

ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА



LASER MEDICINE



2021 / Том (Vol) 25 / № 3

Хирургический диодный аппарат «КРИСТАЛЛ» является лазерным прибором последнего поколения, разные модификации которого специально созданы для различных областей медицины:

- дерматология и малая поликлиническая хирургия;
- косметология;
- оториноларингология;
- гинекология;
- флебология (ЭВЛК);
- проктология.



**ОСНОВНЫМИ ПЛЮСАМИ ПРИБОРОВ ЯВЛЯЮТСЯ
МАЛЫЕ ГАБАРИТЫ, НИЗКАЯ СТОИМОСТЬ И БЫСТРАЯ ОКУПАЕМОСТЬ.**



Аппарат «Мустанг-2000 ЛИПО» для холодного лазерного липолиза.

Лазерный липолиз – новейшая методика эстетической медицины, направленная на локальное устранение жировых отложений и целлюлита на проблемных участках без хирургического вмешательства, проколов или инъекций.

НАДЕЖНОСТЬ – аппарат разработан на базе одного из лучших профессиональных аппаратов лазерной терапии «Мустанг-2000».

КОМПАКТНОСТЬ – вес аппарата менее 3 кг.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ – уменьшение талии до 11 см за курс из 10 процедур.

УДОБСТВО – имеет простое и наглядное управление, малый вес и габариты.

БЕЗОПАСНОСТЬ – соответствует современным требованиям стандартов безопасности.

ISSN 2071-8004; DOI: <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3>

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
SCIENTIFIC AND CLINICAL JOURNAL

ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА

L A Z E R N A Y A M E D I C I N A



LASER MEDICINE

Журнал основан в 1997 году
The magazine was founded in 1997

Учредитель:

ФГБУ «Государственный научный
центр лазерной медицины
им. О.К. Скобелкина
ФМБА России»

Founder:

«O.K. Skobelkin State Scientific
Center of Laser Medicine
FMBA of Russia»
Moscow, Russia

2021 / Том (Vol) 25 / № 3

ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА – научно-практический рецензируемый журнал. Основан в 1997 г. Выходит 4 раза в год. К публикации принимаются теоретические, экспериментальные и клинические статьи по проблемам лазерной медицины, подготовленные в соответствии с правилами для авторов, размещенными в конце номера и на сайте журнала.

Регистрационный ПИ № ФС 77-69450 (14 апреля 2017 г.).
В регистре ISSN (International Standard Serial Number) зарегистрирован под названием Lazernaâ medicina, сокращенно Lasern. med. ISSN 2071-8004.
Подписной индекс в Объединенном каталоге «Пресса России» – 43176.

Журнал включен ВАК РФ в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук.

Журнал включен в Russian Science Citation Index (RSCI): Импакт-фактор журнала 0,442.
Журнал индексируется в базах данных: Академия Google (Google Scholar), СОЦИОНЕТ, NLM Catalog, ВИНТИ, WorldCat, Ulrich's Periodicals Directory

Зав. редакцией С.Н. Серьянова

Адрес редакции: 121165, Москва, ул. Студенческая, 40. Тел. 8(495)661-01-85.

E-mail: journal@goslasmed.ru. Сайт журнала: <http://goslasmed.elpub.ru/jour/>

Опубликованные материалы являются собственностью журнала «Лазерная медицина». Копирование и воспроизведение материалов, опубликованных в журнале, допускается только с письменного разрешения редакции.

Подписано в печать 24.09.2021.

Заказ № 28197.

Отпечатано в ООО «Тверская фабрика печати».

170006, г. Тверь, Беляковский пер., 46.

Тираж 250 экз.

LASER MEDICINE is a scientific and practical peer-reviewed journal. Founded in 1997. Published 4 times a year. Theoretical, experimental, and clinical articles on laser medicine prepared in accordance with the rules for authors published at the end of the issue and on the journal's website are accepted for publication.

Registration PI no. FS 77-69450 (April 14, 2017).

The ISSN (International Standard Serial Number) register is registered under the name

Lazernaâ medicina, abbreviated as Laser. med. ISSN 2071-8004.

Subscription index in the United catalog «Press of Russia» – 43176.

The Journal is included in the «List of leading peer-reviewed editions, recommended for publication of Candidate's and Doctor's degree theses main results» approved by Higher Attestation Commission (VAK) RF.

The journal is included in the Russian Science Citation Index (RSCI): the journal's impact factor is 0.442.

The journal is indexed in the databases: Google Scholar; Socionet; NLM Catalog; VINITI; WorldCat; Ulrich's Periodicals Directory.

Chief of office Seryanova S.N.

Address: 121165 Moscow, Studencheskaya str., 40. Tel.: 8(495)661-01-85

E-mail: journal@goslasmed.ru. Magazine website: <http://goslasmed.elpub.ru/jour/>

The published materials are the property of the «Laser Medicine» journal. Copying and reproduction of materials published in the journal is allowed only with the written permission of the editorial Board.

Signed for printing 24.09.2021.

Order No. 28197.

Printed in LTD «Tverskaya fabrika pechati».

170006, Tver, Belyakovsky lane, 46.

Edition of 250 copies.

© Лазерная медицина, 2021

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Козлов В.И.

доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, академик Международной академии наук высшей школы, академик Европейской академии естественных наук (Ганновер, Германия), заведующий кафедрой анатомии человека ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (RUDN University), Москва, Россия.
ORCID: 0000-0001-6332-748x.
Scopus Author ID: 56823798800

CHIEF EDITOR

Kozlov V.I.

MD, PhD, D. Sc., Professor, Honored scientist of Russia, Academician of the International Academy of Sciences of Higher School, Academician of the European Academy of Natural Sciences (Hanover, Germany), Chief of the Anatomy Department, «Peoples' Friendship University of Russia» (RUDN University), Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0001-6332-748x.
Scopus Author ID: 56823798800.

ЗАМ. ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Баранов А.В.

доктор медицинских наук, директор ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА России», Москва, Россия.
ORCID: 0000-0002-7995-758x

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Baranov A.V.

MD, PhD, D. Sc., Director of «Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine FMBA of Russia», Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0002-7995-758x.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Асташов В.В.

доктор медицинских наук, профессор кафедры анатомии человека ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов» (RUDN University), Москва, Россия.
ORCID: 0000-0003-2846-1944.

EDITORIAL BOARD

Astashov V.V.

MD, PhD, D. Sc., Professor of Anatomy Department «Peoples' Friendship University of Russia» (RUDN University), Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0003-2846-1944.

Байбеков И.М.

доктор медицинских наук, профессор, руководитель лаборатории патологической анатомии ГУ «Республиканский специализированный научно-практический медицинский центр хирургии им. академика В.В. Вахидова», Ташкент, Республика Узбекистан.
ORCID: 0000-0003-0587-3188.

Baybekov I.M.

MD, PhD, D. Sc., Professor, Head of Pathological Anatomy Laboratory «Vakhidov Scientific Center of Surgery», Tashkent, Uzbekistan.
ORCID: 0000-0003-0587-3188.

Брилль Г.Е.

доктор медицинских наук, академик Российской академии естественных наук, профессор кафедры патологической физиологии ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, Саратов, Россия.
ORCID: 0000-0002-0402-9420.

Brill G.E.

MD, PhD, D. Sc., Professor, Academician of Russian Academy of Natural Sciences, Head of Pathophysiology Chair, «Razumovsky Saratov State Medical University», Saratov, Russia.
ORCID: 0000-0002-0402-9420.

Дуванский В.А.

доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА России», Москва, Россия.
ORCID: 0000-0001-5880-2629.

Duvanskiy V.A.

MD, PhD, D. Sc., Professor, Deputy-Director of «Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine FMBA of Russia», Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0001-5880-2629.

Каплан М.А.

доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом лазерной и фотодинамической терапии Медицинского радиологического научного центра им. А.Ф. Цыба (филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России), Обнинск, Россия.
ORCID: 0000-0001-6812-9116.

Kaplan M.A.

MD, PhD, D. Sc., Professor, Head of Department of Laser and Photodynamic Therapy, «Tsyba Radiological Research Center» Scientific Medical Research Center of Radiology, Obninsk, Russia.
ORCID: 0000-0001-6812-9116.

Ляндрес И.Г.

доктор медицинских наук, профессор,
главный специалист по лазерным медицинским
технологиям «НПУП лазеры в экологии,
медицине, технологии»,
Минск, Республика Беларусь.
ORCID: 0000-0001-9052-7970.

Lyandres I.G.

MD, PhD, D. Sc., Professor, Chief Specialist on Laser
Medical Technologies in Republican Unitary Enterprise
«Lasers in Ecology, Medicine, and Technology»,
expert of State Committee for Science and Technologies
of Belarus Republic, Minsk, Belarus.
ORCID: 0000-0001-9052-7970.

Ану Макела

доктор медицинских наук, профессор,
руководитель отдела клинических исследований
«ABER Институт»,
Хельсинки, Финляндия.
ORCID: 0000-0002-9262-1036.

Anu Makela

MD, PhD, D. Sc., (M.A.). T.C.M.D.,
N.D. Dean of Acupuncture and Bioenergy
Research Institute «ABER Institute»,
Helsinki, Finland.
ORCID: 0000-0002-9262-1036.

Наседкин А.Н.

доктор медицинских наук, профессор кафедры
оториноларингологии ГБУЗ МО «МОНИКИ
им. М.Ф. Владимирского», Москва, Россия.
ORCID: 0000-0003-3183-8749.

Nasedkin A.N.

MD, PhD, D. Sc., Professor of Otorhinolaryngology Chair
«Vladimirsky Moscow Regional Research and Clinical
Institute», Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0003-3183-8749.

Рохкинд С.

доктор медицинских наук, профессор
Тель-Авивского университета, заведующий
отделением по восстановлению периферических
нервов «Ichilov Medical Center»,
Тель-Авив, Израиль.
ORCID: 0000-0002-9590-9764.

Rochkind S.

MD, PhD, D. Sc., Professor in Tel Aviv University,
Director of Division of Peripheral Nerve Reconstruction,
Department of Neurosurgery « Ichilov Medical Center»,
Tel Aviv, Israel.
ORCID: 0000-0002-9590-9764.

Сидоренко Е.И.

доктор медицинских наук, профессор,
член-корреспондент РАН,
заведующий кафедрой офтальмологии
ФГБОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова»
Минздрава России, Москва, Россия.
ORCID: 0000-0002-9648-5625.

Sidorenko E.I.

MD, PhD, D. Sc., Professor,
Academician of Russian Academy of Sciences,
Head of Ophthalmology Chair «Pirogov Russian
National Research Medical University»,
Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0002-9648-5625.

Странадко Е.Ф.

доктор медицинских наук, профессор,
руководитель отделения лазерной онкологии
и фотодинамической терапии ФГБУ «ГНЦ лазерной
медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА России»,
Москва, Россия.
ORCID: 0000-0002-1589-7661.

Stranadko E.Ph.

MD, PhD, D. Sc., Professor,
Head of Department of Laser Oncology and
Photodynamic Therapy «Skobelkin State Scientific
Center of Laser Medicine FMBA of Russia»,
Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0002-1589-7661.

Тучин В.В.

доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий кафедрой оптики и биофотоники
ФГБОУ ВО «Саратовский национальный
исследовательский государственный университет
им. Н.Г. Чернышевского», Саратов, Россия.
ORCID: 0000-0001-7479-2694.

Tuchin V.V.

PhD, D. Sc. Phys.-Math., Professor,
Head of Optics
and Biophotonics Department
«Chernyshevsky State Medical University»,
Saratov, Russia.
ORCID: 0000-0001-7479-2694.

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Алексеев Ю.В.

доктор медицинских наук, член-корреспондент
Российской академии естественных наук,
руководитель отдела медико-биологических
исследований ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины
им. О.К. Скобелкина ФМБА России», Москва, Россия.
ORCID: 0000-0003-4470-1960.

Ачилов А.А.

доктор медицинских наук, руководитель отделения
лазерной амбулаторной медицины
ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины им. О.К. Скобелкина
ФМБА России», Москва, Россия.
ORCID: 0000-0001-7220-246x.

Беришвили И.И.

доктор медицинских наук, профессор, заслуженный
деятель науки РФ, заведующий лабораторией
трансмокардиальной лазерной реваскуляризации
ФГБУ «НМИЦ сердечно-сосудистой хирургии
им. А.Н. Бакулева» Минздрава России, Москва, Россия.
ORCID: 0000-0002-7796-7856.

Гаспарян Л.В.

кандидат медицинских наук, научный сотрудник
EMRED Oy, Хельсинки, Финляндия.
ORCID: 0000-0002-7883-7420.

Данилин Н.А.

доктор медицинских наук, профессор, руководитель
отделения пластической хирургии
ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины им. О.К. Скобелкина
ФМБА России», Москва, Россия.
ORCID: 0000-0003-2937-8173.

Дербенев В.А.

доктор медицинских наук, профессор, главный
научный сотрудник клинического отдела
ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины им. О.К. Скобелкина
ФМБА России», Москва, Россия.
ORCID: 0000-0003-1673-7800.

Елисеенко В.И.

доктор медицинских наук, профессор, главный
научный сотрудник научно-организационного отдела
ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины им. О.К. Скобелкина
ФМБА России», Москва, Россия.
ORCID: 0000-0003-4932-7760.

Есауленко И.Э.

доктор медицинских наук, профессор,
ректор ФГБОУ ВО «ВГМУ им. Н.Н. Бурденко»
Минздрава России, Воронеж, Россия.
ORCID: 0000-0002-2424-2974.

Иванов А.В.

доктор физико-математических наук, ведущий
научный сотрудник лаборатории экспериментальной
диагностики и биотерапии опухолей НИИ ЭДиТО
ФГБУ «НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина»
Минздрава России, Москва, Россия.
ORCID: 0000-0001-7245-1108.

EDITORIAL COUNCIL

Alekseev Yu.V.

MD, PhD, D. Sc., Corresponding Member
of the Russian Academy of Natural Sciences,
Head of Medico-Biological Research Department
«Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine
FMBA of Russia», Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0003-4470-1960.

Achilov A.A.

MD, PhD, D. Sc., Head of Laser
Outpatient Medicine Department
«Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine
FMBA of Russia», Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0001-7220-246x

Berishvili I.I.

MD, PhD, D. Sc., Professor,
Head of Laboratory of Transmocardial Laser
Revascularization «Bakulev Center
for Cardiovascular Surgery»,
Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0002-7796-7856.

Gasparyan L.V.

MD, PhD, Researcher in EMRED Oy,
Helsinki, Finland.
ORCID: 0000-0002-7883-7420.

Danilin N.A.

MD, PhD, D. Sc., Professor,
Head of Plastic Surgery Department
«Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine
FMBA of Russia», Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0003-2937-8173.

Derbenev V.A.

MD, PhD, D. Sc., Professor, Chief Researcher
of Clinical Department «Skobelkin State
Scientific Center of Laser Medicine
FMBA of Russia», Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0003-1673-7800.

Yeliseenko V.I.

MD, PhD, D. Sc., Professor, Chief Researcher
at Department of Scientific Forecasting for Lasers
in Medicine «Skobelkin State Scientific Center of Laser
Medicine FMBA of Russia», Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0003-4932-7760.

Yesaulenko I.E.

MD, PhD, D. Sc., Professor,
Rector of «Burdenko Voronezh State Medical Academy»,
Voronezh, Russia.
ORCID: 0000-0002-2424-2974.

Ivanov A.V.

PhD, D. Sc. Phys.-Math., Professor,
Leading Researcher in Laboratory
of Experimental Diagnostics and Biotherapy
of Tumors «Blokhin Institute of Oncology»,
Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0001-7245-1108.

Карандашов В.И.

доктор медицинских наук, профессор,
заведующий отделением лазерных
биотехнологий и клинической фармакологии
ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины
им. О.К. Скобелкина ФМБА России»,
Москва, Россия.
ORCID: 0000-0002-0026-8862.

Ковалев М.И.

доктор медицинских наук, профессор
кафедры акушерства и гинекологии
ФГАЦУ ВО «Сеченовский университет»
Минздрава России, Москва, Россия.
ORCID: 0000-0002-0426-587x.

Минаев В.П.

кандидат технических наук,
эксперт Лазерной ассоциации,
главный научный сотрудник отдела лазерных
технологий в медицине ООО «Научно-техническое
объединение «ИРЭ-Полус», Фрязино, Россия.
ORCID: 0000-0001-9165-3039.

Панченков Д.Н.

доктор медицинских наук, профессор, заведующий
лабораторией минимально инвазивной хирургии
ФГБОУ ВО «МГМСУ им. А.И. Евдокимова»
Минздрава России, Москва, Россия.
ORCID: 0000-0001-8539-4392.

Петрищев Н.Н.

доктор медицинских наук, заслуженный деятель
науки РФ, профессор кафедры патофизиологии
ФГБОУ ВО «ПСПбГМУ им. И.П. Павлова»
Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия.
ORCID: 0000-0003-4760-2394.

Приезжев А.В.

кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры общей физики и волновых процессов
физического факультета, старший научный сотрудник
Международного учебно-научного лазерного центра
ФГБОУ ВО «МГУ им. М.В. Ломоносова»,
Москва, Россия.
ORCID: 0000-0003-4216-7653.

Ступак В.В.

доктор медицинских наук,
руководитель нейрохирургического отделения
ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России,
Новосибирск, Россия.
ORCID: 0000-0003-3222-4837.

Фролов М.А.

доктор медицинских наук, профессор, заведующий
кафедрой глазных болезней ФГАОУ ВО «Российский
университет дружбы народов» (RUDN University),
Москва, Россия.
ORCID: 0000-0002-9833-6236.

Karandashov V.I.

MD, PhD, D. Sc., Professor,
Head of Department of Laser
Biotechnology and Clinical Pharmacology
«Skobelkin State Scientific Center
of Laser Medicine FMBA of Russia»,
Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0002-0026-8862.

Kovalev M.I.

MD, PhD, D. Sc., Professor
of Chair of Obstetrics and Gynecology
«Sechenov First Moscow
State Medical University», Moscow, Russia,
ORCID: 0000-0002-0426-587x.

Minaev V.P.

PhD, Cand. Sc. Tech.,
expert of Laser Association,
Chief Researcher in laser technology
in medicine and laser safety «IRE-Polyus»,
Fryazino, Russia.
ORCID: 0000-0001-9165-3039.

Panchenkov D.N.

MD, PhD, D. Sc., Professor, Head of Laboratory
of Minimally Invasive Surgery «A.I. Yevdokimov
Moscow State University of Medicine and Dentistry»,
Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0001-8539-4392.

Petrishchev N.N.

MD, PhD, D. Sc., Honored Scientist of Russia,
Professor at Chair of Pathophysiology
«Pavlov First Petersburg State Medical University»,
St-Petersburg, Russia.
ORCID: 0000-0003-4760-2394.

Priezzhev A.V.

PhD, Cand. Phys.-Math. Sc.,
Associate Professor at Chair of General Physics
and Wave Processes, Faculty of Physics;
Senior Researcher in International Educational –
Research Laser Center «Lomonosov Moscow State
University», Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0003-4216-7653.

Stupak V.V.

MD, PhD, D. Sc., Head of Neurosurgical
Department «Tsyvyan Novosibirsk State Research
Institute of Traumatology and Orthopedics»,
Novosibirsk, Russia.
ORCID: 0000-0003-3222-4837.

Frolov M.A.

MD, PhD, D. Sc., Professor,
Head of Ophthalmology Chair
«Peoples' Friendship University of Russia»
(RUDN University), Moscow, Russia.
ORCID: 0000-0002-9833-6236.

Содержание**Contents****Оригинальные исследования****Original researches**

- Лазерная терапия в реабилитации детей из групп экологического риска
В.В. Жуков, А.А. Кожин, В.А. Попова
- Лазерные технологии в диагностике и лечении больных с декомпенсированными формами хронической венозной недостаточности нижних конечностей
В.А. Дуванский, М.М. Мусаев, М.М. Гутоп
- Низкоинтенсивное лазерное излучение в восстановительной терапии больных, перенесших радикальное хирургическое или комбинированное лечение по поводу опухолей головы и шеи
Ю.Ю. Горчак, Г.П. Генс, Э.Н. Праздников, М.Л. Стаханов, Д.Н. Решетов, Д.А. Хланта
- Фотодинамическая терапия лейкоплакии головки полового члена (клиническое наблюдение)
Н.А. Шаназаров, Б.Г. Касымов, Т.М. Муратов, С.В. Зинченко
- Биспектральная фотодинамическая терапия при экстракции третьих моляров
К.А. Прыгунов, Н.Н. Аболмасов, А.Р. Евстигнеев
- Инфракрасное лазерное воздействие в комбинации с приемом аминокислот с разветвленной боковой цепью стимулирует физиологическую адаптацию скелетных мышц
Р.В. Галлямутдинов, Е.С. Головнева, Ж.А. Ревель-Муроз, И.В. Еловских

Обзоры**Review**

- Возможности низкоинтенсивного лазерного излучения в-реабилитационно-восстановительном лечении онкологических больных
Ю.Ю. Горчак, Г.П. Генс, Э.Н. Праздников, М.Л. Стаханов, Д.Н. Решетов, Д.А. Хланта, В.Б. Князьков, С.Э. Овчаров
- Low-level laser light in the rehabilitation of cancer patients
Gorchak Yu.Yu., Guens G.P., Prazdnikov E.N., Stakhanov M.L., Reshetov D.N., Khlanta D.A., Knyazkov V.B., Ovcharov S.E.

УДК 615.849.19

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-3-8-14

ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ В РЕАБИЛИТАЦИИ ДЕТЕЙ ИЗ ГРУПП ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

В.В. Жуков¹, А.А. Кожин², В.А. Попова²¹ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия²ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, Ростов-на-Дону, Россия

Резюме

Введение. Возрастание концентрации ксенобиотиков в биосфере индуцировало рост микроэлементозов. Эта патология распространена среди детей, что связано с несовершенством их адаптационных механизмов и обуславливает снижение неспецифической резистентности. Указанные тенденции детерминируют актуальность разработки более эффективных способов коррекции экологически обусловленных заболеваний.

