм этики.

Процедура предоставления статьи в редакцию

Статьи в редакцию журнала подают через форму на сайте журнала www.journal.goslasmed.ru.

Автору, ответственному за контакты с редакцией, необходимо пройти на сайте журнала процедуру регистрации, после чего появляется техническая возможность направить статью в редакцию через специальную форму.

Общие требования

Автор, ответственный за контакты с редакцией, загружает статью на сайт журнала отдельным файлом в формате doc. или docx.

Метаданные необходимо дополнительно внести в отдельную электронную форму.

Текст статьи в прикрепленном файле должен быть набран в текстовом редакторе кеглем 12 пунктов через 1,5 интервала, желательно шрифтом Times New Roman. Суг, перенос слов не делается, абзацный отступ – 10 мм.

Размеры полей: верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм, правое – 20 мм. Рекомендуемый объем статьи, включая таблицы и литературу, – в пределах 12–15 страниц формата А4. Все страницы должны быть пронумерованы.

Титульная страница

Титульная страница должна содержать:

- код УДК;
- название статьи (выравнивание по центру, заглавные буквы);
- инициалы и фамилию каждого автора (выравнивание по центру);
- названия организаций, в которых работают авторы;
- резюме статьи объемом 150–300 слов;
- ключевые слова (5–10 слов);
- ссылку на статью для цитирования;
- контактную информацию для общения читателей с ответственным автором для публикации в свободном доступе (e-mail).

Все вышеперечисленные разделы дублируются на английском языке.

Разделы статьи

Оригинальные статьи должны содержать следующие разделы:

- «Введение»;
- «Цель исследования»;
- «Материал и методы исследования»;
- «Результаты исследования»;
- «Обсуждение» (допускается объединение п. 3 и п. 4);
- «Заключение»;
- «Выводы» (можно объединить с заключением);
- «Список цитируемой литературы».

Названия разделов должны быть выделены полужирным шрифтом.

Объем статей для рубрики «Оригинальные исследования» – 12–15 страниц, включая таблицы, рисунки и список цитированной литературы.

Для рубрики «Из практического опыта» объем статьи не более 5 страниц; статьи могут быть написаны по произвольному плану, не обязательно приводить список цитируемой литературы. Важно отразить суть оригинального наблюдения, предложения, разработки и т. д.

Объем *обзорно-теоретических статей и клинических лекций* согласовывается с редакцией журнала. Обзоры литературы могут быть не структурированы.

Для рубрики «Новости» объем статьи – 1–2 стр.

Аббревиатуры

Не следует применять сокращения в названии статьи. В тексте следует использовать только общепринятые

* Подробная инструкция по оформлению статей представлена на сайте журнала www.journal.goslasmed.ru

сокращения (аббревиатуры), при этом полный термин, вместо которого вводится сокращение, следует расшифровывать при первом упоминании его в тексте (не требуются расшивки стандартные единицы измерения и символы).

Представление результатов статистического анализа данных

При представлении результатов статистического анализа данных обязательным является указание использованного программного пакета и его версии, названий использованных статистических методов, приведение описательной статистики и точных уровней значимости при проверке статистических гипотез. Для основных результатов исследования рекомендуется рассчитывать доверительные интервалы.

Единицы измерения

Единицы измерения физических величин, гематологические, биохимические и другие показатели величин, применяемые в медицине, должны представляться в единицах метрической системы (Международная система единиц – СИ). При названии различных соединений необходимо использовать терминологию ИЮПАК.

Таблицы

Таблицы и текст должны дополнять друг друга, а не дублировать.

Таблицы нумеруются в соответствии с порядком их цитирования в тексте. Каждая таблица должна иметь краткое название и ссылки в тексте (например: табл. 1).

Названия и вся информация в таблицах дублируются на английском языке.

Рисунки

Рисунки должны дополнять имеющиеся в статье таблицы и текст, а не дублировать их.