Цель: сравнительное исследование иммунобиохимического и элементного статуса часто болеющих детей из группы экологического риска для уточнения этиологии снижения неспецифической резистентности и разработки системы мероприятий по их реабилитации.

Материалы и методы. Объектом исследований были дети из групп экологического риска. Методами иммуноферментного анализа изучено содержание гормонов, биохимических показателей крови, иммуноглобулинов. Атомно-абсорбционным методом определяли концентрацию химических элементов в моче. Для реабилитации детей использовали нутриенты и низкоинтенсивное лазерное излучение.

Результаты и их обсуждение. Обнаружено, что дети с резко сниженной неспецифической резистентностью относились к категории часто болеющих детей. У них имел место микроэлементоз техногенного характера. Восстановительная терапия часто болеющих детей была более эффективной при сочетании нутриентов и низкоинтенсивного лазерного излучения.

Заключение. Исследования свидетельствуют о целесообразности внедрения лазерной терапии в реабилитацию часто болеющих детей из групп экологического риска.

Ключевые слова: неспецифическая резистентность, низкоинтенсивное лазерное излучение, лазерная терапия, часто болеющие дети

Для цитирования: Жуков В.В., Кожин А.А., Попова В.А. Лазерная терапия в реабилитации детей из групп экологического риска. *Лазерная медицина*. 2021; 25(3): 8–14. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-8-14>

Контакты: Жуков В.В., e-mail: zhukov@sfedu.ru

LASER THERAPY IN REHABILITATION OF CHILDREN FROM ENVIRONMENTALLY VULNERABLE POPULATION GROUPS

Zhukov V.V.¹, Kozhin A.A.², Popova V.A.²¹Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia²Rostov State Medical University, Rostov-on-Don, Russia

Abstract

Introduction. Increasing concentrations of xenobiotics in the biosphere have induced the growth of microelementoses. The pathology is frequent among children as a result of their adaptive insufficiency calling forth a decrease of nonspecific resistance. These tendencies make increasingly urgent the need for development of more efficient ways to correct environmentally determined conditions.

Purpose: a comparative study of immunobiochemical and elemental status of sickly children from environmentally vulnerable population groups in order to expose the exact etiology for decreasing nonspecific resistance and to develop a combined therapy system for their rehabilitation.

Materials and methods. Children from environmentally vulnerable population groups were the object of research. Enzyme immunoassay methods were used to examine the levels of hormones, blood chemistry values, and immunoglobulins. Atomic absorption was employed to determine the concentration of chemical elements in the urine. Nutrients and low-level laser radiation were used for rehabilitation of the children.

Results and discussion. Children with sharply decreased nonspecific resistance were found to belong to sickly children category. They had microelementoses of technogenic origin. Rehabilitative therapy for sickly children was more efficient in case of combined application of nutrients and low-level laser radiation.

Conclusion. The performed study demonstrates that rehabilitation of sickly children from environmentally vulnerable population groups would benefit from addition of laser therapy.

Key words: nonspecific resistance, low-level laser radiation, laser therapy, sickly children

For citations: Zhukov V.V., Kozhin A.A., Popova V.A. Laser therapy in rehabilitation of children from environmentally vulnerable population groups. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(3): 8–14. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-8-14>

Contacts: Zhukov V.V., e-mail: zhukov@sfedu.ru

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее объективных интегральных показателей загрязнения окружающей среды является состояние здоровья коренного населения, особенно детей. Это обусловлено тем, что их адаптация к быстро меняющимся геохимическим параметрам часто сопровождается морфофункциональными перестройками, пагубно влияющими на регуляторные механизмы функциональных систем [1].

Как известно, детям свойственна незрелость энзимов, системного, местного иммунитета и других защитных интеграций. Не случайно у них был описан синдром экологической дезадаптации и ксеногенной сенсibilизации. При длительном воздействии ксеноинтоксикации, создаваемой микроэлементами, возникает истощение адаптационно-компенсаторных ресурсов организма [2, 3]. Этот феномен приводит в свою очередь к нарушению созревания физиологических систем, индуцирующему задержку психофизического развития, различные вегетозы.

Дети из групп экологического риска, страдающие микроэлементами, нередко попадают в категорию часто болеющих детей (ЧБД). Выявление корреляций между экологическими переменными и заболеваемостью детей затруднено. Это связано с тем, что период от момента контакта с ксенобиотиками, их депонирования в волосах и других биосубстратах, до возникновения специфических патоморфозов, может быть длительным [4]. В связи с этим актуальным является разработка методов ранней диагностики сниженной неспецифической резистентностью (НР) организма детей вследствие микроэлементозов, а также способов их восстановительной терапии. В этом аспекте перспективными средствами системной энзимотерапии считаются микронутриенты и иммуностимуляторы [5]. Однако повышение лекарственной резистентности, аллергизация населения, возрастание риска хронизации астенических состояний побуждают искать более эффективные комплексные фармако-физиотерапевтические методы их коррекции.

Большие перспективы в этом имеет низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ), которое оказывает биостимулирующее действие, аналогичное естественной нейрогормональной стимуляции эффекторных систем организма, которая повышает его адаптогенные возможности, восстанавливает регуляторные процессы [6]. В основе его действия лежит активация метаболизма клеточных структур, изменение проницаемости цитомембран, кальциевых каналов, аллергизирующих влияний при этом не возникает [7, 8]. По данным С.В. Москвина и соавт., НИЛИ – это неспецифический фактор, действие которого направлено не против индуктора или симптома патологии, а на повышение резистентности организма. Это осуществляется фотостимуляцией тканей как в сторону активации, так и в сторону угнетения их метаболизма и функций, в зависимости от исходного состояния.

Этот процесс способствует депривации патологических изменений, восстановлению систем, регулирующих гомеостаз. Указанные особенности крайне важны при использовании НИЛИ в эндокринологической и педиатрической практике [9].

Целью работы стало бионеорганическое обследование групп ЧБД для выяснения этиологии и выраженности снижения НР, оценка эффективности применения комплексной системы их реабилитации по сравнению с лекарственной монотерапией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для реализации поставленной цели были проведены медосмотры в детских садах г. Шахты Ростовской области. Объектом исследования были дети 6–7-летнего возраста (160 человек). Из них по данным осмотра у 110 человек (69 %) анамнестически отмечалось повышенная частота заболеваемости верхних дыхательных путей в течение последних 2–3 лет (более 5 раз в год). На момент осмотра дети жалобы не предъявляли. При проведении углубленного исследования из отобранного контингента, отличающегося повышенной частотой заболеваемости (ЧБД), были сформированы следующие группы.

1-я группа – дети (24 человека), семьи которых на момент обследований в течение не менее двух лет проживали в техногенно загрязненном районе, близости от предприятий угледобывающей промышленности. Окружающая среда отличалась содержанием множества видов ксенобиотиков (соединения тяжелых металлов, сероводород, метан, неорганическая пыль, нефтепродукты и др.). Их концентрация превышала ПДК, особенно в зимнее время года.

2-я группа – дети (20 человек), семьи которых проживали в относительно «чистом» районе. В анамнезе этих детей было указано, что у матерей во время беременности имели место осложнения в виде железодефицитной анемии, гестозов. Роды прошли без осложнений. Однако масса новорожденных была несколько ниже, чем у детей группы сравнения.

Группа сравнения – дети (10 человек), относящиеся к 1-й группе здоровья. Они жили в «чистом» сельском районе. У их матерей в динамике беременности осложнений не было.

Дети всех обследуемых групп были доношенными, оценка при рождении по шкале Апгар составляла 7–8 баллов. Обследование включало следующие исследования:

- анализ данных анамнеза, изучение антропометрических показателей с вычислением индекса массы тела (ИМТ) по Кетле;
- гормональные исследования: определение в плазме крови концентрации кортизола, тироксина методом ИФА;
- определение в плазме крови концентрации маломолекулярного диальдегида (МДА), глюкозы, общего холестерина, липопротеинов;

- общий анализ крови;
- определение уровней сывороточных иммуноглобулинов IgA, IgM, IgG и общего IgE;
- анализ концентрации химических элементов в утренней моче атомно-абсорбционным методом.

В курсах реабилитации использовали витаминно-минеральный комплекс «Селцинк плюс», препарат «Ксидифон» и НИЛИ в инфракрасном (ИК) диапазоне. «Селцинк плюс», отличающийся антиоксидантными свойствами, потенцировал нейтрализацию эффектов токсичных химических элементов (ХЭ), их элиминации из организма способствовал также сорбент «Ксидифон». Лазерную терапию осуществляли ежедневно, в утренние часы. Длительность курса составила 10 процедур. В качестве источника излучения служила установка «Узор» с ИК-лазером на арсениде галлия. Световое воздействие на рефлексогенную зону слизистой носа осуществляли с помощью накопника-световода, который вводился в носовой ход на глубину около 1,5 см, излучение имело следующие параметры: длина волны – 0,89 мкм, мощность одного импульса – 2,8 Вт, частота следования импульсов – 3,0 кГц. Экспозиция сеанса – 2 минуты. Как было показано в наших ранних исследованиях [10], большая длительность сеансов у некоторых больных могла вызывать цефалгию.

Клинико-лабораторные обследования проводили до и после курса комплексной реабилитации, что давало возможность объективно оценить ее эффективность. Для оценки достоверности различий результатов исследований применяли непараметрический критерий Вилкоксона для сопряженных пар при уровне значимости $p = 0,05$. Статистическая обработка материалов проводилась с помощью пакета программ Statistica 6 (StatSoft Inc., США).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По анамнестическим данным была изучена структура общей заболеваемости детей за последние 2 года. Установлено, что частые простудные заболевания (более 5 раз в год) доминировали во всех обследуемых группах (1-я, 2-я). Второе место у детей 1-й и 2-й групп занимали ЛОР-патология (тонзиллит) и аллергические заболевания верхних и нижних дыхательных путей. На 3-м месте у детей 1-й группы была патология эндокринной, а у детей 2-й группы – мочевыделительной системы. В группе сравнения на 1-м месте в структуре заболеваемости были также острые респираторные заболевания, с частотой 3–4 раза в год, на 2-м – аллергические болезни, на 3-м – патология опорно-двигательного аппарата (артриты).

В 1-й и 2-й группах ИМТ в большинстве случаев отличался низкими значениями ($17\text{--}20 \text{ кг/м}^2$), что указывало на дефицит массы тела, рост при этом был в пределах возрастных разбросов нормы. У 10 детей группы сравнения при нормальном росте показатели

ИМТ демонстрировали 1-ю степень ожирения ($26\text{--}30 \text{ кг/м}^2$).

Для расширения информации о функциональном состоянии детей и их адаптационных ресурсах проведены специальные биохимические исследования. В лейкоцитарной формуле были обнаружены более низкие значения показателей лимфоцитов у детей 1-й группы по сравнению с таковыми как у детей 2-й группы, так и группы сравнения ($17,7 \pm 1,2 \%$ против $31,7 \pm 1,8 \%$ и $34,8 \pm 2,2 \%$ соответственно, $p < 0,05$). Содержание других форменных элементов было в пределах разброса нормы.

В момент обследования у детей не было обострения хронических заболеваний. Относительная лимфопения у детей 1-й группы могла указывать на пролонгированное стрессорное состояние организма. На наличие оксидативного стресса у этой группы детей, очевидно вследствие ксеноинтоксикации, указывали и биохимические показатели. Так, при изучении показателей липидного обмена было обнаружено, что более высокие значения общего холестерина были у детей 1-й группы ($p < 0,05$), они достигали $5,5 \pm 0,4 \text{ МЕ/л}$, что соответствовало показателям группы риска для этого возраста. У детей 2-й группы уровень холестерина был также несколько выше оптимальных значений ($5,1 \pm 0,3 \text{ МЕ/л}$). В группе сравнения показатель общего холестерина был в пределах возрастной нормы – $3,1 \pm 0,1 \text{ МЕ/л}$. У детей 1-й группы был также незначительно повышен уровень липопротеинов низкой плотности по сравнению с группой сравнения ($3,87 \pm 0,3 \text{ ммоль/л}$ против $1,7 \pm 0,1 \text{ ммоль/л}$, $p < 0,05$), что также указывало на стрессорное состояние организма. У детей 2-й группы этот показатель отличался от контрольного недостоверно ($2,1 \pm 0,2 \text{ ммоль/л}$).

Об изменении липидного обмена и активации стрессовых процессов у детей 1-й и, в меньшей степени, 2-й групп указывали и показатели уровня МДА. У 1-й группы он был равен $4,9 \pm 1,1 \text{ мкМ/л}$, у 2-й – $4,1 \pm 0,8 \text{ мкМ/л}$, у группы сравнения – $2,4 \pm 0,3 \text{ мкМ/л}$ ($p < 0,05$). Показатели глюкозы у детей всех обследуемых групп были в пределах референтных значений ($4,0\text{--}5,0 \text{ ммоль/л}$), то есть признаков гипергликемии не отмечалось.

Для более точного анализа состояния нейроиммунно-эндокринного гомеостаза, с учетом анамнестических и морфометрических параметров, были проведены исследования ряда гормональных и иммунологических параметров.

Как можно судить по регистрируемым показателям гормонального статуса, у детей группы сравнения были более высокие показатели концентрации кортизола и тироксина. Обращало на себя внимание, что показатели тироксина у детей 1-й группы были заметно ниже по сравнению с контрольными данными (1-я группа – $107,1 \pm 3,7 \text{ нмоль/л}$; 2-я – $122,3 \pm 4,5 \text{ нмоль/л}$; группа сравнения – $145,2 \pm 6,6 \text{ нмоль/л}$). Это можно

объяснить вероятным депонированием некоторых токсичных ХЭ, характерных для мест проживания детей (мышьяк, свинец, олово и др.), в ткани щитовидной железы, что приводит к ее дисфункции вследствие нарушения синтеза йодаз, принимающих участие в продукции тиреоидных гормонов.

Помимо снижения уровня тироксина, определяющего энергетический обмен организма, имело место снижение показателей кортизола (табл. 1).

Оно имело место у детей как 1-й, так и 2-й группы по сравнению с контрольными значениями. С одной стороны, это могло быть связано с пролонгированным действием ксенобиотиков, с другой – осложнениями беременности у матерей, которые могли обусловить явления дезадаптированности у детей 2-й группы. Ее признаками была повышенная частота заболеваемости острыми респираторными заболеваниями (ОРЗ), которые были характерны для детей обследуемых групп. Высокая частота ОРЗ у детей, наряду с частыми осложнениями герпеса, обострениями ринита, тонзиллита, представляет собой маркер синдрома вторичной иммунной недостаточности, что было диагностировано в соответствующих лабораторных исследованиях (табл. 1).

Из таблицы 1 можно заключить, что гуморальное звено иммунитета детей характеризовалось повышенным уровнем сывороточного IgA, снижением уровней IgM, при этом показатель IgG изменялся в меньшей степени и отличался от контрольного недостаточно.

Уровень общего IgE был незначительно повышен по сравнению с показателями группы здоровых детей.

Наблюдаемые иммунологические изменения, в сочетании с повышенным уровнем сывороточного IgA, могут свидетельствовать о признаках гиперергической реакции слизистой дыхательных путей, детерминированной, возможно, ксеносенсибилизацией организма детей аллергенами самой различной природы. Выраженные изменения продукции иммуноглобулинов имели место на фоне резкого снижения содержания кортизола, что свидетельствовало о снижении НР детей вследствие хронических стрессорных влияний ксенотоксической природы.

Как было показано в наших ранних исследованиях, причиной вторичной иммунной недостаточности и повышенной частоты заболеваемости являются декомпенсированные изменения баланса ХЭ в организме [3]. Для оценки роли указанного фактора в этиологии снижения НР был проведен анализ концентрации в утренней моче ХЭ, принимающих участие в регуляции нейроиммунноэндокринных интеграций. Было установлено, что в утренней моче детей 1-й группы уровень токсичного ХЭ (свинца) был значительно выше, чем у детей 2-й группы и группы сравнения (табл. 2).

У детей 1-й группы уровень цинка был наиболее низким, что, очевидно, связано с геохимическими особенностями региона. Как известно, этот эссенциальный ХЭ играет ведущую роль в онтогенезе физиологических систем организма (нервной, иммунной,

Таблица 1

Показатели уровней кортизола (нмоль/л), иммуноглобулинов IgA (г/л), IgM (г/л), IgG (г/л) и общего IgE (нг/л)

Table 1

Levels of cortisol (nmol/l), immunoglobulins: IgA (g/l), IgM (g/l), IgG (g/l), and total IgE (ng/l)

Группа Group	Кортизол Cortisol	IgA	IgM	IgG	Общий IgE Total IgE
1-я / 1st	290,5 ± 6,1*	3,0 ± 0,3*	0,8 ± 0,02*	4,1 ± 0,3	212,7 ± 5,2
2-я / 2nd	256,8 ± 5,6*	3,2 ± 0,4*	0,5 ± 0,01*	3,9 ± 0,3	230,9 ± 5,5
сравнения comparison	470,1 ± 7,2	2,0 ± 0,2	1,9 ± 0,1	5,0 ± 0,4	192,5 ± 3,9

Примечание: * – значения, достоверно отличающиеся от показателей группы сравнения, $p < 0,05$.

Note: * – values consistently different from the corresponding figures of the comparison group, $p < 0.05$.

Таблица 2

Показатели концентрации ХЭ в утренней моче обследуемых детей (мкг/л)

Table 2

Levels of chemical elements in the first void urine of examined children (mcg/l)

Группа Group	Свинец Lead	Селен Selenium	Цинк Zinc	Хром Chromium	Марганец Manganese
1-я / 1st	16,1 ± 3,1*	12,2 ± 1,8*	229,1 ± 6,2*	2,5 ± 0,3	2,8 ± 0,3
2-я / 2nd	10,2 ± 2,4	16,4 ± 1,9	388,8 ± 6,9*	2,7 ± 0,3	2,5 ± 0,3
сравнения comparison	8,2 ± 1,6	19,2 ± 2,1	448,2 ± 8,5	3,0 ± 0,4	2,9 ± 0,3

Примечание: * – значения, достоверно отличающиеся от показателей группы сравнения, $p < 0,05$.

Note: * – values consistently different from the corresponding figures of the comparison group, $p < 0.05$.

Таблица 3

Показатели уровней кортизола (нмоль/л) и IgM (г/л) в крови детей обследуемых групп до и после восстановительной терапии

Table 3

Levels of cortisol (nmol/l) and IgM (g/l) in the blood of children in the examined groups prior to and following the rehabilitative therapy

Группа Group		Показатели Indicators			
		До лечения Before treatment		После лечения After treatment	
		Кортизол Cortisol	IgM	Кортизол Cortisol	IgM
1-я 1st	A	290,5 ± 6,2	0,8 ± 0,02	341,2 ± 6,5	1,1 ± 0,03
	A				
	Б	290,5 ± 6,2	0,8 ± 0,02	407,1 ± 6,9*	1,4 ± 0,05*
	B				
2-я 2nd	A	256,8 ± 5,9	0,5 ± 0,01	307,8 ± 6,3	0,8 ± 0,02
	A				
	Б	256,8 ± 5,9	0,5 ± 0,01	428,7 ± 7,1*	1,6 ± 0,1*
	B				
сравнения comparison		470,1 ± 7,2	1,9 ± 0,1		

Примечание: * – значения, достоверно отличающиеся от тех, которые были до лечения ($p < 0,05$).

Note: * – values consistently different from the figures prior to the therapy ($p < 0.05$).

эндокринной). Его недостаток может обуславливать задержку психофизического развития, адекватного становления метаболических процессов.

Помимо низкого содержания цинка у детей 1-й и 2-й групп имели место более низкие, чем в группе сравнения, концентрации ряда эссенциальных ХЭ – селена, марганца, хрома. Эти ХЭ, как и цинк, необходимы для оптимального функционирования антиоксидантной системы, превентирующей развитие в организме оксидативного стресса [11]. Возникновению последнего могло способствовать также повышенное содержание свинца, особенно у детей 1-й группы. Свинец является биологическим антагонистом указанных эссенциальных ХЭ, и его избыток мог обуславливать блокировку их участия в синтезе ферментов и антиоксидантных процессах [12].

В связи с тем, что снижение НР у обследуемых групп дошкольников было обусловлено неоднородными этиологическими факторами, в восстановительной терапии детей использовали различные фармакофизиотерапевтические приемы. Дети 1-й группы (экологического риска) были разделены на две подгруппы (А и Б, по 12 человек). Обе подгруппы получали препарат «Селцинк Плюс», а также сорбент «Ксидифон», способствующий элиминации ксенобиотиков из организма. Препараты применяли в течение 1 месяца. После завершения курса сорбентной терапии дети дополнительно проходили 2-недельный курс восстановительного лечения. Одна подгруппа (А) получала комплекс поливитаминов, другая (Б) – курс лазерной

терапии по указанной выше методике. После завершения курса восстановительной терапии был произведен анализ крови детей для определения динамики кортизола и IgM, как маркеров НР организма. Это позволяло предварительно оценить адекватность применяемых терапевтических факторов и сравнить эффективность их применения в А и Б подгруппах детей.

Дети 2-й группы, у которых снижение НР было менее выраженным, и имело, в отличие от детей 1-й группы, перинатальную этиологию, также были разделены на две подгруппы (А и Б, по 10 человек). В одном случае применяли только препарат «Селцинк Плюс» (1 месяц), в другом – курс лазерной терапии по указанной схеме. Предварительной сорбентной терапии, как в 1-й группе, у них не проводили. После завершения курса были проведены аналогичные лабораторные обследования.

Было показано, что после курса восстановительной терапии тенденция к улучшению показателей наблюдалась у всех детей (табл. 3), но наиболее четкими они были в случаях последовательного применения «Селцинка Плюс» и «Ксидифона», а также НИЛИ (1-я группа, подгруппа Б). Во 2-й группе (подгруппа Б) также после применения НИЛИ наблюдали более выраженные, чем в подгруппе А, позитивные изменения рассматриваемых иммунобиохимических показателей ($p < 0,05$).

Для подтверждения наблюдаемой позитивной динамики лабораторных параметров, среди которых более наглядными были изменения, вызванные

влиянием НИЛИ, проведены катamnестические наблюдения в течение 6 месяцев. Периодические медосмотры показали стабилизацию полученного эффекта в обеих группах детей. У детей 1-й группы (подгруппа Б) ОРВИ в течение 6 месяцев не было (эффективность составила 100 %). В 1-й группе (подгруппа А) – ОРВИ дважды было у 2 человек (эффективность – 83,3 %). У детей 2-й группы результаты эффективности были несколько менее заметными (А – 60 %, Б – 70 %).

Очевидно, что осложнения беременности, сопровождающиеся относительной гипоксией плода, у матерей детей 2-й группы способствовали возникновению глубоких структурно-функциональных сдвигов в морфогенезе регуляторных комплексов, контролирующих адаптационные реакции организма. Возникновение нейроэндокринных дисфункциональных изменений еще в перинатальный период онтогенеза обусловили, в дальнейшем, быстрое истощение адаптационно-компенсаторных механизмов у обследуемых детей уже в дошкольный период жизни.

Несомненно, что развитие микроэлементозов, вследствие ксеноагрессии, может быть как индуктором, так и акселератором развития дисрегуляторных аномалий в организмах детей. Своевременная коррекция этого феномена, с учетом его последствий, крайне важна. Даже при его своевременном выявлении достаточно сложно подобрать соответствующие приемы реабилитационного воздействия. Стимуляция лекарственными препаратами детоксицирующих энзимов (трансферазы, монооксигеназы, цитохромы и др.) может привести к ускоренной инактивации эндобиотиков, таких как половые стероиды, с соответствующими последствиями, в дальнейшем, для репродуктивной функции. В этой ситуации особую актуальность приобретают способы повышения резистентности организма немедикаментозными методиками, в т. ч. НИЛИ, учитывая возрастающую ксеносенсибилизацию населения, возникновение относительной толерантности к экотоксикантам за счет развития гипердаптозов или, так называемых, болезней адаптации. Назначение НИЛИ должно проводиться после предварительной элиминации экотоксикантов из организма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют прийти к выводу, что используемый прием комплексной оздоровительной терапии способствовал снижению частоты возникновения острых респираторных заболеваний у иммунокомпрометированных детей. После ее курса имела место тенденция к нормализации показателей НР, свидетельствующая об улучшении функционального состояния нейроиммуноэндокринной системы детей под влиянием курса реабилитации. Комплексный характер воздействия позволил получить достаточно эффективные результаты, особенно у детей из групп

экологического риска. Очевидно, что дальнейшее внедрение разработанного реабилитационного комплекса для ЧБД особенно актуально в районах с высоким техногенным загрязнением среды. Полученные результаты являются основанием для активного применения НИЛИ в терапии экологически обусловленной патологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скальный А.В. Оценка и коррекция элементного статуса населения – перспективное направление отечественного здравоохранения и экологического мониторинга. *Микроэлементы в медицине*. 2018; 19 (1): 5–13. DOI: 10.19112/2413-6174-2018-19-1-5-13
2. Осочук С.С., Коробов Г.Д., Голюченко О.А. Гормональные и метаболические особенности детей группы диспансерного наблюдения «Часто болеющие дети». *Клиническая лабораторная диагностика*. 2016; 61 (6): 352–356. DOI: 10.18821/0869-2084-2016-61-6-352-356
3. Кожин А.А., Жуков В.В., Попова В.А. Нейроэндокринные нарушения онтогенеза человека экологической этиологии и их восстановительная терапия (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2021; 1: 83–91. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-1-3-1
4. Данилова Е.А., Осинская Н.С., Хусниддинова С.Х., Ахмедов Я.А. Элементный состав волос – индикатор природно-техногенной обстановки Ташкентской области. *Микроэлементы в медицине*. 2020; 21 (3): 24–32. DOI: 10.19112/2413-6174-2020-21-3-24-32
5. Чурюкина Э.В., Сизякина Л.П. Системная энзимотерапия в комплексном лечении больных тяжелой бронхиальной астмой. *Медицинская иммунология*. 2019; 21 (2): 323–332. DOI: 10.15789/1563-0625-2019-2-323-332
6. Thunshelle C., Hamblin M.R. Transcranial low-level laser (light) therapy for brain injury. *Photomed Laser Surg*. 2016; 34 (12): 587–598. DOI: 10.1089/pho.2015.4051
7. Москвин С.В. Основы лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 1. М. – Тверь: ООО «Издательство «Триада»; 2016: 896.
8. Москвин С.В., Шаяхметова Т.А. Лазерная терапия в педиатрии. Особенности и схемы применения метода (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2018; 6: 136–147. DOI: 10.24411/2075-4094-2018-16270
9. Москвин С.В., Рыжова Т.В. Лазерная терапия в эндокринологии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 5. М.: ИП Москвин С.В.; Тверь: ООО «Издательство «Триада»; 2020: 1024.
10. Жуков В.В., Кожин А.А., Мрыхин В.В. Лазерная терапия нарушений психического здоровья. Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета; 2016: 146.
11. Willoughby J.L., Bowen C.N. Zinc deficiency and toxicity in pediatric practice. *Curr Opin Pediatr*. 2014; 26 (5): 579–584. DOI: 10.1097/MOP.0000000000000132
12. Оберлис Д., Харланд Б., Скальный А.В. Биологическая роль макро- и микроэлементов у человека и животных. Под ред. А.В. Скального. М.: Изд-во Российского университета дружбы народов; 2018: 657.

REFERENCES

1. Skal'nyj A.V. Evaluation and correction of elemental status of the population as a perspective direction of national health-care and environmental monitoring. *Trace Elements in Medicine*. 2018; 19 (1): 5–13. [In Russ.]. DOI: 10.19112/2413-6174-2018-19-1-5-13
2. Osochuk S.S., Korobov G.D., Golyuchenko O.A. The hormonal and metabolic characteristics of children of dispensarization observation group of «Frequently ill children». *Russian Clinical Laboratory Diagnostics*. 2016; 61 (6): 352–356. [In Russ.]. DOI: 10.18821/0869-2084-2016-61-6-352-356
3. Kozhin A.A., Zhukov V.V., Popova V.A. Neuroendocrine disorders in human ontogenesis of ecological etiology and their restorative treatment (literature review). *Journal of New Medical Technologies*. 2021; 1: 83–91. [In Russ.]. DOI: 10.24412/2075-4094-2021-1-3-1
4. Danilova E.A., Osinskaya N.S., Khusniddinova S.H., Akhmedov Ya.A. The elemental content of hair as an indicator for natural and technogenic condition of Tashkent region. *Trace Elements in Medicine*. 2020; 21 (3): 24–32. [In Russ.]. DOI: 10.19112/2413-6174-2020-21-3-24-32
5. Churyukina E.V., Sizyakina L.P. Systemic enzyme therapy in complex treatment of patients with severe bronchial asthma. *Medical Immunology (Russia)*. 2019; 21 (2): 323–332. [In Russ.]. DOI: 10.15789/1563-0625-2019-2-323-332
6. Thunshelle C., Hamblin M.R. Transcranial low-level laser (light) therapy for brain injury. *Photomed Laser Surg*. 2016; 34 (12): 587–598. DOI: 10.1089/pho.2015.4051
7. Moskvina S.V. Basics of laser therapy. Vol. 1. Moscow – Tver: Publishing house «Triada»; 2016: 896. [In Russ.].
8. Moskvina S.V., Shayahmetova T.A. Low level laser therapy in pediatrics, special features and schemes of application method (literature review). *Journal of New Medical Technologies*. 2018; 6: 136–147. [In Russ.]. DOI: 10.24412/2075-4094-2018-16270
9. Moskvina S.V., Ryzhova T.V. Laser therapy in endocrinology. Vol. 5. Moscow: Ltd S.V. Moskvina; Tver: Publishing house «Triada»; 2020: 1024. [In Russ.].
10. Zhukov V.V., Kozhin A.A., Mrykhin V.V. Laser therapy in disorders of mental health. Rostov-on-Don: Izdatel'stvo Yuzhnogo federal'nogo universiteta; 2016: 146. [In Russ.].
11. Willoughby J.L., Bowen C.N. Zinc deficiency and toxicity in pediatric practice. *Curr Opin Pediatr*. 2014; 26 (5): 579–584. DOI: 10.1097/MOP.000000000000132
12. Oberlis D., Harland B., Skal'nyj A.V. The biological role of macro- and microelements in humans and animals. Moscow: Izdatel'stvo Rossijskogo universiteta družby narodov; 2018: 657. [In Russ.].

Информация об авторах

Жуков Владимир Валентинович – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры квантовой радиофизики физического факультета, советник при ректорате, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет»; e-mail: zhukov@sfedu.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0070-1758>

Кожин Александр Алексеевич – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры патологической физиологии, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: kozhin.1945@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1470-6074>

Попова Виктория Александровна – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник Научно-исследовательского института акушерства и педиатрии, ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России; e-mail: vait49@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5329-7336>

Information about the authors

Zhukov Vladimir – Cand. Sc. (Phys., Math.), Docent, Associate Professor at the Department of Quantum Radiophysics, Faculty of Physics; Rectorate Advisor, Southern Federal University; e-mail: zhukov@sfedu.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0070-1758>

Kozhin Aleksandr – Dr. Sc. (Med.), Professor, Professor at the Department of Pathological Physiology, Rostov State Medical University, e-mail: kozhin.1945@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1470-6074>

Popova Viktoria – Dr. Sc. (Med.), Chief Researcher at Clinical and Research Institute of Obstetrics and Pediatrics, Rostov State Medical University, e-mail: vait49@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5329-7336>

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

Compliance with ethical principles

The Authors confirm that respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary and the rules of treatment of animals when they are used in the study.

УДК: 616.14-002-07

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-3-15-20

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ И ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С ДЕКОМПЕНСИРОВАННЫМИ ФОРМАМИ ХРОНИЧЕСКОЙ ВЕНОЗНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

В.А. Дуванский^{1,2}, М.М. Мусаев³, М.М. Гутоп^{1,2}

¹ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина
Федерального медико-биологического агентства», Москва, Россия

²ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

³Сеть клиник «ВиТерра», Москва, Россия

Резюме

Цель исследования. Оценить степень нарушений регионарной микроциркуляции у больных с декомпенсированными формами хронической венозной недостаточности нижних конечностей и возможности их коррекции низкоинтенсивным лазерным излучением.

Материалы и методы. Проведен анализ результатов обследования и лечения 66 больных с декомпенсированными формами хронической венозной недостаточности нижних конечностей, 34 (51,5 %) из которых помимо традиционной терапии проводили лазерную стимуляцию микроциркуляции. Лазерное воздействие осуществляли с помощью инфракрасного лазера «Мустанг» с длиной волны 0,89 мкм, частотой 80 Гц, мощностью 10 Вт, экспозицией 2 мин на одну зону. Курс лазерной терапии включал 10 сеансов. Состояние микроциркуляции в тканях изучали при помощи компьютерного капилляроскопа, лазерного анализатора капиллярного кровотока и газоанализатора.

Результаты. Особенности микроциркуляции у больных с хронической венозной недостаточностью (С6) по данным компьютерной капилляроскопии состоят в глубоком угнетении тканевого кровотока, что выражается в полиморфизме структуры капилляров, нарушении соотношения размеров отделов капилляра, с увеличением венозного отдела, снижении плотности капиллярной сети в 1,8 раза, увеличении перикапиллярной зоны в 1,47 раза и снижении скорости капиллярного кровотока в артериальном отделе в 10,5 раза и в венозном отделе в 11,5 раза.

Заключение. У больных с декомпенсированными формами хронической венозной недостаточности нижних конечностей выявили значительные морфо-функциональные изменения микроциркуляции, включающие структурные изменения микрососудов, снижение плотности капиллярной сети, увеличение преваскулярной зоны, снижение скорости капиллярного кровотока, что приводит к нарушению трофики тканей, прогрессивному снижению T_{pO_2} и возникновению трофических язв. Применение лазерной стимуляции микроциркуляции в комплексном лечении больных с декомпенсированными формами хронической венозной недостаточности активизирует транскapиллярный обмен, способствует восстановлению структуры и функции микроциркуляторного русла за счет повышения миогенной активности гладкомышечных клеток артериол и прекапилляров, и нормализации артериоло-венозных взаимоотношений, что обеспечивает ускорение образования и созревания грануляционной ткани и эпителизации язв.

Ключевые слова: хроническая венозная недостаточность, микроциркуляция, лазерная терапия

Для цитирования: Дуванский В.А., Мусаев М.М., Гутоп М.М. Лазерные технологии в диагностике и лечении больных с декомпенсированными формами хронической венозной недостаточности нижних конечностей. *Лазерная медицина*. 2021; 25(3): 15–20. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-15-20>

Контакты: Дуванский В.А., e-mail: dvaendo@mail.ru

LASER TECHNOLOGIES IN THE DIAGNOSTICS AND CARE OF PATIENTS WITH DECOMPENSATED FORMS OF CHRONIC VENOUS INSUFFICIENCY IN THE LOWER EXTREMITIES

Duvansky V.A.^{1,2}, Musaev M.M.³, Gutop M.M.^{1,2}

¹Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia

²RUDN University, Moscow, Russia

³Medical Centre “Vi Terra”, Moscow, Russia

Abstract

Purpose. To assess the degree of disorders in regional microcirculation in patients with decompensated forms of chronic venous insufficiency of lower extremities and potentials for their correction with low-level laser therapy (LLLT).

Material and methods. The authors analyzed results of examination and treatment of 66 patients with decompensated forms of chronic venous insufficiency in their lower extremities. 34 (51.5 %) patients, in addition to traditional therapy, had laser stimulation of microcirculation. For laser irradiation, infrared laser device “Mustang” (wavelength – 0.89 μ m, frequency – 80 Hz, power – 10 W, exposure – 2 min per zone) was used. In laser course, there were 10 sessions. The state of microcirculation in tissues was examined with a computerized capillaroscope, a laser analyzer of capillary blood flow and a gas analyzer.

Results. Microcirculation in patients with chronic venous insufficiency C6 has its specific features which, by findings of computerized capillaroscope, are manifested with deep suppression of tissue blood flow: namely, expressed polymorphism of capillary structures, violation of size

ratio of capillary sections, increased venous section, decreased density of the capillary network by 1.8 times, increased pericapillary zone by 1.47 times, decreased speed of capillary blood flow in the arterial section by 10.5 times and in the venous section by 11.5 times.

Conclusion. Patients with decompensated forms of chronic venous insufficiency in lower extremities were observed to have significant morphological and functional changes in microcirculation, including structural changes in microvessels, decreased density of capillary network, increased prevascular zone, decreased speed of capillary blood flow. As a result, these changes cause disorders in tissue trophism, progressive decrease in T_pO_2 and development of trophic ulcers. Low-level laser stimulation of microcirculation in the complex treatment of patients with decompensated forms of chronic venous insufficiency activates transcapillary metabolism, helps to restore structures and functions of microvasculature by increasing the myogenic activity of smooth muscle cells of arterioles and precapillaries as well as by normalizing arterio-venous relationships what accelerates tissue granulation and ulcer epithelialization.

Key words: chronic venous insufficiency, microcirculation, laser therapy

For citations: Duvansky V.A., Musaev M.M., Gutop M.M. Laser technologies in the diagnostics and care of patients with decompensated forms of chronic venous insufficiency in the lower extremities. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(3): 15–20. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-15-20>

Contacts: Duvansky V.A., e-mail: dvaendo@mail.ru

Высокая распространенность хронической венозной недостаточности (ХВН) в нашей стране подчеркивает важность точной и своевременной диагностики этой патологии, необходимость использования технологий лечения, которые могут быть использованы максимально широко не только врачами сердечно-сосудистого профиля, флебологами, но и общими хирургами и даже врачами других специальностей [1].

Расстройства микроциркуляции по сравнению с расстройствами центрального кровообращения изучены в значительно меньшей степени. Проявления нарушений микроциркуляции отличаются значительной вариабельностью. В них можно выделить структурные изменения самих капилляров, гемодинамические и реологические сдвиги, происходящие внутри микрососудов, а также изменения, касающиеся периваскулярной зоны [2, 3].

Изменения состояния кровотока в капиллярах и близлежащих кровеносных сосудах представляют огромный интерес в теоретическом плане, для понимания механизмов организации тканевого обмена [4, 5]. Исследования в данной области базируются на детальных знаниях морфофункциональных закономерностей функционирования кровеносных сосудов и понимании патогенеза расстройства в них кровотока [6, 7].

Работы последних лет показали, что микрососуды обладают чувствительностью к фотовоздействию. Воздействие лазерного излучения на микрососуды и возможность их фотодилатации приводит к активации микроциркуляции в тканях. Возможными точками приложения лазерного воздействия могут быть гладкие миоциты в стенке микрососудов, активация метаболизма в окружающих микрососуды клетках, повышение устойчивости гистогематического барьера, а также активация неоваскулогенеза, что ведет к реконструкции поврежденных звеньев микроциркуляторного русла [8]. Под воздействием лучей лазера местно улучшается кровообращение, активизируется фибринолитическая система крови. Лазерное излучение, активизируя ряд ферментных систем, усиливает интенсивность обменных процессов, способствуя регенерации тканей. Как показали исследования последних лет, корректирующая

терапия микроциркуляторных расстройств в зависимости от специфики и глубины поражения системы микроциркуляции может быть проведена у больных с ХВН с использованием низкоинтенсивного лазерного излучения [9].

Цель исследования – оценить степень нарушений регионарной микроциркуляции у больных с декомпенсированными формами хронической венозной недостаточности нижних конечностей и возможности их коррекции низкоинтенсивным лазерным излучением.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведен анализ результатов обследования и лечения 66 больных с декомпенсированными формами хронической венозной недостаточности нижних конечностей. В качестве клинической классификации ХВН нами использовалась международная классификация хронических заболеваний вен нижних конечностей: система CEAP. Все больные в нашем исследовании были с ХВН Стадия 6 (C6) [10]. Среди пациентов было 46 (69,7 %) женщин и 20 (30,3 %) мужчин. Средний возраст составил $55,4 \pm 1,7$ года. Провели оценку показателей микроциркуляции методом компьютерной капилляроскопии (КК) на эпонихии I пальца стопы 24 больным. Применяли компьютерный капилляроскоп, разработанный ЗАО Центр «Анализ веществ» (Россия). Определяли: размер (диаметр) отделов капилляра; размер периваскулярной зоны; скорость движения крови; количество «слабей», проходящих через сосуд в единицу времени; длительность стаза. Морфологические типы капилляров оценивали по классификации A. Bollinger (1990) [11]. Использовали алгоритм оценки микрогемоциркуляции, разработанный В.И. Козловым [12], который наряду с качественной характеристикой композиции микрососудов и кровотока в них включал полуколичественный учет признаков, характеризующих гемодинамику в микрососудах, структурные изменения микрососудов, реологические сдвиги, состояние барьерной функции микрососудов, что позволяло рассчитать интегральный показатель – индекс микроциркуляции (ИМ), который суммарно характеризует степень накопления структурных и функциональных изменений

в микрососудах, а также оценить степень нарушения микроциркуляции и соотношение структурно-функциональных изменений микроциркуляции, позволяющее количественно определить удельный вклад основных групп признаков в общую картину нарушений микроциркуляции.

Лазерную доплеровскую флоуметрию (ЛДФ) проводили при помощи лазерного анализатора капиллярного кровотока «ЛАКК-02» (Россия) по методике, разработанной В. И. Козловым [2, 12]. Регистрировали данные лазерной доплеровской флоуметрии, полученные в покое и с применением окклюзионной пробы.

Транскутанное или чрескожное измерение парциального давления кислорода в тканях ($Tc\ pO_2$) проводили с помощью полярографического электрода Кларка на газоанализаторе ТСМ-4 («Radiometer», Дания).

В зависимости от применяемых методик лечения больные были разделены на две группы (табл. 1).

Группа 1 (контрольная) была представлена 32 (48,5 %) пациентами, которым проводили традиционную терапию. Она включала в себя: эластичную компрессию нижних конечностей (эластичные бинты или компрессионный трикотаж 2-го класса); фармакотерапию; местное лечение.

Группа 2 (основная) включала 34 (51,5 %) пациента, которым помимо традиционной терапии проводили лазерную стимуляцию микроциркуляции. Лазерное воздействие осуществляли с помощью инфракрасного лазера «Мустанг» (длина волны – 0,89 мкм, частота – 80 Гц, мощность – 10 Вт, экспозиция – 2 мин на одну зону). Терапевтическое воздействие осуществляли на область проекции крупных сосудов (бедренной и подколенной артерий) с обеих сторон, и на заднюю группу мышц голени с обеих сторон. Курс лазерной терапии включал 10 сеансов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При компьютерной капилляроскопии у больных с декомпенсированными формами ХВН (табл. 1) было обнаружено обеднение капиллярной сети, плотность капилляров в среднем составила $4,3 \pm 0,15$ на 1 мм^2 , перикапиллярная зона расширяется до $133,3 \pm 1,16$ мкм, что свидетельствует о наличии выраженного интерстициального отека. Скорость капиллярного кровотока была низкой, в среднем $51,6 \pm 4,54$ мкм/с в артериальном и $35,3 \pm 4,33$ мкм/с в венозном отделе. В просвете капилляров отмечали светлые форменные элементы крови, а также точечные геморрагии в окружности капилляров. Диаметр артериального отдела капилляров составлял $17,5 \pm 0,61$ мкм, венозного – $25,8 \pm 1,04$ мкм, переходного – $26,3 \pm 0,94$ мкм. Морфологические типы капилляров – е, f (по Bollinger). Об изменениях в состоянии системной микроциркуляции у больных с декомпенсированными формами ХВН свидетельствовал и рост индекса микроциркуляции до $1,3 \pm 0,01$.