Имеющиеся в статье графики должны быть в виде таблиц с исходными данными.

Рисунки нумеруются в соответствии с порядком их цитирования в тексте. Каждый рисунок должен иметь краткое название и ссылки в тексте (например: рис. 1).

Все подписи к рисункам дублируются на английском языке.

Все текстовые надписи на рисунках также дублируются на английском языке через слэш.

Ссылки на использованную литературу

Библиография должна быть приведена в конце статьи и оформлена в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008. В самом же тексте следует указывать только номер ссылки в квадратных скобках цифрами. Ссылки нумеруются в порядке цитирования.

Ссылки на использованную литературу дублируются на английском языке.

Процедура отбора статьи для публикации

Все статьи, поступающие в редакцию, проходят многоступенчатое рецензирование, замечания рецензентов направляются автору без указания имен рецензентов

через личный кабинет на сайте журнала. После получения рецензий и ответов автора редколлегия принимает решение о публикации (или отклонении) статьи.

Редакция оставляет за собой право отклонить статью с направлением автору мотивированного отказа в письменной форме. Очередность публикации статей устанавливается в соответствии с редакционным планом издания журнала.

Редакция журнала оставляет за собой право сокращать и редактировать материалы статьи. Небольшие исправления стилистического, номенклатурного или формального характера вносятся в статью без согласования с автором.

Редакция имеет право частично или полностью предоставлять материалы научных статей в российские и зарубежные организации, обеспечивающие индексацию научных публикаций, а также размещать данные материалы на интернет-сайте журнала.

Публикация статей в журнале бесплатная.

Представление статьи для публикации в журнале подразумевает согласие автора(ов) с опубликованными правилами.

Авторские права

Подаявая статью в редакцию журнала, автор подтверждает, что редакции передается бессрочное право на оформление, издание, передачу журнала с опубликованным материалом автора для целей реферирования статей из него в любых базах данных, распространение журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных либо созданных редакцией сайтах в сети Интернет, в целях доступа к публикации любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, перевод статьи на любые языки, издание оригинала и переводов в любом виде и распространение по территории всего мира, в том числе по подписке. Автор гарантирует, что статья является оригинальным произведением и использование редакцией предоставленного им авторского материала не нарушит прав третьих лиц.

Авторы предоставляют журналу право первой публикации работы, которая по истечении 6 месяцев после публикации автоматически лицензируется на условиях Creative Commons Attribution License, которая позволяет другим распространять данную работу с обязательным сохранением ссылок на авторов оригинальной работы и оригинальную публикацию в этом журнале.

Авторы имеют право размещать свою работу в сети Интернет (например, в институтском хранилище или на персональном сайте) до и во время процесса рассмотрения ее данным журналом, так как это может привести к продуктивному обсуждению и большому количеству ссылок на данную работу (см. The Effect of Open Access).

Приватность

Имена и адреса электронной почты, введенные на сайте этого журнала, будут использованы исключительно для целей, обозначенных этим журналом, и не будут использованы для каких-либо других целей или предоставлены другим лицам и организациям.

ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. СКОБЕЛКИНА ФМБА РОССИИ»

- **ИЗДАЕТ научно-практический журнал «ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА»**, адресованный широкому кругу специалистов по лазерной медицине: практикующим врачам, исследователям, разработчикам аппаратуры. Издание включается в базы данных ВИНТИ РАН и «Российский индекс научного цитирования» на платформе Научной электронной библиотеки (<http://www.elibrary.ru>). Входит также в «Перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук» (последняя редакция ВАК – июнь 2015 г., <http://vak.ed.gov.ru>). Периодичность – 4 номера в год.

НЕ ЗАБУДЬТЕ ПОДПИСАТЬСЯ НА НАШ ЖУРНАЛ!