Таблица 1

Провели оценку показателей микроциркуляции методом компьютерной капилляроскопии (КК) на эпонихии I

Table 1

Distribution of patients depending on the curative technique

Методы лечения <i>Treatment technique</i>	Количество больных <i>Number of patients</i>	
	Абс. / Abs.	%
Традиционное лечение <i>Traditional treatment</i>	32	48,5
Традиционное лечение + лазерная стимуляция микроциркуляции <i>Traditional treatment + laser stimulation of microcirculation</i>	34	51,5
Всего / Total	66	100,0

На поздних стадиях ХВН (C5–C6) среди изменений в микроциркуляции преобладают реологические и ба-рьерные изменения, на фоне значительных гемодинамических и структурных.

Особенности микроциркуляции у больных с декомпенсированными формами ХВН выражались по данным КК в глубоком угнетении тканевого кровотока, что выражается в полиморфизме структуры капилляров, нарушении соотношения размеров отделов капилляра, с увеличением венозного отдела, снижении плотности капиллярной сети в 1,8 раза, увеличении перикапиллярной зоны в 1,47 раза и снижении скорости капиллярного кровотока в артериальном отделе в 10,5 раза и в венозном отделе в 11,5 раза.

Результаты исследования микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии показали, что у больных с декомпенсированными формами ХВН реактивность микрососудов существенно понижается, что свидетельствует о глубоких нарушениях кровотока не только в магистральных сосудах, но и в системе микроциркуляции. Прогрессирующее снижение функционального резерва капиллярного кровотока происходит за счет нарушения состояния регуляторных механизмов сосудов. Расстройство микроциркуляции, в свою очередь, приводит к трофическим расстройствам мягких тканей, наблюдаемое при тяжелых стадиях ХВН. Снижение показателя микроциркуляции (ПМ) после проведения постуральной пробы свидетельствует о том, что на фоне имеющегося отека и расстройства микроциркуляции происходит снижение тканевого кровотока. Не исключен также сброс крови через поврежденные клапаны. При ЛДФ-метрии мы наблюдали прогрессивное «спектральное сужение» ЛДФ-граммы с существенным резким увеличением среднего показателя ПМ и дальнейшим снижением показателя среднего квадратичного отклонения, что свидетельствовало о глубоких

Таблица 2

Динамика изменения показателей микроциркуляции у больных с венозными трофическими язвами (1-я группа больных) (голень, положение тела лежа, усиление $\times 1$)

Table 2

Dynamics of changes in microcirculation indices in patients with venous trophic ulcers (Group 1) (lower leg, lying position, magnification $\times 1$)

Показатели ЛДФ LDF indices		Значения показателей Indices values n = 32		
		до лечения before treatment	после курса after treatment	через 6 мес. in 6 months
ПМ (ПЕ) Microcirculation indices (PerfU)		15,9 $\pm$ 0,64	14,8 $\pm$ 0,2*	15,8 $\pm$ 0,45
СКО (ПЕ) MAD (PerfU)		0,11 $\pm$ 0,05	0,25 $\pm$ 0,07*	0,16 $\pm$ 0,03*
K _v Variation coefficient		1,2 $\pm$ 0,6	1,9 $\pm$ 0,7	1,3 $\pm$ 0,4
ИФМ / IFM A _{LF} /A _{HF} +A _{CF}		0,82 $\pm$ 0,06	0,86 $\pm$ 0,14**	0,81 $\pm$ 0,04
Динамика постуральной пробы (%) Dynamics in postural sample (%)		+11,8	+10,4	+11,6
Ритмические составляющие ЛДФ-грамм (вклад в %) Rhythmic components of LDF-gram (contribution in %)	VLF-колебания VLF-oscillations	33,9	34,3	34,1
	LF-колебания LF-oscillations	31,1	32,1	31,2
	HF-колебания HF-oscillations	23,2	22,2	23,5
	CF-колебания CF-oscillations	11,8	11,4	11,2

Примечание: достоверность отличия от показателей до лечения: * – $p < 0,001$, ** – $p < 0,01$.

Note: reliability of the difference from indicators before treatment: * – $p < 0.001$, ** – $p < 0.01$.

расстройствах микроциркуляции. Отмечали выраженное подавление вазомоторного ритма и повышение высокочастотных колебаний (HF- и CF-ритм). Снижение индекса флаксомодий свидетельствует о подавлении «активных» вазомоторных механизмов регуляции тканевого кровотока. Компенсаторное усиление «пассивных» механизмов модуляции тканевого кровотока способствует его некоторой стабилизации, однако не может в полной мере компенсировать сниженный уровень. Это же было подтверждено проведением постуральной пробы, при которой происходит увеличение величины веноартериальной реакции.

Результаты исследования транскутанного напряжения кислорода у больных с декомпенсированными формами ХВН можно охарактеризовать как «критические». Показатели Tc pO₂ снижаются в коже паравенозной зоны до 2,5 $\pm$ 0,3 (1–5) мм рт. ст. В норме у здоровых добровольцев Tc pO₂ на голени составляет 50–80 мм рт. ст. в горизонтальном положении.

Анализ показателей регионарной микроциркуляции после лечения показал, что группе больных, где применяли традиционное лечение, к 14-м суткам отмечена незначительная положительная динамика в показателях регионарной микроциркуляции. Однако эти изменения были крайне незначительны; так, показатель микроциркуляции в области голени в среднем

составлял 14,4 $\pm$ 0,2 перфузионных единицы (ПЕ), уровень флакса (СКО) – 0,25 $\pm$ 0,07 ПЕ, коэффициент вариации (K_v) – 0,32 $\pm$ 0,11, что свидетельствует о недостаточной нормализации как структуры, так и функционирования системы микроциркуляции. Слабо изменился ПМ в неповрежденной коже голени, в периферических тканях он снизился более значительно за счет купирования воспалительных явлений в язве. Характер нейрогенной регуляции микроциркуляции практически не изменился. Вклад высокочастотных ритмов оставался значительным (дыхательный – 22,2 %, кардиоритм – 11,4 %). Данные изменения показателей микроциркуляции и ее ритмических составляющих свидетельствуют о снятии воспаления и незначительном улучшении трофики тканей, но не о восстановлении эффективной микроциркуляции. При контрольном исследовании через 6 месяцев у данной группы больных отмечается возвращение всех показателей ЛДФ-граммы и амплитудно-частотного спектра практически на исходный уровень. Динамика показателей ЛДФ представлена в таблице 2.

При проведении ЛДФ у пациентов после окончания курса лазерной терапии ПМ в области неповрежденной кожи голени нормализовался и значительно снизился, составив 13,1 $\pm$ 0,62 ПЕ. Уровень флакса (СКО) увеличился до 0,96 $\pm$ 0,08 ПЕ. Показатели

Таблица 3

Динамика изменения показателей микроциркуляции у больных с венозными трофическими язвами (2-я группа больных) (голень, положение тела лежа, усиление $\times 1$)

Table 3

Dynamics of changes in microcirculation indices in patients with venous trophic ulcers (Group 2) (lower leg, lying position, magnification $\times 1$)

Показатели ЛДФ <i>LDF indices</i>		Значения показателей <i>Indices value</i> <i>n = 34</i>		
		до лечения <i>before treatment</i>	после курса <i>after treatment</i>	через 6 мес. <i>in 6 months</i>
ПМ (ПЕ) Microcirculation indices (PerfU)		15,9 $\pm$ 0,64	13,1 $\pm$ 0,62*	14,2 $\pm$ 0,58
СКО (ПЕ) MAD (PerfU)		0,11 $\pm$ 0,05	0,36 $\pm$ 0,05	0,28 $\pm$ 0,07
K_v Variation coefficient		1,2 $\pm$ 0,6	1,4 $\pm$ 0,09	1,3 $\pm$ 0,07
ИФМ / IFM $A_{LF}/A_{HF}+A_{CF}$		0,82 $\pm$ 0,06	0,98 $\pm$ 0,21*	0,92 $\pm$ 0,24
Динамика постуральной пробы (%) <i>Dynamics in postural sample (%)</i>		+11,8	+5,6	+9,3
Ритмические составляющие ЛДФ-грамм (вклад в %) <i>Rhythmic components of LDF-gram (contribution in %)</i>	VLF-колебания <i>VLF-oscillations</i>	33,9	37,1	36,3
	LF-колебания <i>LF-oscillations</i>	31,1	36,8	34,2
	HF-колебания <i>HF-oscillations</i>	23,2	17,0	19,4
	CF-колебания <i>CF-oscillations</i>	11,8	9,1	10,2

Примечание: * – достоверность отличия от показателей до лечения ($p < 0,001$).

Note: * – reliability of the difference from indicators before treatment ($p < 0.001$).

ритмических составляющих ЛДФ-граммы после курса лазерной рефлекторной стимуляции микроциркуляции свидетельствует об изменении расстройств согласованности ритмических составляющих в следующем порядке: рос вклад низкочастотных (LF-) и очень низкочастотных (VLF-) колебаний – до 36,8 и 37,1 % соответственно, с одновременным снижением вклада высокочастотных (HF-) до 17,0 % и колебаний капиллярного кровотока в кардиоритме (CF-) до 9,1 %. Выявленная динамика указывает на повышение сердечно-сосудистого тонуса и эффективности работы системы микроциркуляции. Стимулирующее влияние лазерной рефлекторной стимуляции микроциркуляции на тканевой кровоток подтверждается и анализом результатов постуральной пробы после курса лечения. При этом отмечается снижение величины вено-артериальной реакции у пациентов с С6 ХВН – на 9,3 %, по сравнению с результатами постуральной пробы до лечения. При анализе данных, полученных через 6 месяцев, отметили увеличение ПМ, в среднем на 10–12 %, с одновременным снижением СКО и K_v . Применение частотно-амплитудного анализа ритмических составляющих флуксуометрии свидетельствует о некотором увеличении вклада спектра в зоне HF- и CF-ритмов и снижении его в зоне VLF- и LF-ритма, что сопровождается и некоторым

снижением ИФМ. Подобная динамика свидетельствует о целесообразности проведения повторного курса лазерной рефлекторной стимуляции микроциркуляции через 6 месяцев. Динамика показателей ЛДФ представлена в таблице 3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У больных с декомпенсированными формами хронической венозной недостаточности нижних конечностей выявили значительные морфо-функциональные изменения микроциркуляции, включающие структурные изменения микрососудов, снижение плотности капиллярной сети, увеличение преваскулярной зоны, снижение скорости капиллярного кровотока, что приводит к нарушению трофики тканей, прогрессивному снижению $T_s pO_2$ и возникновению трофических язв. Применение лазерной стимуляции микроциркуляции в комплексном лечении больных с декомпенсированными формами ХВН активизирует транскapиллярный обмен, способствует восстановлению структуры и функции микроциркуляторного русла за счет повышения миогенной активности гладкомышечных клеток артериол и прекапилляров, и нормализации артериоло-венозных взаимоотношений, что обеспечивает ускорение образования и созревания грануляционной ткани и эпителизации язв.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Варикозное расширение вен нижних конечностей: Клинические рекомендации*, 2021–2022–2023. М.: Минздрав РФ; 2021: 63.
2. Халепов О.В., Молотков О.В., Зинчук В.В. и др. Микроциркуляция и функция эндотелия: теоретические основы, принципы диагностики нарушений, значение для клинической практики: научно-методическое пособие: Смоленск: ООО «Дуэт-Принт»; 2015: 111.
3. Schoina M., Loutradis C., Memmos E., et al. Microcirculatory function deteriorates with advancing stages of chronic kidney disease independently of arterial stiffness and atherosclerosis. *Hypertens Res*. 2021; 44 (2): 179–187. DOI: 10.1038/s41440-020-0525-y
4. Козлов В.И., Астахов В.В. Фотоактивирующее влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на систему микроциркуляции и лимфоидные органы. *Лазерная медицина*. 2020; 24 (1): 9–17. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-9-17
5. Дуванский В.А., Дзагидзе Н.С., Бисеров О.В. и др. Микроциркуляция гнойных ран по данным лазерной доплеровской флоуметрии. *Лазерная медицина*. 2007; 11 (1): 46–49.
6. Дуванский В.А., Дзагидзе Н.С., Мусаев М.М. Изменения регионарной микроциркуляции у больных с венозными трофическими язвами нижних конечностей. *Лазерная медицина*. 2008; 12 (1): 43–46.
7. Дуванский В.А., Азизов Г.А. Особенности регионарной микроциркуляции у больных хронической венозной недостаточностью стадии С6. *Лазерная медицина*. 2011; 15 (1): 12–15.
8. Дуванский В.А. Фотодинамическая терапия и NO-терапия в комплексном лечении больных с трофическими язвами венозного генеза. *Лазерная медицина*. 2004; 8 (1–2): 5–8.
9. Дуванский В.А. Влияние импульсной магнитотерапии на микроциркуляцию у больных с венозными язвами по данным лазерной доплеровской флоуметрии. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2006; 1 (17): 45–48.
10. Козлов В.И. Алгоритм компьютерной TV-микроскопии сосудов микроциркуляторного русла. *Морфология*. 2006; 129 (4): 64–65.
11. Lurie F., Passman M., Meisner M., et al. The 2020 update of the CEAP classification system and reporting standards. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2020; 8 (3): 342–352. DOI: 10.1016/j.jvsv.2019.12.075
12. Bollinger A., Fagrell B. Clinical capillaroscopy. Toronto, 1990: 166.
5. Duvansky V.A., Dzagnidze N.S., Biserov O.V., et al. Microcirculation of purulent wounds by laser Doppler flowmetry (LDF). *Lazernaya medicina*. 2007; 11 (1): 46–49. [In Russ.].
6. Duvansky V.A., Dzagnidze N.S., Musaev M.M. Changes in regional microcirculation in patients with venous trophic ulcers of the lower extremities. *Lazernaya medicina*. 2008; 12 (1): 43–46. [In Russ.].
7. Duvansky V.A., Azizov G.A. Features of regional microcirculation in patients with chronic venous insufficiency, stage C6. *Lazernaya medicina*. 2011; 15 (1): 12–15. [In Russ.].
8. Duvansky V.A. Photodynamic therapy and NO-therapy in the complex treatment of patients with trophic ulcers venous genesis. *Lazernaya medicina*. 2004; 8 (1-2): 5–8. [In Russ.].
9. Duvansky V.A. Effects of pulsed magnetotherapy at the microcirculation in patients with venous ulcers by laser Doppler flowmetry findings. *Regional blood circulation and microcirculation*. 2006; 1 (17): 45–48. [In Russ.].
10. Kozlov V.I. Algorithm of computer TV-microscopy of vessels of the microcirculatory flow. *Morphology*, 2006; 129 (4): 64–65. [In Russ.].
11. Lurie F., Passman M., Meisner M., et al. The 2020 update of the CEAP classification system and reporting standards. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*. 2020; 8 (3): 342–352. DOI: 10.1016/j.jvsv.2019.12.075
12. Bollinger A., Fagrell B. Clinical capillaroscopy. Toronto, 1990: 166.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

Compliance with ethical principles

The Authors confirm that respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary and the rules of treatment of animals when they are used in the study.

Сведения об авторах

Дуванский Владимир Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе, руководитель отделения эндоскопической хирургии, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства»; заведующий кафедрой эндоскопии, эндоскопической и лазерной хирургии, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»; e-mail: rudnendo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5880-2629>

Мусаев Мирзабала Мустафа оглы – кандидат медицинских наук, врач сердечно-сосудистый хирург, Центр флебологии «ВиТерра»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5430-4913>

Гутоп Максим Максимович – младший научный сотрудник отделения эндоскопической хирургии, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2773-1877>

Information about the authors

Duvanskiy Vladimir – Dr. Sc. (Med.), Professor, Deputy Director, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine; Head of the Department of Endoscopy, Endoscopic and Laser Surgery, RUDN University; e-mail: rudnendo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5880-2629>

Musaev Mirzabala – Cand. Sc. (Med.), Cardio-Vascular Surgeon, Flebologic Center Vi Terra; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5430-4913>

Gutop Maxim – Junior Researcher at the Department of Endoscopy, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2773-1877>

REFERENCES

1. Varicose veins of the lower extremities: Clinical Guidelines, 2021–2022–2023. Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation; 2021: 163. [In Russ.].
2. Khalepo O.V., Molotkov O.V., Zinchuk V.V., et al. Microcirculation and endothelial function: theoretical foundation, principles of impairment diagnostics, importance for clinical practice: scientific and methodological manual. Smolensk: Duet-Print; 2015: 111.
3. Schoina M., Loutradis C., Memmos E., et al. Microcirculatory function deteriorates with advancing stages of chronic kidney disease independently of arterial stiffness and atherosclerosis. *Hypertens Res*. 2021; 44 (2): 179–187. DOI: 10.1038/s41440-020-0525-y
4. Kozlov V.I., Astashov V.V. Photoactivating effects of low-level laser irradiation at the microcirculation system and lymphoid organs. *Lazernaya medicina*. 2020; 24 (1): 9–17. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-9-17

УДК 615.849.19: 616-036.82

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-3-21-28

НИЗКОИНТЕНСИВНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ТЕРАПИИ БОЛЬНЫХ, ПЕРЕНЕСШИХ РАДИКАЛЬНОЕ ХИРУРГИЧЕСКОЕ ИЛИ КОМБИНИРОВАННОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПО ПОВОДУ ОПУХОЛЕЙ ГОЛОВЫ И ШЕИ

Ю.Ю. Горчак¹, Г.П. Генс¹, Э.Н. Праздников¹, М.Л. Стаханов², Д.Н. Решетов¹, Д.А. Хланта¹

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Россия

²ЧУЗ «Центральная клиническая больница «РЖД-Медицина», Москва, Россия

Резюме

Цель исследования: оценить эффективность применения низкоинтенсивного лазерного излучения в рамках комплексной восстановительной терапии с целью улучшения результатов радикального лечения и повышения качества жизни пациентов с опухолями головы и шеи.

Материалы и методы. В исследование были включены 134 пациента в возрасте от 23 до 78 лет (средний возраст – 54,24 ± 12,7 года), перенесших хирургическое или комбинированное лечение по поводу опухолей головы и шеи. Мужчин – 39 (29,1 %), женщин – 95 (70,9 %). Больные были разделены на три группы: 1-я группа – 45 пациентов, которым проведен традиционный комплекс реабилитационной терапии (физические упражнения, массаж, медикаментозное лечение) без использования низкоинтенсивного лазерного излучения; 2-я группа – 45 пациентов, которым проведен традиционный комплекс реабилитационной терапии в комбинации с низкоинтенсивным лазерным излучением; 3-я группа – 44 пациента, которым в качестве реабилитационной терапии проведены только несколько курсов низкоинтенсивного лазерного излучения. Источником лазерного излучения являлась терапевтическая установка «Азор 2К-02» II класса лазерной опасности (ГОСТ 12.1.040-83).

Результаты. В процессе лечения большинство пациентов отмечали сначала исчезновение или заметное снижение интенсивности болевых ощущений и чувства онемения в области операции, а также восстановление кожной чувствительности и повышение тонуса мышц плечевого пояса и верхней конечности на стороне хирургического вмешательства. Наиболее выраженный регресс жалоб наблюдался у пациентов, которым воздействие низкоинтенсивного лазерного излучения проводилось в комплексе с другими методами лечения.

Заключение. Радикальное хирургическое или комбинированное лечение больных злокачественными опухолями головы и шеи приводит к развитию функциональных расстройств тканей и органов. Проведение восстановительной терапии с применением воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения красного и/или инфракрасного диапазона обеспечивает адекватность восстановления нарушенной функции, что улучшает качество жизни пациентов.

Ключевые слова: низкоинтенсивное лазерное излучение, реабилитационная терапия, опухоли головы и шеи, качество жизни

Для цитирования: Горчак Ю.Ю., Генс Г.П., Праздников Э.Н., Стаханов М.Л., Решетов Д.Н., Хланта Д.А. Низкоинтенсивное лазерное излучение в восстановительной терапии больных, перенесших радикальное хирургическое или комбинированное лечение по поводу опухолей головы и шеи. *Лазерная медицина*. 2021; 25(3): 21–28. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-21-28>

Контакты: Хланта Д.А., e-mail: daianakhlanta@gmail.com

LOW-INTENSITY LASER IRRADIATION IN THE REHABILITATION OF PATIENTS AFTER RADICAL SURGICAL OR COMBINED TREATMENT FOR HEAD AND NECK TUMORS

Gorchak Yu.Yu.¹, Guens G.P.¹, Prazdnikov E.N.¹, Stakhanov M.L.², Reshetov D.N.¹, Khlanta D.A.¹

¹A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

²Central Clinical Hospital of Russian Railway Company, Moscow, Russia

Abstract

Purpose: to evaluate the effectiveness of low-level laser radiation in the complex rehabilitation of patients with head and neck tumors after radical surgical treatment as well as to assess the influence of the discussed treatment on the quality of their life.

Material and methods. 134 patients with head and neck cancer aged 23–78 years (mean age – 54.24 ± 12.7 years) were taken into the study. There were 39 (29.1 %) men and 95 (70.9 %) women. All patients were divided into three groups. In Group 1 (n = 45), patients received traditional rehabilitation treatment (physical exercises, massage, medication); in Group 2 (n = 45), patients had a course of traditional rehabilitation plus low-level laser therapy (LLLT); in Group 3 (n = 44), patients had only several LLLT courses as rehabilitation therapy. For laser therapy, laser device “Azor 2K-02” (laser hazard of class II, GOST 12.1.040-83) was used.

Results. During the treatment, most of the patients noted early disappearance or noticeable decrease in pain and numbness intensity at the site of the surgical; skin sensitivity and increase of the muscular tone in the shoulder girdle and upper limb at the site of the surgical were restored as well. The most pronounced regression of complaints after rehabilitation therapy was observed in patients who had LLLT in combination with other rehabilitative measures.

Conclusion. Radical surgical or combined treatment of patients with malignant tumors of head and neck causes functional disorders of tissues and organs at the site of treatment. Rehabilitation therapy with LLLT in red and/or infrared spectrum range ensures adequate restoration of impaired functions what improves the quality of life of such patients.

Key words: low-level laser therapy, rehabilitation therapy, head and neck tumors, quality of life

For citations: Gorchak Yu.Yu., Guens G.P., Prazdnikov E.N., Stakhanov M.L., Reshetov D.N., Khlanta D.A. Low-intensity laser irradiation in the rehabilitation of patients after radical surgical or combined treatment for head and neck tumors. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(3): 21–28. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-21-28>

Contacts: Khlanta D.A., e-mail: daianakhlanta@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

В лечении больных опухолями головы и шеи хирургический метод лечения до настоящего времени остается приоритетным. Повышение радикализма хирургических операций обуславливает увеличение количества пациентов, страдающих от нежелательных последствий. Применение ионизирующего излучения и современной лекарственной противоопухолевой терапии в еще большей степени осложняет течение послеоперационного периода и затрудняет эффективную реабилитацию. Прогрессивное развитие

целого ряда органических и функциональных нарушений приводит к инвалидизации более чем 80 % больных, перенесших радикальное хирургическое или комбинированное лечение [1–8]. Проблема коррекции неврологических нарушений, возникающих у всех пациентов, перенесших хирургическое и/или комбинированное лечение по поводу опухолей головы и шеи, до настоящего времени остается по-прежнему далекой от своего решения. С целью улучшения результатов радикального лечения и качества жизни больных опухолями головы и шеи в комплексном восстановительном лечении мы использовали низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ).

Методы лазерной профилактики позволяют предотвратить возникновение осложнений оперативного вмешательства, химио- и радиотерапии, что значительно повышает качество жизни пациентов, позволяет не прерывать курс. При лечении пациентов с возникшими осложнениями лазерная терапия является эффективным методом на этапе реабилитации. Высокая эффективность и безопасность лазеротерапии позволила включить метод в Федеральный проект «Борьба с онкологическими заболеваниями» (Приказ Минздрава России № 56н от 12 февраля 2019 г.) [9, 10].

Цель исследования: оценить эффективность применения низкоинтенсивного лазерного излучения в рамках комплексной восстановительной терапии для улучшения результатов радикального лечения и повышения качества жизни больных опухолями головы и шеи.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включено 134 пациента в возрасте от 23 до 78 лет (средний возраст – $54,24 \pm 12,7$ года), перенесших хирургическое или комбинированное лечение по поводу опухолей головы и шеи. Мужчин – 39 (29,1 %), женщин – 95 (70,9 %). У 20 пациентов одним из этапов радикального лечения являлась химиолучевая терапия. Одним из основных этапов радикального оперативного вмешательства являлась лимфодиссекция. Распределение пациентов в зависимости от объема выполненной операции и лимфодиссекции, представлено в таблицах 1 и 2.

Основными видами оперативного вмешательства у пациентов являлись тиреоидэктомия, ларингэктомия и резекция языка, что составило 75,8 %, 13,6 % и 4,5 % соответственно. Оперативные вмешательства в объеме паротидэктомии, резекции тканей дна полости рта и удаления подчелюстной слюнной железы выполнены у 8 из 132 пациентов. Два (1,5 %) пациента с метастазами шванномы и метастазами рака

Таблица 1

Распределение пациентов в зависимости от объема выполненной операции

Table 1

Distribution of patients by the surgical volume

Объем выполненного хирургического вмешательства <i>Volume of surgical treatment</i>	Количество пациентов <i>Number of patients</i>	
	Абс. / <i>Abs.</i>	%
Тиреоидэктомия / <i>Thyroidectomy</i>	100	75,8
Ларингэктомия / <i>Laryngectomy</i>	18	13,6
Резекция языка / <i>Tongue resection</i>	6	4,5
Паротидэктомия / <i>Parotidectomy</i>	3	2,3
Резекция тканей дна полости рта / <i>Oral floor tissue resection</i>	3	2,3
Удаление подчелюстной слюнной железы / <i>Removal of submandibular salivary gland</i>	2	1,5
Всего / <i>Total</i>	132	100

Таблица 2

Распределение пациентов в зависимости от объема выполненной лимфодиссекции

Table 2

Distribution of patients by the volume of lymph dissection

Объем выполненного хирургического вмешательства <i>Volume of surgical treatment</i>	Количество пациентов <i>Number of patients</i>	
	Абс. / <i>Abs.</i>	%
Удаление паратрахеальной клетчатки <i>Removal of paratracheal cellular tissue</i>	78	58,2
Фасциально-футлярное иссечение лимфатических узлов и клетчатки шеи <i>Fascial-sheath excision of lymph nodes and neck cellular tissue</i>	39	29,1
Операция Крайла / <i>Crile surgery</i>	17	12,7
Всего / <i>Total</i>	134	100

из невыявленного первичного очага в лимфоузлы шеи не были подвергнуты органоуносящему оперативному вмешательству. Этим пациентам была выполнена только лимфодиссекция. Распределение пациентов в зависимости от объема выполненной лимфодиссекции представлено в таблице 2.

Основным объемом лимфодиссекции было удаление паратрахеальной клетчатки, которое было выполнено у 78 (58,2 %) из 134 человек. Фасциально-футлярное иссечение лимфатических узлов и клетчатки шеи осуществлено у 39 (29,1 %) пациентов, а операция Крайла выполнена у 17 (12,7 %) пациентов.

Для объективной оценки эффективности применения НИЛИ 134 пациента были распределены на три группы путем независимой последовательной рандомизации:

- 1-я группа – 45 пациентов, которым проведен традиционный комплекс реабилитационной терапии, включающей лечебную гимнастику, массаж, лекарственное лечение, направленное на улучшение макро- и микроциркуляции крови и лимфы, а также коррекцию нарушений свертывающей системы крови, без использования НИЛИ;

- 2-я группа – 45 пациентов, которым проведен традиционный комплекс реабилитационной терапии в комбинации с НИЛИ;

- 3-я группа – 44 пациента, которым в качестве реабилитационной терапии проведены только несколько курсов воздействия НИЛИ.

Все 134 пациента, включенные в исследование, не имели рецидива онкологического заболевания, были сопоставимы по возрасту, диагнозу, сопутствующей соматической патологии, результатам перенесённого противоопухолевого лечения. Обследование

пациентов проводили как перед началом лечения, так и непосредственно после его завершения, а также через 3, 6 и 12 месяцев. В дальнейшем обследование проводили при значимом изменении клинического статуса пациента, что наблюдалось только при его отказе от продолжения реабилитационно-восстановительного лечения, либо при нарушении им предписанной регулярности проведения курсов лазеротерапии.

Перед началом реабилитационной терапии пациенты предъявляли жалобы на болевые и неприятные ощущения в области оперативного вмешательства, нарушения кожной чувствительности этой зоны и снижение тонуса мышц плечевого пояса и верхней конечности. Выявление патологических изменений периферической нервной системы у пациентов проводили по стандартным методикам. При этом особое внимание уделяли оценке состояния передней лестничной мышцы на стороне проведенного радикального лечения и степени ее воздействия на элементы сосудисто-нервного пучка. Распределение групп пациентов по характеру жалоб, предъявляемых перед началом восстановительной терапии лечения, представлено в таблице 3.

В нашем исследовании применена лазеротерапия в сочетании с курсом аппликационной терапии и/или постизометрической релаксации (по Г.А. Иваничеву, 1990), которое в случае необходимости было дополнено медикаментозным лечением у 54 пациентов; у 39 пациентов лечение осуществляли в комбинации с традиционной лечебно-реабилитационной терапией.

Источником лазерного излучения являлась терапевтическая установка «Азор 2К-02» II класса лазерной опасности (ГОСТ 12.1.040-83; Регистрационное удостоверение № 29/06070798/0598-00). Воздействие непрерывным лазерным излучением с длиной волны

Таблица 3

Распределение групп пациентов по характеру жалоб, предъявляемых перед началом восстановительной терапии

Table 3

Groups of patients distributed by types of complaints before the rehabilitation therapy

Предъявляемые жалобы Complaints	Распределение пациентов по характеру предъявляемых жалоб Distribution of patients by complaints					
	1-я группа / Group 1 n = 45		2-я группа / Group 2 n = 45		3-я группа / Group 3 n = 44	
	Абс. / Abs.	%	Абс. / Abs.	%	Абс. / Abs.	%
Чувство тяжести и боль в области операции <i>Heaviness and pain at surgical site</i>	28	62,22	29	64,44	31	70,45
Изменения чувствительности кожи в области операции <i>Changes in skin sensitivity at surgical site</i>	23	51,11	24	53,33	20	45,45
Слабость мышц плечевого пояса и верхней конечности <i>Muscular weakness in shoulder girdle and in upper limbs</i>	17	37,77	16	35,55	10	22,72

660 нм и мощностью 20 мВт на область плечевого сустава и шейно-надключичную область осуществляли лабильно при помощи матричного источника излучения МН (CL 2). Пациентам с сохраненной подвижностью плечевого сустава и отсутствием клинических признаков «синдрома передней лестничной мышцы», с целью профилактики развития данной патологии, на шейно-надключичную область и область плечевого сустава воздействовали непрерывным низкоинтенсивным лазерным излучением с длиной волны 660 нм и мощностью 20 мВт. Лечебные сеансы проводились ежедневно, количество сеансов – 10, время экспозиции составило 10 минут. В случае выявления у пациентов тугоподвижности плечевого сустава и/или «синдрома передней лестничной мышцы», на область плечевого сустава и шейно-надключичную область лабильно осуществляли воздействие низкоинтенсивным импульсным лазерным излучением. Длина волны воздействия составляла 970 нм, мощность – 80 мВт, применен ауторезонансный режим с частотой импульсов 50 Гц с использованием матричного источника излучения МИ (CL 1). Лечебные сеансы проводились ежедневно, количество сеансов – 10, время экспозиции составило 10 минут. Курс лазеротерапии повторяли в течение первого года каждые 3 месяца, на втором году – через каждые 6 месяцев, а затем 1 раз в год, на протяжении всего времени, в течение которого пациент находился под наблюдением.

С целью сравнительной оценки восстановления объема движений в плечевом суставе на стороне

оперативного вмешательства, до и после лечения, при помощи медицинского гониометра обследованы 24 пациента. Из них – 10 (22,2 %) из 45 пациентов 1-й группы и 14 (31,8 %) из 44 пациентов 3-й группы.

Статистический анализ результатов исследования производили с помощью программы Medcalc. Статистически значимыми мы считали показатели при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В процессе восстановительной терапии большинство пациентов отмечали исчезновение или заметное снижение интенсивности болевых ощущений и чувства онемения в области операции, а также восстановление кожной чувствительности и повышение тонуса мышц плечевого пояса и верхней конечности на стороне хирургического вмешательства. Изменения жалоб пациентов в зависимости от применяемого метода восстановительной терапии представлены в таблице 4.

Наиболее выраженный регресс жалоб в результате восстановительной терапии наблюдался у пациентов, которым НИЛИ проводилась в комплексе с другими методами лечения, что, вероятно, обусловлено положительным влиянием НИЛИ длиной волны 660 и 970 нм на течение патологических процессов в зоне непосредственного воздействия.

После завершения курса восстановительной терапии проведено клиничко-неврологическое обследование 64 (47,7 %) из 134 пациентов, с оценкой восстановления объема движения в плечевом суставе

Таблица 4

Изменения жалоб пациентов в зависимости от применяемого метода восстановительной терапии

Table 4

Changes in patients' complaints depending on the method of rehabilitation therapy

Предъявляемые жалобы <i>Complaints</i>	Распределение пациентов по группам в зависимости от метода лечения <i>Groups of patients distributed by surgical techniques</i>					
	1-я группа / Group 1 n = 45		2-я группа / Group 2 n = 45		3-я группа / Group 3 n = 44	
	До лечения <i>Before treatment</i>	После лечения <i>After treatment</i>	До лечения <i>Before treatment</i>	После лечения <i>After treatment</i>	До лечения <i>Before treatment</i>	После лечения <i>After treatment</i>
Чувство тяжести и боль в области операции <i>Heaviness and pain at surgical site</i>	28 (62,22 %)	2 (4,44 %)	29 (64,44 %)	1 (2,22 %)	31 (70,45 %)	1 (2,27 %)
Изменения чувствительности кожи в области операции <i>Changes in skin sensitivity at surgical site</i>	23 (51,11 %)	14 (31,11 %)	24 (53,33 %)	2 (4,44 %)	20 (45,45 %)	2 (4,54 %)
Слабость мышц плечевого пояса и верхней конечности <i>Muscular weakness in shoulder girdle and upper limbs</i>	17 (37,77 %)	3 (6,66 %)	16 (35,55 %)	2 (4,44 %)	10 (22,72 %)	1 (2,27 %)
p^*	$p = 0,0006$		$p = 0,0003$		$p = 0,0003$	

Примечание: * – критерий Стьюдента.

Note: * – Student's t-test.

в различные сроки после проведения курса лечения. В таблице 5 представлено распределение пациентов в каждой из трех групп с восстановленным объемом движения в плечевом суставе в различные сроки после проведения курса восстановительного лечения.

В среднем объем активных движений в плечевом суставе восстанавливается у пациентов всех групп через 1,5 месяца после завершения радикального лечения. Но более чем у половины из обследованных пациентов 2-й группы, в лечении которых была использована комбинация традиционных методов

восстановительной терапии и НИЛИ, восстановление объема активных движений в плечевом суставе зарегистрировано уже к концу четвертой недели после завершения лечения.

Усредненные значения показателей объема движений в плечевом суставе на стороне оперативного вмешательства в зависимости от проводимого метода восстановительной терапии представлены в таблице 6.

Данные, представленные в таблицах 5 и 6, свидетельствуют о том, что увеличение объема движений

Таблица 5

Распределение пациентов с полным восстановлением объема активных движений в плечевом суставе на стороне хирургического вмешательства в различные сроки после реабилитационного лечения

Table 5

Distribution of patients with full recovery of active movements in the shoulder joint on the side of surgical intervention at various time-intervals after rehabilitation treatment

Группы больных (по методу лечения) Groups of patients (by method of treatment)	Абсолютное количество обследованных пациентов Absolute number of examined patients	Количество пациентов с восстановленным объемом активных движений в плечевом суставе на стороне хирургического вмешательства в различные сроки с момента начала лечения Number of patients with restored volume of active movements in the shoulder joint on the side of surgical intervention and different time-intervals since the treatment beginning					
		12–16 суток 12–16 days		25–30 суток 25–30 days		40–45 суток 40–45 days	
		Абс./Abs.	%	Абс./Abs.	%	Абс./Abs.	%
1-я группа Group 1	18	1	5,55	10	55,55	17	94,44
2-я группа Group 2	25	3	12,0	17	68,0	24	96,0
3-я группа Group 3	21	2	9,52	13	61,9	20	95,2
Всего Total	64	6	9,38	40	62,5	61	95,31

Таблица 6

Усредненные значения показателей объема движений в плечевом суставе на стороне оперативного вмешательства в зависимости от метода восстановительной терапии

Table 6

Average values of movement volume indicators in the shoulder joint on the side of surgery depending on the rehabilitative technique

Вид движений в плечевом суставе Type of movements in shoulder joint	Единица измерения Unit of measurement	Метод лечения / Rehabilitative technique			
		Традиционный лечебно-реабилитационный комплекс (1-я группа) Traditional medical and rehabilitation complex (Group 1) n = 10		Лазеротерапия (3-я группа) LLLT (Group 3) n = 14	
		До лечения Before treatment	После лечения After treatment	До лечения Before treatment	После лечения After treatment
Активное сгибание Active flexion	Градус Degree	133,0 ± 2,1*	149,1 ± 2,0*	126,7 ± 3,4*	147,5 ± 3,0*
Пассивное сгибание Passive flexion	Градус Degree	144,6 ± 3,3**	151,6 ± 2,4**	144,5 ± 2,0*	150,9 ± 2,3*
Активное разгибание Active extension	Градус Degree	33,8 ± 2,4***	40,6 ± 4,8***	34,3 ± 2,0*	39,9 ± 1,1*
Пассивное разгибание Passive extension	Градус Degree	35,8 ± 1,5****	41,7 ± 2,1****	38,5 ± 1,1****	40,2 ± 1,2****

Примечание: * – критерий Стьюдента: * – $p < 0,0001$; ** – $p < 0,0008$; *** – $p < 0,0027$; **** – $p < 0,0013$.

Note: * – Student's t-test: * – $p < 0.0001$; ** – $p < 0.0008$; *** – $p < 0.0027$; **** – $p < 0.0013$.

в плечевом суставе наблюдается среди пациентов всех групп. При этом наиболее явно это проявляется в группе пациентов, которым был проведен курс воздействия НИЛИ. Объем движений в плечевом суставе во многом обусловлен качеством микроциркуляции, иннервации и функциональным состоянием мышц плечевого пояса и верхней конечности, эффективность адекватного восстановления которых обеспечивает воздействие НИЛИ [11, 12, 13].

Результаты клинико-неврологического обследования пациентов, которым была проведена лазеротерапия в сочетании с курсом аппликационной терапии и/или постизометрической релаксации до и после курса лечения, представлены в таблице 7.

После завершения курса восстановительного лечения с применением аппликационной терапии и/или постизометрической релаксации в комбинации с лазеротерапией количество пациентов с различными видами неврологических нарушений в области оперативного вмешательства значительно сократилось в обеих группах. Отмечена большая эффективность применения комбинации традиционных методов лечения и лазеротерапии. Полное исчезновение болевых ощущений, чувства тяжести в верхней конечности на стороне хирургического

вмешательства, восстановление температурной и тактильной чувствительности кожи в зоне операции отмечено у 42 (93,33 %) из 45 пациентов 2-й группы и 39 (88,63 %) из 44 пациентов 3-й группы. Среди 45 пациентов 1-й группы, получивших традиционный курс восстановительного лечения без использования лазеротерапии и специальных неврологических методов, количество таких пациентов было 39, что составило 68,88 %. Полученные данные указывают, что предпочтительным вариантом восстановительной терапии является применение НИЛИ в комбинации с традиционными методами лечения пациентов, перенесших радикальное лечение по поводу опухолей головы и шеи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Радикальное хирургическое или комбинированное лечение больных злокачественными опухолями головы и шеи приводит к развитию функциональных расстройств тканей и органов. Восстановительная терапия с обязательным применением НИЛИ красного и/или инфракрасного диапазона обеспечивает адекватность восстановления нарушенной функции плечевого сустава, что в свою очередь позволяет улучшить качество жизни пациентов этой категории.

Таблица 7

Результаты клинико-неврологического обследования пациентов до и после курса лечения

Table 7

Clinical and neurological examination of patients before and after the course of treatment

Характеристика неврологических нарушений в зоне оперативного вмешательства Characteristics of neurological disorders at surgical site	Метод лечения / Treatment method							
	Лазеротерапия + аппликация диметилсульфоксида с новокаином на область передней лестничной мышцы и/или курс постизометрической релаксации + лекарственное лечение Laser therapy + Dimethyl Sulfoxide with Novocaine on the area of the anterior scalene muscle and/or course of post-isometric relaxation + drug treatment				Лазеротерапия + аппликация диметилсульфоксида с новокаином на область передней лестничной мышцы и/или курс постизометрической релаксации + лекарственное лечение в комбинации с традиционной лечебно-реабилитационной терапией Laser therapy + Dimethyl Sulfoxide with Novocaine on the area of the anterior scalene muscle and/or course of post-isometric relaxation + medicine in combination with traditional therapeutic and rehabilitation therapy			
	Количество больных до лечения Number of patients before treatment		Количество больных после лечения Number of patients after treatment		Количество больных до лечения Number of patients before treatment		Количество больных после лечения Number of patients after treatment	
	Абс. / Abs.	%	Абс. / Abs.	%	Абс. / Abs.	%	Абс. / Abs.	%
Болевые ощущения Pain	18	100	4	24,2	21	100	3	14,3
Парестезия Paresthesia	8	100	1	12,5	11	100	2	18,2
Гипестезия Hypersthesia	15	100	6	40,0	17	100	6	35,3
Гипотрофия мышц шеи Neck muscle hypotrophy	7	100	5	71,42	9	100	6	66,66
Парез мышц шеи Neck muscle paresis	9	100	5	55,55	9	100	4	44,44

ЛИТЕРАТУРА

1. Пачес А.И. Опухоли головы и шеи: клиническое руководство. М.: Практическая медицина; 2013: 478.
2. Степанков А.В. Оптимизация хирургического лечения злокачественных опухолей слизистой полости рта и орофарингеальной зоны с использованием ультразвукового скальпеля. *Успехи современного естествознания*. 2014; 6: 62–64.
3. Письменный И.В. Рак языка: хирургическое лечение. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. 2015; 17(2(3)): 633–637.
4. Чойнзонов Е.Л., Новиков В.А., Мухамедов М.Р. и др. Комбинированное лечение злокачественных новообразований головы и шеи с реконструктивно-пластическими оперативными вмешательствами. *Вопросы онкологии*. 2015; 61(4): 602–606.
5. Матычин А.А. Медицинская реабилитация больных с опухолями головы и шеи. *Оренбургский медицинский вестник*. 2016; 3 (15): 68–72.
6. Магомед-Эминов М.Ш., Орлова О.С., Решетов Д.Н. и др. Психолого-педагогическая помощь на раннем этапе комплексной реабилитации после хирургического лечения опухолей головы и шеи. *Злокачественные опухоли*. 2019; 3 (S. 1): 111–112.
7. Кульбакин Д.Е., Чойнзонов Е.Л., Мухамедов М.Р. и др. Послеоперационные осложнения реконструктивно-восстановительных операций у больных опухолями головы и шеи. *Сибирский онкологический журнал*. 2021; 20 (1): 53–61.
8. Vallur S., Dutta A., Arjun A.P. Use of Clavien – Dindo classification system in assessing head and neck surgery complications. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2020; 72 (1): 24–29. DOI: 10.1007/s12070-019-01718-7
9. Кочетков А.В., Москвин С.В., Стражев С.В. Лазерная терапия на стационарном и амбулаторном этапах реабилитации онкологических больных: учебно-методическое пособие. М. – Тверь: ООО «Издательство «Триада»; 2020: 24.
10. Москвин С.В., Стражев С.В. Лазерная терапия в онкологии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 12. М.: ИП Москвин С.В.; Тверь: Триада; 2020: 960 с.
11. Стаханов М.Л., Вельшер Л.З., Савин А.А. и др. Восстановительная терапия больных после радикального лечения по поводу рака молочной железы. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии. Материалы сетевой научно-практической конференции ОАО «РЖД» «Актуальные вопросы абдоминальной хирургии и онкологии»*. 2013: 90–91.
12. Вельшер Л.З., Стаханов М.Л., Савин А.А. и др. Фототерапия в реабилитации больных, перенесших радикальное лечение по поводу рака молочной железы. *Лазерная медицина*. 2016; 20 (3): 59.
13. Горчак Ю.Ю., Стаханов М.Л., Генс Г.П. и др. Низкоинтенсивное лазерное излучение в коррекции послеоперационных гемодинамических и реологических нарушений после хирургического вмешательства по поводу опухолей головы и шеи. *Сибирский онкологический журнал*. 2020; 19 (5): 28–34.
14. Иваничев Г.А. Болезненные мышечные уплотнения. Казань, 1990: 157 с.