Напоминаем, что на 2020 г. на журнал «Лазерная медицина» можно подписаться:

- **в почтовом отделении связи по Объединенному каталогу «Пресса России».**
Индекс 43176; каталожная цена – 400 руб. за один выпуск;
- **на сайте Научной электронной библиотеки** – полнотекстовая электронная версия (<http://www.elibrary.ru>);
- **через редакцию журнала** (на любой срок) **и на мероприятиях, проводимых ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России».**

Подписка на электронную версию журнала через:

- **Электронную библиотеку Руконт** – +7 (495) 680-89-62, rucont.ru
- **Интернет-магазин «Пресса по подписке»** – +7 (495) 680-99-71, www.akc.ru
- **Интернет-магазин объединенного каталога «Пресса России»** – +7 (495) 631-62-54, www.pressa-rf.ru

Стоимость редакционной подписки на 2020 год (включая НДС 10%):

- на год – **1600 руб.** для индивидуальных подписчиков; **2000 руб.** для организаций;
- на полугодие – **800 и 1000 руб.** соответственно.

Способ оплаты – по согласованию с редакцией.

Контактная информация для оформления редакционной подписки:

121165, Москва, ул. Студенческая, д. 40,

ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России», редакция журнала;

тел. **8-499-249-36-52**; электронная почта: ziganova@yandex.ru

По заявкам читателей редакция предоставляет архивные номера журнала, готовит тематические подборки публикаций (самовывоз или отправление по почте наложенным платежом). Обращаем внимание читателей, что на сайте Научной электронной библиотеки (<http://www.elibrary.ru>) в настоящее время в свободном доступе размещены полные тексты из выпусков журнала 1997–2017 гг.

- **ЕЖЕМЕСЯЧНО ПРОВОДИТ**

КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ВРАЧЕЙ ПО ЛАЗЕРНОЙ МЕДИЦИНЕ

(лицензия № 2578 от 19 марта 2012 г.)

Слушателями курсов могут быть как начинающие работать в области лазерной медицины, так и желающие повысить свою квалификацию. На курсах читают лекции и проводят практические занятия ведущие сотрудники центра: проф. В.И. Елисеенко, проф. Е.Ф. Странадко, проф. В.А. Дербенев, д. м. н. Ю.В. Алексеев, д. м. н. А.А. Ачилов и другие известные специалисты.

По окончании курсов выдается удостоверение государственного образца на право работы с лазерной медицинской техникой (Приказ МЗ РФ № 162 от 19.05.92 г. «О мерах по усилению контроля за разработкой и применением лазерной техники в медицине»).

Адрес: **121165, г. Москва, ул. Студенческая, д. 40, ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России».**

Телефоны для справок: **8-499-766-10-35; 8-906-764-50-89**

7645089@mail.ru – Финаева Ольга Александровна.



Образец заполнения бланка при подписке через почтовые отделения

Ф. СП-1

ОБРАЗЕЦ

АБОНЕМЕНТ на газету
Лазерная медицина журнал
(наименование издания)

43176
(индекс издания)

Количество комплектов1

на 2020 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда123456Москва
(почтовый индекс)(адрес)
ул. Тверская, д. 7, кв. 54

КомуИвановой З.Я.
(фамилия, инициалы)

ОБРАЗЕЦ

ДОСТАВочная КАРТОЧКА

На газету
ли-журнал
тер

43176
(индекс издания)

Лазерная медицина
(наименование издания)

Стоимостьподпискиперес-адресовкируб. коп.руб. коп.Количество комплектов1

на 2020 год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда123456Москва, ул. Тверская, д. 7, кв. 54
(почтовый индекс)(адрес)

КомуИвановой З.Я.
(фамилия, инициалы)

58

ЛАЗЕРНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ АППАРАТЫ



Аппарат на CO₂-лазере «Л'Мед-1»

- CO₂-лазер – лидер среди лазеров по спектру применения.
- Оптимален для косметологии, гинекологии, амбулаторной хирургии, дерматологии, оториноларингологии, челюстно-лицевой хирургии, пластической хирургии, ожоговой хирургии, нейрохирургии, онкологии, стоматологии и т. д.
- Обеспечивается: бескровный разрез, иссечение мягких биотканей, послойное и фракционное удаление мягких биотканей, выпаривание пораженной биоткани, хирургическая обработка и санация ран.
- Точное дозирование воздействия, исключающее перегрев окружающей биоткани.
- Возможность стыковки с кольпоскопами и операционными микроскопами любых моделей.
- Возможность использования одного аппарата на нескольких направлениях медицины.
- Новейшие методики лазерного лечения.

Высокий уровень результатов для клиник и центров любого уровня.

Аппараты на диодных лазерах серии «Лазермед»

- Доступные лазерные аппараты с необходимым набором функций.
- Оптимальны для амбулаторной хирургии, дерматологии, оториноларингологии, флебологии.
- Обеспечивается: бескровный разрез, иссечение мягких тканей, чрескожное удаление сосудистых патологий, эндовазальная коагуляция, хирургическая обработка и санация ран.
- Бесконтактное и контактное воздействие.
- Возможность доставки излучения к биоткани без использования световода.

Большие возможности для клиник любого уровня.



ООО «Русский инженерный клуб»
300053, г. Тула, ул. Вильямса, д. 8
+7(4872)48-47-25, 48-44-69
www.lasermed.ru
e-mail: rik@lasermed.ru

Аппарат лазерный медицинский АЛМ-30-01 «Л'Мед-1».
Регистрационное удостоверение № РЗН 2014/1923 от 09.09.2014 г.
Аппарат ИК- и К-лазерный хирургический импульсно-периодический
полупроводниковый мощностью 10 Вт «Лазермед-10-01».
Регистрационное удостоверение № РЗН 2014/2111 от 30.12.2014 г.
Аппарат лазерный хирургический полупроводниковый «Лазермед-30».
Регистрационное удостоверение № ФСР 2010/06776 от 24.02.2010 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр лазерной медицины имени О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства»

**На базе ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России»
проводятся курсы повышения квалификации
«Основы лазерной медицины»
для врачей всех специальностей.**

**Подготовка специалистов проводится по «Типовой программе
дополнительного профессионального образования врачей по лазерной
медицине» в объеме 72 академических часов.**

На очных курсах читают лекции ведущие сотрудники ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России», основатели отечественной школы лазерной медицины: профессор, д.м.н. В.И. Елисеенко; профессор, д.м.н. Е.Ф. Странадо; профессор, д.м.н. В.А. Дербенев; профессор, д.м.н. Карандашов В.И.; д.м.н. Ачилов А.А.; д.м.н. Ю.В. Алексеев; д.т.н. Д.А. Рогаткин и др.



Также для врачей, имеющих высшее профессиональное образование по специальностям «Хирургия» и «Колопроктология», проводится цикл тематического усовершенствования – «Лазерные технологии в проктологии» в объеме 36 ак. ч.

Практические занятия проводятся на специальной временной лазерной аппаратуре на базе Клинико-диагностического центра ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России». Слушателями курсов могут быть как начинающие специалисты в области лазерной медицины, так и врачи, желающие повысить свою квалификацию. По окончании курсов выдается удостоверение государственного образца, дающее право работать с лазерной медицинской аппаратурой. Набор слушателей проходит ежемесячно с сентября по июль на коммерческой основе.

Специальности и темы:

- хирургия,
- гинекология,
- урология,
- оториноларингология,
- педиатрия,
- флебология,
- дерматовенерология,
- применение низкоэнергетических лазеров в терапии и кардиологии,
- фотодинамическая терапия,
- нормативно-правовые аспекты лазерной медицины,
- лазерная безопасность и санитарно-эпидемиологические требования и др.



Контактные телефоны:

+ 7 (499) 766-10-35, + 7 (906) 764-50-89

E-mail: 7645089@mail.ru

Куратор учебных курсов:

Финаева Ольга Александровна