REFERENCES

1. Paches A.I. Head and neck tumors: clinical guidelines. Moscow: "Practicheskaya Medicina"; 2013: 478. [In Russ.].
2. Stepankov A.V. Optimization of surgical treatment of malignant tumors of the oral mucosa and oropharyngeal zone using an ultrasound scalpel. *Advances in current natural sciences*. 2014; 6: 62–64. [In Russ.].
3. Pismenny I.V. Cancer of the tongue: Surgical treatment. *Proceedings of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2015; 2 (3): 633–637. [In Russ.].
4. Choinzonov E.L., Novikov V.A., Mukhamedov M.R., et al. Combined treatment of malignant neoplasms of the head and neck with reconstructive plastic surgery. *Problems in oncology*. 2015; 61 (4): 602–606. [In Russ.].
5. Matychin A.A. Medical rehabilitation of patients with head and neck tumors. *Orenburg Medical Herald*. 2016; 3 (15): 68–72. [In Russ.].
6. Magomed-Eminov M.S., Orlov A.S., Reshetov D.N., et al. Psychological and pedagogical support of early comprehensive rehabilitation after surgical treatment of tumors of the head and neck. *Malignant tumors*. 2019; 3 (S. 1): 111–112. [In Russ.].
7. Kulbakin D.E., Choinzonov E.L., Mukhamedov M.R. et al. Postoperative complications of reconstructive and reconstructive operations in patients with head and neck tumors. *Siberian Journal of Oncology*. 2021; 20(1): 53–61. [In Russ.].
8. Vallur S., Dutta A., Arjun A.P. Use of Clavien – Dindo classification system in assessing head and neck surgery complications. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2020; 72 (1): 24–29. DOI: 10.1007/s12070-019-01718-7
9. Kochetkov A.V., Moskvina S.V., Strazhev S.V. Laser therapy at inpatient and outpatient stages of rehabilitation of cancer patients. Moscow – Tver: Publishing House "Triada"; 2020: 24. [In Russ.].
10. Moskvina S.V., Strazhev S.V. Laser therapy in oncology. Moscow: Ltd Moskvina S.V.; Tver: Triada; 2020: 960. [In Russ.].
11. Stakhanov M.L., Welsher L.Z., Savin A.A. et al. Rehabilitation therapy of patients after radical treatment for breast cancer. *Vestnik eksperimental'noy i klinicheskoy khirurgii. Materialy setevoy nauchno-prakticheskoy konferentsii OAO «RZhD» «Aktual'nye voprosy abdominal'noy khirurgii i onkologii»*. Voronezh, 2013: 90–91. [In Russ.].
12. Welsher L.Z., Stakhanov M.L., Savin A.A., et al. Phototherapy in the rehabilitation of patients who had radical treatment for breast cancer. *Lazernaya medicina*. 2016; 20 (3): 59. [In Russ.].
13. Gorchak Yu.Yu., Stakhanov M.L., Guens G.P., et al. Low-intensity laser irradiation for the correction of postoperative hemodynamic and rheological disorders after surgical intervention for head and neck tumors. *Siberian Journal of Oncology*. 2020; 19 (5): 28–34. [In Russ.].
14. Ivanichev G.A. Painful muscular tightened areas. Kazan, 1990: 157. [In Russ.].

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

Compliance with ethical principles

The Authors confirm that respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary and the rules of treatment of animals when they are used in the study.

Информация об авторах

Горчак Юрий Юльевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры онкологии и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4818-0093>

Генс Елена Петровна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой онкологии и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8708-2712>

Праздников Эрик Нариманович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России

Стаханов Михаил Леонидович – доктор медицинских наук, профессор, онколог-хирург консультативно-диагностического отделения, ЧУЗ Центральная клиническая больница «РЖД-Медицина»

Решетов Дмитрий Николаевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры онкологии и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России

Хланта Даяна Арсеновна – ординатор, старший лаборант кафедры онкологии и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; e-mail: daianakhlanta@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9106-5277>

Information about the authors

Gorchak Yuriy – Cand. Sc. (Med.), Assistant Professor at the Department of Oncology and Radiation Therapy, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4818-0093>

Guens Gelena – Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Oncology and Radiation Therapy, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8708-2712>

Prazdnikov Eric – Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry

Stakhanov Mikhail – Dr. Sc. (Med.), Professor, Oncological Surgeon at the Consultative and Diagnostic Department, Central Clinical Hospital of Russian Railway Company

Reshetov Dmitry – Cand. Sc. (Med.), Assistant Professor at the Department of Oncology and Radiation Therapy, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry

Khianta Daiana – Resident, Senior Laboratory Assistant at the Department of Oncology and Radiation Therapy, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; e-mail: daianakhlanta@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9106-5277>



ФОТОДИТАЗИН®

[fotoditazin]

ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОР ХЛОРИНОВОГО РЯДА



«ФОТОДИТАЗИН®» гель — РУ № ФСР 2012/13043 от 03.02.2012 г.

«ФОТОДИТАЗИН®» концентрат для приготовления раствора для инфузий — РУ № ЛС 001246 от 18.05.2012 г.

«ФОТОДИТАЗИН®» применяется для флуоресцентной диагностики и фотодинамической терапии онкологических заболеваний различных нозологических форм, а также патологий неонкологического характера в следующих областях медицины:

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| ✓ дерматология | ✓ офтальмология |
| ✓ гинекология | ✓ травматология и ортопедия |
| ✓ урология | ✓ комбустиология |
| ✓ торакальная хирургия | ✓ гнойная хирургия |
| ✓ стоматология | ✓ ангиология |
| ✓ нейрохирургия | |

В соответствии с приказами МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РФ:

Приказ № 1629н от 29 декабря 2012 г. «Об утверждении перечня видов высокотехнологичной медицинской помощи»

Приказ № 915н от 15 ноября 2012 г. «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи взрослому населению по профилю „онкология“»

ООО «БЕТА-ГРАНД»

123056, г. Москва, ул. Красина, д. 27, стр. 2
Тел.: +7 (499) 253-61-81, +7 (499) 250-40-00
E-mail: fotoditazin@mail.ru

**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. В.И. Карандашов; д. м. н. А.А. Ачилов;
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 академических часов.

Практические занятия проводятся на современной 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

УДК 577.344.3:616.663

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-3-29-33

ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ ЛЕЙКОПЛАКИИ ГОЛОВКИ ПОЛОВОГО ЧЛЕНА (КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ)

Н.А. Шаназаров¹, Б.Г. Касымов¹, Т.М. Муратов¹, С.В. Зинченко^{2,3}¹РГП «Больница Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан», Нур-Султан, Республика Казахстан²ГБУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ РТ», Казань, Россия³ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, Россия

Резюме

Цель работы: представление клинического случая успешного применения фотодинамической терапии в лечении пациента с лейкоплакией головки полового члена.

Материалы и методы. В публикации представлен клинический случай успешного применения фотодинамической терапии с фотосенсибилизатором хлоринового ряда «Фотолон» у пациента с лейкоплакией головки полового члена. Фотосенсибилизатор (лиофилизированный порошок) разводили на 200,0 мл 0,9%-ного раствора натрия хлорида, вводили внутривенно из расчета 1,5 мг/кг массы тела. Через 2,5 часа проводилось внутривенное лазерное облучение крови, на аппарате «Лакhta-Милон» с выходной мощностью 100 мВт и временем экспозиции 30 минут. Перед сеансом фотодинамической терапии проводили флуоресцентную диагностику в ультрафиолетовом свете длиной волны 395–405 нм. Фотодинамическая терапия проводилась по методике однополюсного облучения, выходная мощность – 1800 мВт, плотность энергии облучения составила 150 Дж/см². Плотность мощности лазерного излучения – 200 мВт/см². Время облучения составило 14 минут.

Результат. После проведенного лечения получена полная регрессия патологического очага и регенерация здоровой ткани (1 месяц).

Выводы. Применение фотодинамической терапии у пациента с лейкоплакией головки полового члена является эффективным и безопасным методом лечения.

Ключевые слова: лейкоплакия, половой член, фотодинамическая терапия

Для цитирования: Шаназаров Н.А., Касымов Б.Г., Муратов Т.М., Зинченко С.В. Фотодинамическая терапия лейкоплакии головки полового члена (клиническое наблюдение). *Лазерная медицина*. 2021; 25(3): 29–33. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-29-33>

Контакты: Шаназаров Н.А., e-mail: nasrulla@inbox.ru

PHOTODYNAMIC THERAPY OF PENILE LEUKOPLAKIA: A CASE REPORT

Shanazarov N.A.¹, Kassymov B.G.¹, Muratov T.M.¹, Zinchenko S.V.^{2,3}¹Hospital of Medical Center of Administration of Presidential Affairs, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan²Republican Clinical Oncological Dispensary, Kazan, Russia³Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

Abstract

Purpose: to describe a clinical case of successful application of photodynamic therapy (PDT) in a patient with leukoplakia of the glans penis skin.

Material and methods. For PDT, chlorin-type photosensitizer "Photolon" was used. The photosensitizer (lyophilized powder) was diluted in 200.0 ml of 0.9 % sodium chloride solution, administered intravenously at dosage 1.5 mg/kg of body weight. After 2.5 hours, intravenous laser blood irradiation was performed with "Lakhta-Milon" laser device (output power – 100 mW, exposure – 30 minutes). Before PDT, fluorescence diagnostics in ultraviolet light with wavelength 395–405 nm was performed. PDT technique was single-field irradiation with output power 1800 mW (1.8 W), irradiation energy density – 150 J/cm². Power density of laser light was 200 mW/cm². Exposure time – 14 min.

Results. After treatment, complete regression of the pathological focus and regeneration of healthy tissue were marked (one month).

Conclusion. PDT in a patient with leukoplakia of glans penis is an effective and safe curative technique.

Key words: leukoplakia, penis, photodynamic therapy

For citation: Shanazarov N.A., Kassymov B.G., Muratov T.M., Zinchenko S.V. Photodynamic therapy of penile leukoplakia: a case report. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(3): 29–33. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-29-33>

Contacts: Shanazarov N.A., e-mail: nasrulla@inbox.ru

ВВЕДЕНИЕ

Лейкоплакия полового органа является достаточно редкой предраковой патологией, чаще всего проявляется у мужчин старше 30 лет. Лейкоплакия (синоним лейкоплазия) – хронический дистрофический процесс слизистой оболочки, характеризующийся

нарушением основной функции многослойного плоского эпителия – функции гликогенообразования, а также повышенным ороговением многослойного плоского эпителия и дальнейшим склерозированием тканей. Преимущественными локализациями лейкоплакии являются: слизистые оболочки нижней губы, углов рта,

дна полости рта, языка, щек; аногенитальная область (вульва, клитор, влагалища, шейка матки), головка полового члена и область препуциального мешка, окружность анального отверстия. Лейкоплакия полового члена у мужчин – это предраковое заболевание, основным признаком которого является образование белых пятен на слизистой оболочке полового члена [1]. Этиология и механизм развития лейкоплакии до настоящего времени не выяснены. Однако различные экзогенные и эндогенные факторы, такие как нарушение гормонального фона, инфекционные, химические, травматические факторы, могут привести к развитию лейкоплакии.

При лейкоплакии морфологические изменения ткани имеют вид пленок и бляшек белого, серовато-белого цвета (иногда с перламутровым оттенком), являются плоскими или слегка возвышаются над поверхностью окружающей слизистой оболочки. По форме лейкоплакии имеют плоскую и бородавчатую (лейкокератоз) форму. При простой форме лейкоплакии имеет место утолщение многослойного плоского эпителия и явления пара- и гиперкератоза.

Лейкоплакия развивается с участка воспаления. На начальных стадиях без каких-либо клинических проявлений. Чрезмерное ороговение в месте воспаления проявляется в виде «мутных пленочек», не сопровождающееся субъективной симптоматикой. В результате развития процесса ороговения на месте пленки образуется бляшка, выступающая над слизистой оболочкой. Форма новообразования является полициклической, при дальнейшем прогрессировании бляшка трескается и изъязвляется. В ряде случаев, при вовлечении в процесс ладьевидной ямки мочеиспускательного канала, возможно нарушение или задержка мочеиспускания [2].

Дифференциальная диагностика проводится с эритроплазией Кейра, кандидозом, первичным и вторичным сифилисом, плоскоклеточным раком [2]. Необходимость раннего распознавания микроскопических опухолей, часто внешне не отличающихся от окружающих здоровых тканей, стала толчком к изучения методов световой визуализации злокачественных новообразований. На сегодняшний день для этих целей широко применяется флуоресцентная диагностика с различными фотосенсибилизаторами (ФД) [3].

При начальных формах заболевания чаще всего используют терапевтический подход, предусматривающий устранение влияния этиологических факторов, вызывающих развитие факультативных и облигатных предраков кожи полового члена. В настоящее время при устойчивых к терапевтическому воздействию формах используют малоинвазивные, щадящие методы лечения: диатермокоагуляцию, электроэксцизию, криодеструкцию, лазерную терапию, радиоволновое воздействие. Хирургическое удаление патологических очагов применяется при подозрении на малигнизацию и неэффективности ранее проведенного лечения.

При наличии фимоза в ходе операции производится круговое иссечение крайней плоти [4]. Выполнение органосохраняющих операций при раке и предраковых заболеваниях полового члена сопряжено с достаточно высокой частотой развития местных рецидивов и с функциональными нарушениями. В связи с этим постоянно ведется поиск новых методов лечения, способных не только сохранить орган, его функциональные способности, но и свести к минимуму риск рецидивирования заболевания [1]. В качестве альтернативных методов применяется криоабляция, лазерное воздействие, фотодинамическая терапия (ФДТ). ФДТ – наиболее современный и перспективный метод лечения данной патологии, обладающий высокой эффективностью и практически не имеющий побочных эффектов [5].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Целью данной публикации является представление клинического случая успешного применения ФДТ в лечении пациента с лейкоплакией головки полового члена. Лечение пациента проводилось согласно Клиническому протоколу, одобренному МЗ РК «Флуоресцентная диагностика и фотодинамическая терапия злокачественных новообразований наружных локализаций и полостных органов».

Пациент М., 1964 года рождения, поступил с жалобами на наличие белесоватого пятна и зуда в области головки полового члена. По данным анамнеза, пациент чувствовал дискомфорт в течение 3 месяцев до появления белесоватого патологического очага на головке полового члена. Объективно на слизистой оболочке головки полового члена определялся патологический очаг белесоватого цвета, неправильной формы, бугристый, площадью до 2 см², безболезненный при пальпации. Выполнена биопсия новообразования. На основании гистологического исследования был установлен диагноз: лейкоплакия головки полового члена. Пациенту было рекомендовано проведение ФДТ.

Целью флуоресцентной диагностики (ФД) являлась визуализация истинных границ лейкоплакии, невидимых при обычном осмотре. В данном случае границы флуоресценции совпали с макроскопическими.

Пациент заранее был проинструктирован о необходимости строгого соблюдения светового режима после лечения (исключается облучение прямым солнечным светом, просмотр телевизионных программ и т. д.), ношения очков и перчаток во избежание фотодерматозов и ожога сетчатки.

Для проведения ФДТ был использован фотосенсибилизатор хлоринового ряда «Фотолон» с длиной волны светового возбуждения 661 ± 1 нм. Фотосенсибилизатор разводили в 200,0 мл 0,9%-ного раствора натрия хлорида, вводили внутривенно капельно (30-минутная инфузия) из расчета 1,5 мг/кг массы тела больного [6]. Через 2,5 ч

проведена фотомодификация крови, при которой низкоинтенсивное лазерное излучение с мощностью 100 мВт через световод во внутривенном катетере непосредственно воздействовало на кровь (полупроводниковая лазерная установка «Лакта-Милон», длина волны 662 нм). Длительность процедуры составляла 30 минут, суммарно проведено 3 сеанса через 2,5, 24 и 48 часов после введения фотосенсибилизатора. Через 3 часа после введения фотосенсибилизатора проведена ФДТ по методике однопольного облучения с помощью вышеуказанной лазерной установки с выходной мощностью 1,8 Вт и плотностью световой энергии 150 Дж/см². Облучение выполнялось с использованием световода с макролинзой одним полем с экспозицией 14 мин. Процедура выполнялась под общей анестезией (калипсол внутривенно). В ходе контрольного осмотра через 1 месяц после завершения лечения признаков заболевания не выявлено. Динамика визуального эффекта ФДТ через 24 часа, 7, 14, 21 сут. и через 1 месяц представлены ниже (рис. 1).

ОБСУЖДЕНИЕ

Лейкоплакия – малораспространенное предопухолевое заболевание, которое встречается у лиц обоих полов. Среди мужчин лейкоплакией с одинаковой частотой поражаются слизистая полости рта и гениталий [7]. ФДТ представляет собой метод, основанный на селективном воздействии лазерного излучения на клетки опухолей, характеризующийся низкой токсичностью, полным отсутствием риска развития тяжелых местных и системных осложнений. В настоящее время ФДТ применяется не только в онкологии, но и в гинекологии, урологии, гнойной хирургии, офтальмологии. Преимуществами применения ФДТ при лейкоплакии полового члена, на наш взгляд, является высокая избирательность воздействия на патологический очаг, а также отсутствие серьезных побочных эффектов, связанных с перманентными функциональными и анатомическими нарушениями органа.

Результат достигается благодаря способности патологических тканей избирательно накапливать ФС

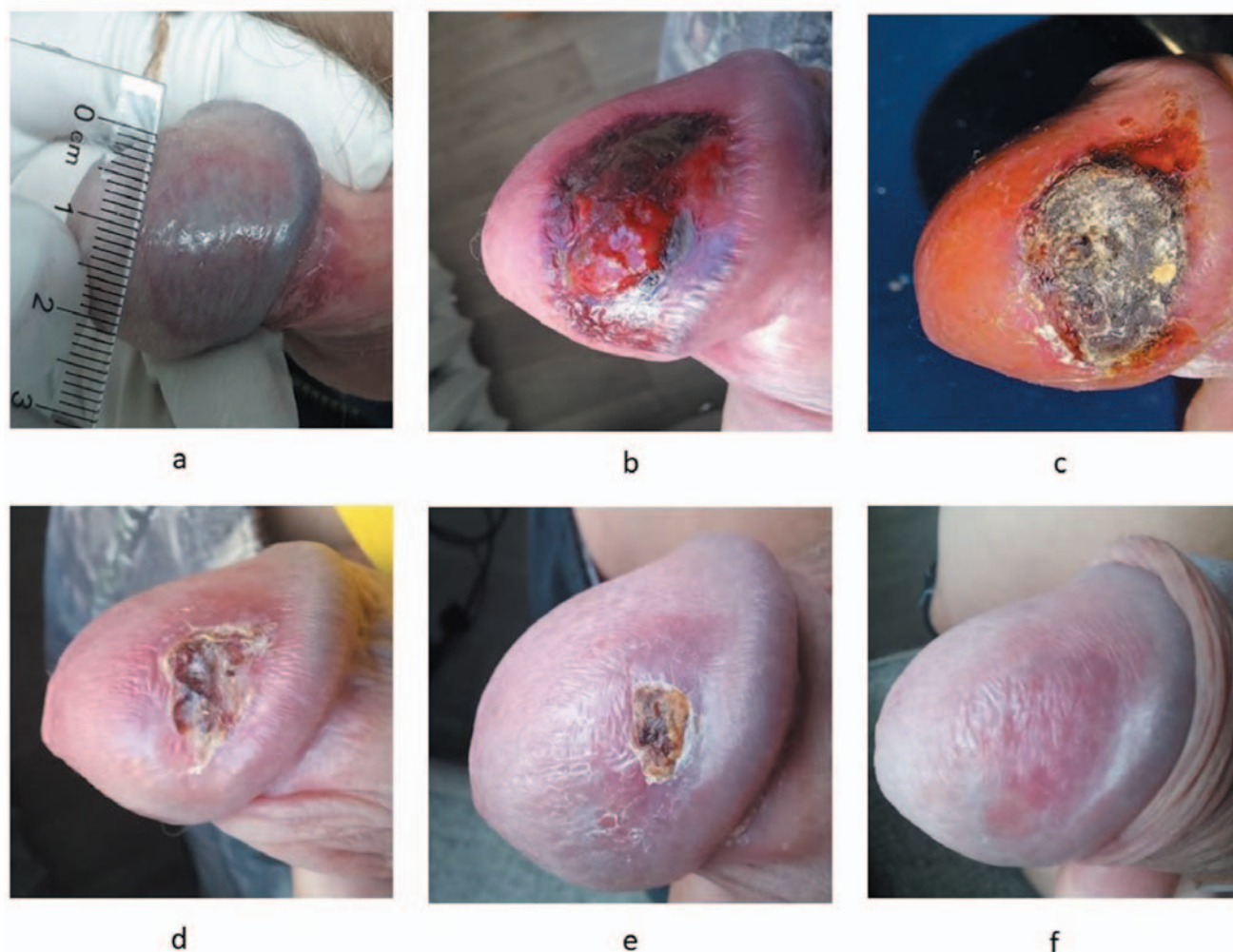


Рис. 1. Этапы ФДТ лейкоплакии головки полового члена: а – до ФДТ, б – через 24 часа после ФДТ; с – 7 суток после ФДТ; д – 14 суток после ФДТ; е – 21 суток после ФДТ; ф – полная регрессия через 1 месяц после ФДТ

Fig. 1. Leukoplakia of the glans penis: а – before PDT; б – 24 hours after PDT; с – 7 days after PDT; д – 14 days after PDT; е – 21 days after PDT; ф – complete regression one month after PDT

в значительно большей степени, чем окружающие здоровые ткани. При облучении светом, спектральный состав которого соответствует спектру поглощения фотосенсибилизатора, в клетках патологической ткани происходит фотохимическая реакция, в результате которой образуются цитотоксические агенты, приводящие к некрозу опухоли и последующей регенерации здоровой ткани.

Сообщения о ФДТ при лейкоплакии головки полового члена встерчаются очень редко. Так, Церковский Д.А., Артемьева Т.П. провели 3 курса фотодинамической терапии (плотность световой энергии – 50 Дж/см²) с интервалом в 1 месяц до полной регрессии патологических очагов [8]. Поэтому наш личный опыт представляется ценным и обнадеживающим для его применения у пациентов с предопухолевыми заболеваниями полового члена [9].

ВЫВОДЫ

1. Применение ФДТ в лечении лейкоплакии головки полового члена показывает высокую эффективность и одновременно безопасность.

2. Полученные результаты свидетельствуют о том, что ФДТ при лейкоплакии головки полового члена с применением фотосенсибилизатора хлоринового ряда «Фотолон» позволяет достигнуть хорошего лечебного эффекта. Это способствует улучшению качества жизни пациентов, и позволяет рекомендовать ФДТ для применения у пациентов с лейкоплакией полового члена.

3. Результаты данного клинического наблюдения обнадеживают, но малое количество (1 пациент) наблюдений ограничивает обобщаемость результатов и требует набора репрезентативного объема клинических случаев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ягудаев Д.М., Пурцхванидзе В.А. Способ фотодинамической терапии поверхностного рака и предраковых заболеваний полового члена: Патент № 2611952 Рос. Федерация; 2017; (7).
2. Пушкар Д.Ю. Урология: учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования, обучающихся по специальности 060101.65 «Лечебное дело» по дисциплине «Урология». М.: ГЭОТАР-Медиа; 2013: 384.
3. Трушин А.А., Головащенко М.П., Филоненко Е.В. Флюоресцентная диагностика немышечно-инвазивного рака мочевого пузыря: проблемы и достижения. *Онкология. Журнал им. П.А. Герцена*. 2018; 7 (6): 74–79.
4. Суконок О.Г. Руководство по онкологии. Минск: Энцыкл. им. П. Бровки; 2016: 440 с.

5. Филоненко Е.В., Серова Л.Г. Фотодинамическая терапия в клинической практике. *Biomedical Photonics*. 2016; 5 (2): 26–37.
6. Таранец Т.А., Сухова Т.Е., Романко Ю.С. Фотодинамическая терапия базально-клеточного рака кожи с локальным и внутривенным использованием фотосенсибилизатора хлоринового ряда «Фотолон». *Альманах клинической медицины*. 2007; 15: 283–288.
7. Седова Т.Г., Хлебникова А.Н. Клинические и морфологические особенности лейкоплакии в Пермском регионе. *Альманах клинической медицины*. 2018; 46 (4): 347–354. DOI: 10.18786/2072-0505-2018-46-4-347-354
8. Церковский Д.А., Артемьева Т.П. Фотодинамическая терапия лейкоплакии головки полового члена (клиническое наблюдение). *Biomedical Photonics*. 2018; 7 (1): 37–40. DOI: 10.24931/2413-9432-2018-7-1-37-40
9. Bilyalov A.I., Shanazarov N.A., Zinchenko S.V. Photodynamic therapy as alternative method of treatment of metastatic ovarian cancer with many recurrence: Case report. *BioNanoSci*. 2020; 10: 807–810. DOI: 10.1007/s12668-020-00749-7

REFERENCES

1. Yagudaev D.M., Purtskhvanidze V.A. Method of photodynamic therapy of superficial cancer and precancerous diseases of the penis: Patent N 2611952 of the Russian Federation. 2017; 7. [In Russ.]
2. Pushkar D.Yu. Urology: textbook for students of institutions of higher professional education. Moscow: GEOTAR-Media; 2013: 384 p. [In Russ.]
3. Trushin A.A., Golovashchenko M.P., Filonenko E.V. Fluorescent diagnostics of non-muscle invasive bladder cancer. *P.A. Herzen Journal of Oncology*. 2018; 7 (6): 74–79. [In Russ.]
4. Sukonok O.G. Guide to oncology. Minsk: Entsycl. im. P. Brovki; 2016: 440. [In Russ.]
5. Filonenko E.V., Serova L.G. Photodynamic therapy in clinical practice. *Biomedical Photonics*. 2016; 5 (2): 26–37. [In Russ.]
6. Taranets T.A., Sukhova T.E., Romanko Yu.S. Photodynamic therapy of basal cell skin cancer with local and intravenous use of the chlorin series photosensitizer "Photolon". *Almanac of Clinical Medicine*. 2007; 15: 283–288. [In Russ.]
7. Sedova T.G., Khlebnikova A.N. Clinical and morphological features of the leukoplakia in the Perm region. *Almanac of Clinical Medicine*. 2018; 46 (4): 347–354. [In Russ.]. DOI: 10.18786/2072-0505-2018-46-4-347-354
8. Tserkovsky D.A., Artemieva T.P. Photodynamic therapy of glans leukoplakia (clinical observation). *Biomedical Photonics*. 2018; 7 (1): 37–40. [In Russ.]. DOI: 10.24931/2413-9432-2018-7-1-37-40
9. Bilyalov A.I., Shanazarov N.A., Zinchenko S.V. Photodynamic therapy as alternative method of treatment of metastatic ovarian cancer with many recurrences: Case report. *BioNanoSci*. 2020; 10: 807–810. DOI: 10.1007/s12668-020-00749-7

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Funding

The study had no sponsorship.

Сведения об авторах

Шаназаров Насрулла Абдуллаевич – доктор медицинских наук, профессор, врач-онколог, заместитель директора, РГП «Больница Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан», e-mail: nasrulla@inbox.ru

Касымов Бахтияр Галыулы – врач-уролог, РГП «Больница Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан», e-mail: b_kasymov@bk.ru

Муратов Тимур Муратулы – врач-уролог, РГП «Больница Медицинского центра Управления делами Президента Республики Казахстан», e-mail: ttimeke@mail.ru

Зинченко Сергей Викторович – доктор медицинских наук, доцент, врач-онколог, ГАУЗ «Республиканский клинический онкологический диспансер МЗ

РТ»; заведующий кафедрой хирургии, акушерства и гинекологии, ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», e-mail: zinchenkos.v@mail.ru

Information about the authors

Shanazarov Nasrulla – Dr. Sc. (Med.), Professor, Oncologist, Deputy Director, Hospital of Medical Center of Administration of Presidential Affairs, e-mail: nasrulla@inbox.ru

Kassymov Bakhtiyar – Urologist, Hospital of Medical Center of Administration of Presidential Affairs, e-mail: b_kasymov@bk.ru

Muratov Timur – Urologist, Hospital of Medical Center of Administration of Presidential Affairs, e-mail: ttimeke@mail.ru

Zinchenko Sergey – Dr. Sc. (Med.), Docent, Oncologist, Republican Clinical Oncological Dispensary; Head of the Department of Surgery, Obstetrics and Gynecology, Kazan Federal University, e-mail: zinchenkos.v@mail.ru

Вклад авторов:

Шаназаров Н.А. – обобщение анализа собранных данных, разработка дизайна, научное редактирование рукописи.

Касымов Б.Г. – критическая доработка с целью получения важного интеллектуального содержания.

Муратов Т.М. – концепция и дизайн исследования.

Зинченко С.В. – разработка дизайна, научное редактирование рукописи.

УДК 616.314-089.87:577.344.3

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-3-34-39

БИСПЕКТРАЛЬНАЯ ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ ЭКСТРАКЦИИ ТРЕТЬИХ МОЛЯРОВ

К.А. Прыгунов¹, Н.Н. Аболмасов², А.Р. Евстигнеев³¹ФГБОУ ВО «Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского», Калуга, Россия²ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России, Смоленск, Россия³Калужский медико-технический лазерный Центр Лазерной Академии Наук РФ, Калуга, Россия

Резюме

Результатами исследования послеоперационного периода пациентов с экстрагированными третьими молярами были подтверждены данные об ускорении репаративных процессов в лунках удаленных зубов при воздействии на них низкоинтенсивным биспектральным лазерным излучением.

Цель: ускорение репаративных процессов после удаления третьих моляров. Для снижения болевого синдрома, выраженности воспалительной реакции, ускорения репаративных процессов проводилась лазерная фотодинамическая терапия.

Материал и методы. Учитывая, что операция удаления восьмых зубов является достаточно травматичной манипуляцией, нами был предложен «Способ лечения воспалительных заболеваний слизистых оболочек челюстно-лицевой области». Для его осуществления в послеоперационном периоде проводили лазерную фотодинамическую терапию раневой поверхности с применением фотоактивного сенсibilизатора.

При одновременном удалении верхнего и нижнего зубов мудрости на одной из сторон на 2-е, 3-и и 5-е сутки проводилось физиотерапевтическое лечение низкоинтенсивным лазерным излучением с помощью биспектральной насадки, а другая сторона в периоде реабилитации не обрабатывалась.

Для подтверждения эффективности предложенной методики лечения у пациентов на 3-е, 7-е и 12-е сутки получали соскобы с раневой поверхности лунок зубов мудрости и проводили цитологическое обследование. Окрашивание препарата проводилось по методике Паппенгейма при помощи азур-эозина. Был проведен рандомизированный простой слепой эксперимент, в части морфологического исследования – двойное слепое исследование.

Результаты. Проведено исследование мазков с раневой поверхности на 3-е, 7-е и 12-е сутки, получены данные о качественном и количественном составе цитологических препаратов. Данные, полученные на 7-е и 12-е сутки после оперативного вмешательства, показали статистически достоверную разницу ($p < 0,05$), подтверждающую, что проведенное физиотерапевтическое воздействие существенно улучшает репаративные процессы.

Ключевые слова: удаление третьих моляров, фотодинамическая терапия, низкоинтенсивное лазерное излучение, репаративные процессы

Для цитирования: Прыгунов К.А., Аболмасов Н.Н., Евстигнеев А.Р. Биспектральная фотодинамическая терапия при экстракции третьих моляров. *Лазерная медицина*. 2021; 25(3): 34–39. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-34-39>

Контакты: Прыгунов К.А., e-mail: dr.prygunov@mail.ru

BISPECTRAL PHOTODYNAMIC THERAPY AFTER THE EXTRACTION OF THIRD MOLARS

Prygunov K.A.¹, Abolmasov N.N.², Yevstigneev A.R.³¹Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky, Kaluga, Russia²Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia³Kaluga Medical and Technical Laser Center of the Laser Academy of Sciences, Kaluga, Russia

Abstract

Findings obtained after the present trial have confirmed that in patients with extracted third molars reparative processes in wounds are more rapid if wound holes are treated with low-level bispectral laser light.

Purpose: to confirm improved reparation, less pain syndrome, and less inflammatory reactions in wounds after the extraction of third molars if laser photodynamic therapy was used in the postoperative period.

Material and methods. Given the extraction of eight teeth is a rather traumatic procedure, the authors proposed a technique for treating inflammatory processes in the mucous of maxillofacial area. To implement this technique in the postoperative period, they treated wound surface with photodynamic technique including a photoactive sensitizer. If upper and lower wisdom teeth were removed simultaneously, phototherapy with low-level laser light and bispectral nozzle was applied unilaterally on days 2, 3 and 5, while the other side was not treated at the rehabilitation period. To confirm the effectiveness of the proposed curative technique, scrapes from the wound surface of teeth holes were taken and examined cytologically on days 3, 7 and 12. Staining by Pappenheim and azur-eosin was applied. A randomized simple blind experiment was conducted; a double-blind experiment was a part of morphological examination.

Results. Smears from the wound surface were examined on days 3, 7 and 12 to find qualitative and quantitative composition of cytological preparations. A statistically significant difference ($p < 0.05$) was found indicating that the performed physiotherapeutic care significantly improves reparative processes.

Key words: third molar extraction, photodynamic therapy, low-level laser therapy, reparative processes

For citations: Prygunov K.A., Abolmasov N.N., Yevstigneev A.R. Bispectral photodynamic therapy after the extraction of third molars. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(3): 34–39. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-34-39>

Contacts: Prygunov K.A., e-mail: dr.prygunov@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что на фоне лазеротерапии ускоряются репаративные процессы в костной и соединительной тканях [1, 2], а также в слизистой оболочке, однако в литературе представлено недостаточное количество информации о возможности применения низкоинтенсивного лазерного излучения в послеоперационном периоде у пациентов с экстрагированными восьмью зубами [3, 4].

Фотодинамическая терапия рассматривается в стоматологии как биоэффективный метод воздействия, способный уменьшить болевой синдром в послеоперационном периоде, снизить вероятность отеков, возникающих после операции удаления третьих моляров [5, 6], а также значительно увеличить скорость репаративных процессов [7, 8].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В ходе наблюдения пациентов с экстрагированными третьими молярами были выделены 10 респондентов (7 женщин и 3 мужчины), которым в послеоперационном периоде, в дополнение к традиционным лечебным мероприятиям, проводили биспектральную фотодинамическую терапию [9]. Из них 3 пациента были направлены ортодонтами по причине рецидива после ортодонтического лечения, ввиду смещения третьими молярами мезиально расположенных зубов. Один больной обратился с жалобами на хруст и щелчки в области височно-нижнечелюстного сустава при жевании и широком открывании рта, совпавшими по времени с прорезыванием третьих моляров на нижней челюсти. У остальных удаление третьих моляров проводилось в плановом порядке в рамках подготовки к ортодонтическому или ортопедическому лечению. Критерием включения пациентов в исследование являлись показания к удалению симметрично

расположенных верхних и нижних третьих моляров (по два с каждой стороны). Низкоинтенсивное лазерное излучение применяли в области лунок удаленных третьих моляров одной стороны, противоположная сторона являлась контрольной.

В общей сложности были удалены 40 зубов – по 4 у каждого из 10 пациентов (20 – на верхней и 20 – на нижней челюсти). Удаляли одновременно верхний и нижний зубы мудрости на одной из сторон (левой или правой). После экстракции и получения кровяного сгустка в лунке, проводилось наложение швов материалом Vicryl 4/0 (резорбируемый синтетический шовный материал).

На следующий день после удаления одна из лунок подвергалась физиотерапевтическому воздействию низкоинтенсивного лазерного излучения (рис. 1А), а другая в периоде реабилитации не обрабатывалась. Использовался метод фотодинамической терапии с применением фотоактивного сенсibilизатора геля «Рададент» (ООО «Рада Фарма») и модернизированный аппарат «УЗОР-2К» (рис. 1В).

Низкоинтенсивное лазерное излучение было выбрано нами из-за его высокой эффективности и простоты обработки раневой поверхности. Подлежащую фотодинамической терапии лунку изолировали от проникновения ротовой жидкости, обрабатывали медикаментозно и высушивали турундами или бумажным абсорбентом (рис. 2А).

С помощью шприца поверх лунки медленно вводился фотосенсибилизатор «Рададент». После экспозиции 3–5 минут. Через биспектральную насадку, представленную на рис. 1Б, воздействовали излучением с длиной волны 405 нм в непрерывном режиме с мощностью 1,5–1,9 Вт и 650 ± 10 нм в импульсном режиме при мощности 2,5–3,0 Вт с частотой следования импульсов 28–30 кГц. Доза излучения составляла 130 Дж/см², экспозиция – 2,5–3 минуты.

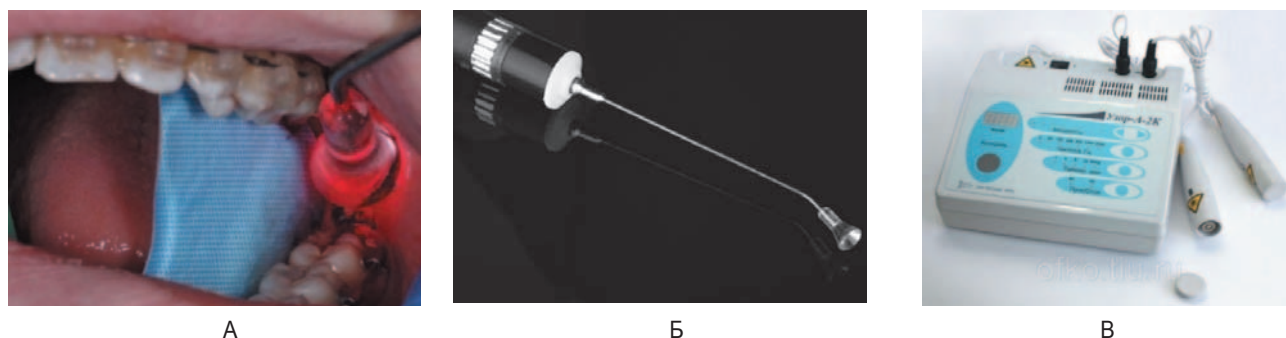
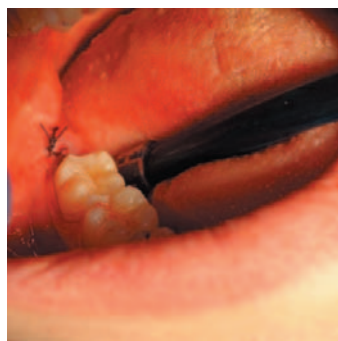


Рис. 1. Оборудование для проведения биспектральной фотодинамической терапии: А – насадка, подведенная к лунке удаленного третьего моляра; Б – биспектральная насадка; В – внешний вид аппарата для физиотерапевтического лечения Узор-2К

Fig. 1. Equipment for bispectral photodynamic therapy: А – nozzle connected to the hole of removed third molar; В – bispectral nozzle; С – appearance of the device for physiotherapy Uzor-2K



А



Б

Рис. 2. Общий вид лунки после удаления: А – подготовка к физиотерапевтической обработке; Б – ершик для взятия соскоба

Fig. 2. General view of the hole after removal: A – preparation for physiotherapy treatment; B – brush for scraping



Рис. 3. Приготовление мазка на предметном стекле

Fig. 3. Smear preparation on a slide

Физиотерапевтическое воздействие проводили на 2-е, 3-и и 5-е сутки после оперативного вмешательства.

Для оценки скорости репаративных процессов проводили цитологическое обследование соскобов, полученных с раневой поверхности лунок экстрагированных третьих моляров, на базе патологоанатомической лаборатории «Медицинского радиологического научного центра имени А.Ф. Цыба» в г. Обнинск.

После ушивания раны на 3-и, 7-е и 12-е сутки проводился забор биоматериала цитологическим ершиком (рис. 2Б) с раневой поверхности в виде соскоба, который переносился на предметное стекло. Для приготовления стандартного мазка необходимо соблюдение ряда условий: начальная часть мазка – на расстоянии 1–1,5 см от края предметного стекла, конечная – на расстоянии 2–2,5 см от другого его края. Мазок должен быть максимально тонким (приблизенным к однослойному), равномерной толщины на всем протяжении (рис. 3).

Приготовленный мазок, с использованием новых стандартных тонких сухих обезжиренных стекол, подвергали фиксации и окрашиванию перед исследованием. При несоблюдении названных условий получается неравномерный, волнообразный, толстый мазок, содержащий недоступные для детального изучения (непросматриваемые) грубые комплексы клеток, который неинформативен.

Окрашивание препарата проводилось при помощи азур-эозина (по Паппенгейму) на предварительно высушенном на воздухе мазке. После высушивания на воздухе применяли спиртовой фиксатор, для чего предметное стекло погружали на 1–2 мин в 96%-ный этанол. Затем извлеченное из фиксатора предметное стекло повторно высушивалось, упаковывалось в крафт-пакет и отправлялось в лабораторию для окрашивания и дальнейшего цитологического исследования с применением микроскопа Zeiss Axio Lab.A1.

Статистическая обработка материалов проводилась с помощью программного обеспечения SAS (Statistical Analysis System) v9.4. и Excel (Microsoft Corp., США) в среде операционной системы Windows 10, необходимый размер выборок был рассчитан при помощи модуля Sample size программы Describe 3.07. пакета WinPepi 11.61 (J.H. Abramson) с учетом распространенности признаков.

Количественные данные представлены в виде $M \pm m$, качественные – в виде абсолютных величин и процессов.

Был проведен рандомизированный простой слепой эксперимент, в части морфологического исследования – двойное слепое исследование.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Фотодинамическая лазерная терапия после экстракции третьих моляров проводилась у 10 пациентов.

При контрольных осмотрах пациентов с 1-х по 3-и сутки в послеоперационном периоде установлено, что их общее состояние удовлетворительное, присутствует боль в области лунок удаленных зубов. Однако пациенты отмечали, что на стороне лазерного воздействия болевая реакция выражена в меньшей степени. К 7-м суткам болевые ощущения на стороне, подвергшейся лазерному облучению, практически отсутствовали, на противоположной – сохранялась умеренная болевая реакция. К 12-м суткам болевая реакция у всех пациентов на стороне облучения отсутствовала, а на противоположной стороне – сохранялась у 5 человек.

Внешний вид послеоперационной раны на 1–3-и сутки после удаления был одинаковым с обеих сторон, без признаков осложнений процесса заживления. На 7-е сутки состояние послеоперационной раны на стороне, где проводилась фотодинамическая терапия, было значительно лучше: отмечалась умеренно выраженная гиперемия прилегающей к лунке слизистой оболочки, фибриновый налет только в центре, незначительная болезненность при пальпации. На 12-е сутки на стороне облучения у 8 из 10 пациентов отмечена эпителизация раневой поверхности с незначительными участками гиперемии слизистой в центре. У 2 пациентов витальное окрашивание слизистой оболочки Колор-тест № 2 (ВладМиВа) свидетельствовало о нарушении кератинизации эпителия в пределах 1,2–1,5 см. Считаем необходимым отметить, что у всех

пациентов не зарегистрировано побочного действия при данном физиотерапевтическом лечении. С противоположной стороны, где фотодинамическая терапия не проводилась, воспалительные изменения носили более яркий характер. Визуальная отечность ткани была более выражена, витальное окрашивание слизистой в ретромолярной области свидетельствовало о наличии ее воспаления.

В целом, при контрольных осмотрах пациентов в области лунок удаленных зубов без проведения ФДТ наблюдалось медленное уменьшение отека, дольше сохранялась гиперемия слизистой оболочки, и отмечалась более выраженная болезненность при ее пальпации.

Репрезентативность полученных клинических результатов подтверждена данными цитоморфологического исследования. Вне зависимости от применения фотодинамической терапии, цитологическая картина на всех препаратах, приготовленных на 3-и сутки после ушивания раны, была приблизительно схожей, что свидетельствует о максимальном воспалении на этом этапе. Отмечалась ярко выраженная лейкоцитарная реакция, фрагменты детрита, единичные чешуйки и клетки плоского эпителия, часть из которых с дистрофическими, часть – с реактивными изменениями (рис. 4).

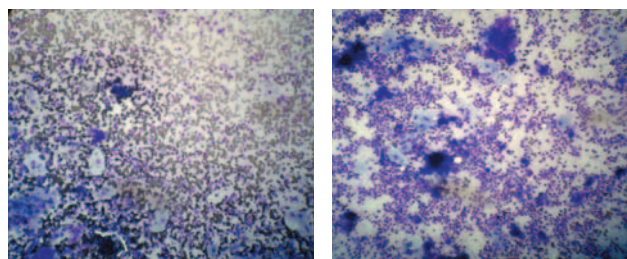
На 7-е сутки появлялась существенная разница в цитологической картине. Мазки, полученные с обработанных раневых поверхностей, имели единичные элементы воспаления (сегментоядерные лейкоциты), клетки плоского эпителия поверхностного, промежуточного и единичные глубоких слоев без видимых признаков атипии, единичные гистиоциты (рис. 5).

Напротив, препараты, полученные при анализе соскобов с необработанной раневой поверхности, все еще имели признаки воспалительного процесса (рис. 5Б). Большая часть клеток имела дистрофические и реактивные изменения. Также обнаруживались фрагменты детрита.

На 12-е сутки в мазках, полученных с участков после проведения фотодинамической терапии, наблюдалась картина полной эпителизации. Клетки плоского эпителия поверхностных и глубоких слоев были без видимых признаков атипии, чего не наблюдалось у препаратов с необработанных поверхностей. На последних все еще была слабо выраженная лейкоцитарная реакция, клетки плоского эпителия поверхностного и промежуточного слоев имели некоторые признаки атипии (рис. 6).

Детальное изучение биологического материала проводилось на 10 полях зрения каждого препарата (табл. 1).

Содержание исследуемых клеток в мазках закономерно уменьшалось по сравнению с 3-ми сутками к 7-м и 12-м в обеих группах (дисперсионный анализ повторных измерений; $p < 0,05$). Однако более важным является сравнение с параллельным контролем.

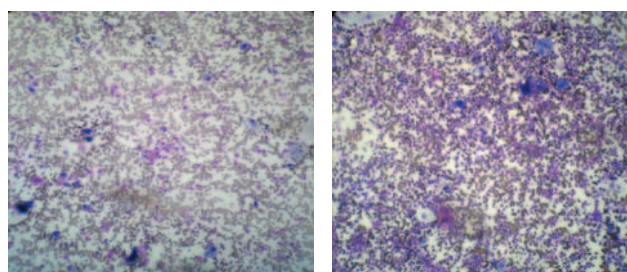


А

Б

Рис. 4. Цитологическая картина на третьи сутки: А – после обработки с помощью биспектральной насадки; Б – мазок, взятый с необработанной раневой поверхности

Fig. 4. Cytological picture on the third day: А – after treatment with a bispectral nozzle; В – smear taken from an untreated wound surface

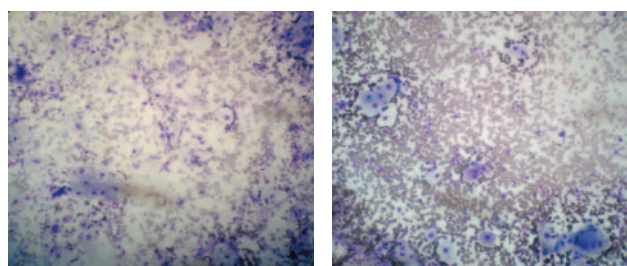


А

Б

Рис. 5. Цитологическая картина на препаратах на седьмые сутки: А – после физиотерапевтической обработки; Б – мазок, взятый с необработанной раневой поверхности. Ярко выраженная лейкоцитарная реакция, фрагменты детрита, единичные чешуйки плоского эпителия, клетки плоского эпителия, часть из которых с дистрофическими, часть – с реактивными изменениями

Fig. 5. Cytological picture on preparations on the seventh day: А – after physiotherapy; В – smear taken from the untreated wound surface. Pronounced leukocyte reaction, detritus fragments, single flakes of the squamous epithelium, squamous epithelial cells – some with dystrophic and some with reactive changes



А

Б

Рис. 6. Цитологическая картина на двенадцатые сутки: А – после обработки при помощи биспектральной насадки; Б – мазок, взятый с необработанной раневой поверхности

Fig. 6. Cytological picture on the twelfth day: А – after treatment with bispectral nozzle; В – smear taken from an untreated wound surface

Таблица 1

Качественный и количественный состав цитологических препаратов ($M \pm m$, $n = 10$), $p < 0,05$

Table 1

Qualitative and quantitative composition of cytological preparations ($M \pm m$, $n = 10$), $p < 0.05$

Параметры <i>Parameters</i>	3-и сутки <i>Day 3</i>		7-е сутки <i>Day 7</i>		12-е сутки <i>Day 12</i>	
	Лазерное излучение <i>Laser irradiation</i>	Без лазерного излучения <i>No laser irradiation</i>	Лазерное излучение <i>Laser irradiation</i>	Без лазерного излучения <i>No laser irradiation</i>	Лазерное излучение <i>Laser irradiation</i>	Без лазерного излучения <i>No laser irradiation</i>
Сегментоядерные лейкоциты <i>Segmented leukocytes</i>	300,60 $\pm$ 1,95	300,40 $\pm$ 1,94	101,40 $\pm$ 1,77	300,30 $\pm$ 1,86	70,30 $\pm$ 1,03	100,80 $\pm$ 1,56
Клетки плоского эпителия поверхностных слоев <i>Squamous epithelial cells from surface layers</i>	70,90 $\pm$ 1,23	78,80 $\pm$ 1,43	54,50 $\pm$ 0,91	62,70 $\pm$ 0,96	41,10 $\pm$ 1,03	44,80 $\pm$ 1,25
Клетки с дистрофическим изменениями <i>Cells with dystrophic changes</i>	41,90 $\pm$ 1,26	62,90 $\pm$ 1,08	15,30 $\pm$ 0,58	54,00 $\pm$ 0,96	12,60 $\pm$ 0,64	27,00 $\pm$ 1,01

Приведенные в таблице данные свидетельствуют, что количественное содержимое лунок на 3-и сутки статистически значимо не различалось ни в отношении числа сегментоядерных лейкоцитов, ни в количестве клеток эпителия, ни в числе клеток с дистрофическими изменениями (использован тест Манна – Уитни; $p > 0,05$). Однако уже на 7-е сутки в препаратах из лунок, подвергнутых локальному лазерному излучению, содержание исследуемых клеток становится статистически значимо меньшим, в сравнении с контрольными лунками. Такие различия сохраняются и на 12-е сутки (тест Манна – Уитни; $p < 0,001$).

Таким образом, применение фотодинамической терапии с использованием фотосенсибилизатора «Рададент» при помощи биспектральной насадки позволяет снизить выраженность болевого синдрома, ускоряет репаративные процессы, что подтверждено данными цитоморфологического исследования. Также отмечалась хорошая переносимость лечения, и трудоспособность при этом не нарушалась, что весьма важно для амбулаторного режима.

Считаем необходимым отметить, что у всех пациентов не зарегистрировано побочных действий при данном физиотерапевтическом лечении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учитывая тот факт, что операция удаления третьих моляров является особенно травматичной процедурой, вопрос об их экстракции обязательно должен решаться на основании всестороннего изучения стоматологического статуса пациента и оценки рисков возможных осложнений. Удаление третьих моляров возможно проводить с использованием в послеоперационном периоде предложенного «Способа лечения воспалительных заболеваний слизистых

оболочек челюстно-лицевой области» (патент RU 2 690 414 С1), что снижает болевую реакцию, уменьшает выраженность отека, улучшает общее состояние пациента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прыгунов К.А., Абдурахманов Г.Г., Евстигнеев А.Р. Исследование эффективности применения двух-спектральной лазерной терапии воспалительных заболеваний слизистых оболочек полости рта и пародонта. *Сб. науч.-практ. работ Челябинского государственного института лазерной хирургии*. 2016: 86–87.
2. Little J.W., Falace D.A., Miller C.S., Rhodus N.L. Dental management of the medically compromised patient. Louis: Elsevier; 2013: 459–493.
3. Арсенина О.И., Шишкин К.М., Шишкин М.К. и др. Третьи постоянные моляры, интеграция в зубоальвеолярные дуги. Ретенция и изменение их позиции в процессе формирования. *Ортодонтия*. 2015; 1 (69): 35–40.
4. Изосимова М.А. Влияние ретенированных третьих моляров нижней челюсти на формирование аномалий зубных рядов и окклюзии: автореферат диссертации ... канд. мед. наук. Пермь, 2012.
5. Дмитриенко Д.С., Фищев С.Б., Севастьянов А.В. и др. Особенности расположения третьих моляров на нижней челюсти при физиологической окклюзии постоянных зубов. *Институт стоматологии*. 2011; 4: 50.
6. Изосимова М.А., Данилова М.А. Проблема ретенции третьих моляров на нижней челюсти: сравнительная характеристика обеспеченности периферическим кровотоком ретенированных и прорезавшихся зубов (по данным ультразвуковой доплерографии). *Пермский медицинский журнал*. 2011; 5 (28): 75–78.
7. Дуванский В.А. Фотодинамическая терапия и NO-терапия в комплексном лечении больных с трофическими язвами венозного генеза. *Лазерная медицина*. 2004; 8 (1–2): 3–4.

8. Шин Е.Ф., Дуванский В.А., Елисеенко В.И. Фотодинамическая терапия экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей. *Лазерная медицина*. 2017; 21 (1): 33–38. DOI: 10.37895/2071-8004-2017-21-1-33-38
9. Прыгунов К.А., Евстигнеев А.Р., Аболмасов Н.Н. Способ лечения воспалительных заболеваний слизистых оболочек челюстно-лицевой области. Патент RU 2690414С1, действ. с 19.07.2018.

REFERENCES

1. Prygunov K.A., Abdurakhmanov G.G., Evstigneev A.R. Investigation of the effectiveness of the use of two-spectral laser therapy of inflammatory diseases of the mucous membranes of the oral cavity and periodontal. *Sb. nauchn.-prakt. rabot Chelyabinskogo gosudarstvennogo instituta lazernoy khirurgii*. 2016: 86–87. [In Russ.].
2. Little J.W., Falace D.A., Miller C.S., Rhodus N.L. Dental management of the medically compromised patient. Louis: Elsevier; 2013: 459–493.
3. Arsenina O.I., Shishkin K.M., Shishkin M.K. et al. Third permanent molars, integration into dental alveolar arches. Retention and change of their position in the process of formation. *Orthodontics*. 2015; 1 (69): 35–40. [In Russ.].
4. Izosimova M.A. Effects of retented third molars in the mandible at the formation of dentition and occlusion anomalies: Abstract of the dissertation thesis of the Candidate of Medical Sciences. Perm, 2012. [In Russ.].
5. Dmitrienko D.S., Fischev S.B., Sevastyanov A.V. et al. Features of third molars location on the lower jaw with physiological occlusion of permanent teeth. *Institut stomatologii*. 2011; 4: 50. [In Russ.].
6. Izosimova M.A., Danilova M.A. The problem of retention of the third molars in the lower jaw: a comparative characteristic of peripheral blood supply in retented and erupted teeth (by ultrasound Dopplerography). *Permskiy meditsinskiy zhurnal*. 2011; 5 (28): 75–78. [In Russ.].
7. Duvanskiy V.A. Photodynamic therapy and “no-therapy” in complex treatment of patients with trophic ulcers of vascular etiology. *Laser Medicine*. 2004; 8 (1): 3–4. [In Russ.].
8. Shin E.F., Duvansky V.A., Yeliseenko V.I. Photodynamic therapy for treating experimental gun-shot wounds in soft

tissues. *Laser Medicine*. 2017; 21 (1): 33–38. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2017-21-1-33-38

9. Prygunov K.A., Evstigneev A.R., Abolmasov N.N. Method for treating inflammatory diseases of maxillofacial area. Patent RU 2690414 C1, 19.07.2018.

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

Compliance with ethical principles

The Authors confirm that respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary and the rules of treatment of animals when they are used in the study.

Сведения об авторах

Прыгунов Константин Александрович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры хирургии, ФГБОУ ВО «Калужский государственный университета им. К. Э. Циолковского»; e-mail: dr.prygunov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3402-5594>

Аболмасов Николай Николаевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой ортопедической стоматологии с курсом ортодонтии, ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1676-0501>

Евстигнеев Андрей Рудольфович – доктор технических наук, профессор, Заслуженный деятель науки и техники РФ, генеральный директор, Калужский медико-технический лазерный Центр Лазерной Академии Наук РФ

Information about the authors

Konstantin Prygunov – Cand. Sc. (Med.), Associate Professor at the Department of Surgery, Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovsky; e-mail: dr.prygunov@mail.ru; ORCID: 0000-0002-3402-5594

Nikolay Abolmasov – Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Orthopedic Dentistry with the course of orthodontics, Smolensk State Medical University; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1676-0501>

Andrey Yevstigneev – Dr. Sc. (Techn.), Professor, Honored Specialist in Science and Technology of the Russian Federation, General Director, Kaluga Medical and Technical Laser Center of the Laser Academy of Sciences

УДК 615.849.19: 577.112.3: 616.74-007.61

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-3-40-46

ИНФРАКРАСНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ В КОМБИНАЦИИ С ПРИЕМОМ АМИНОКИСЛОТ С РАЗВЕТВЛЕННОЙ БОКОВОЙ ЦЕПЬЮ СТИМУЛИРУЕТ ФИЗИОЛОГИЧЕСКУЮ АДАПТАЦИЮ СКЕЛЕТНЫХ МЫШЦ

Р.В. Галлямутдинов¹, Е.С. Головнева^{1,2}, Ж.А. Ревель-Муроз¹, И.В. Еловских^{1,2}

¹ГБУЗ «Многопрофильный центр лазерной медицины», Челябинск, Россия

²ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет Минздрава России», Челябинск, Россия

Резюме

Лазерное воздействие стимулирует пролиферацию клеток и восстановление тканей. Аминокислоты с разветвленной боковой цепью (BCAA) широко применяются в спортивной медицине как стимулятор анаболических процессов. Однако отсутствуют данные о влиянии комбинированного применения лазера и BCAA на морфометрические характеристики мышц при физической нагрузке в тренировочном процессе.

Цель: изучение влияния инфракрасного лазерного воздействия в комбинации с приемом аминокислот на миосателлиты и миоциты скелетной мышцы при тренировках плаванием.

Материалы и методы. Эксперимент проведен на 30 крысах Вистар: 1-я группа – интактные; 2-я – динамический контроль (тренировки принудительным плаванием); 3-я группа – тренировки и BCAA; 4-я группа – тренировки и лазерное воздействие на мышцы бедра (970 нм, 1 Вт, 60 с); 5-я группа – тренировки, воздействие лазера в комбинации с BCAA. Тренировки осуществлялись трижды в неделю, 6 недель, лазерное воздействие проводилось после каждой тренировки. Образцы двуглавой мышцы бедра фиксировали формалином, готовили гистологические срезы, окрашенные гематоксилином-эозином. Проводился морфометрический анализ цифрового изображения объектов со статистической обработкой методом Манна – Уитни.

Результаты. Применение лазерного воздействия комбинированного с BCAA при тренировках приводило к увеличению площади ядер и количества миосателлитов и миоцитов, увеличению поперечного сечения мышечных волокон, более выраженным по сравнению с изолированным лазерным облучением мышцы или приемом BCAA.

Заключение. Инфракрасное лазерное воздействие в комбинации с приемом аминокислот с разветвленной боковой цепью эффективно стимулирует регенерацию путем гиперплазии и гипертрофии скелетной мышечной ткани, что обеспечивает физиологическую адаптацию при тренировочном процессе.

Ключевые слова: лазер, BCAA, скелетные мышцы, миосателлиты, миоциты, тренировка

Для цитирования: Галлямутдинов Р.В., Головнева Е.С., Ревель-Муроз Ж.А., Еловских И.В. Инфракрасное лазерное воздействие в комбинации с приемом аминокислот с разветвленной боковой цепью стимулирует физиологическую адаптацию скелетных мышц. *Лазерная медицина*. 2021; 25(3): 40–46. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-40-46>

Контакты: Галлямутдинов Р.В., e-mail: rkenpachi@bk.ru

INFRARED LASER EXPOSURE IN COMBINATION WITH BRANCHED-CHAIN AMINO ACID STIMULATES PHYSIOLOGICAL ADAPTATION OF SKELETAL MUSCLES

Gallyamutdinov R.V.¹, Golovneva E.S.^{1,2}, Revel-Muroz Zh.A.¹, Elovsky I.V.^{1,2}

¹Multidisciplinary Center of Laser Medicine, Chelyabinsk, Russia

²Southern Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia

Abstract

Laser exposure stimulates cell proliferation and tissue repair. Branched-chain amino acids (BCAA) are widely used in sports medicine as a stimulator of anabolic processes. However, there is no evidence of the effect of combined laser and BCAA application on skeletal muscle morphometric characteristics during exercise in the training process.

Purpose: to study the effect of infrared laser exposure in combination with amino acid at myosatellitocytes and skeletal muscle myocytes during swimming training.

Material and methods. The experiment was conducted on 30 Wistar rats: Group 1 – intact, Group 2 – dynamic control (trainings with endurance swimming), Group 3 – trainings and BCAA, Group 4 – trainings and laser exposure at hip muscles (970 nm, 1 W, 60 s), Group 5 – combined exposure to laser and BCAA. Trainings were three times a week for 6 weeks; laser session was after each training. Samples of the bipedal thigh muscle were fixed with formalin; histological sections were stained with hematoxylin-eosin. The morphometric analysis of the digital image of objects with statistical processing by Mann – Whitney method was made.

Results. Laser exposure combined with BCAA during trainings increased the nuclei area and the number of myosatellites and myocytes; it also enlarged the cross section of muscle fibers which was more pronounced if to compare with isolated laser irradiation of the muscle or BCAA.

Conclusions. Infrared laser exposure in combination with branched-chain amino acids effectively stimulates regeneration due to hyperplasia and hypertrophy of skeletal muscular tissue, thus providing physiological adaptation in the training process.

Key words: laser, BCAA, skeletal muscles, myosatellitocytes, myocytes, training

For citations: Gallyamutdinov R.V., Golovneva E.S., Revel-Muroz Zh.A., Elovsky I.V. Infrared laser exposure in combination with branched-chain amino acid stimulates physiological adaptation of skeletal muscles. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(3): 40–46. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-40-46>

Contacts: Gallyamutdinov R.V., e-mail: rkenpachi@bk.ru

ВВЕДЕНИЕ

Физическая нагрузка оказывает многогранное влияние на организм животных и человека: происходит перестройка работы всех важнейших органов и систем, сдвиги в нервной и эндокринной регуляции, изменения состава крови и других биологических жидкостей. Мышцы отвечают на адекватную тренировочную физическую нагрузку адаптацией биохимических процессов, энергетического обмена и гипертрофией [1–4]. Однако при несоблюдении ряда требований к частоте, интенсивности физической нагрузки, технике движений, процесс тренировок может сопровождаться дезадаптацией различной степени тяжести, что ведет к ухудшению физиологического состояния спортсмена, спортивным травмам и потере трудоспособности [5–9].

Повышение эффективности и безопасности тренировочного процесса достигается использованием различных фармакологических средств, физиотерапевтических методик и спортивного питания. Лазерное воздействие хорошо зарекомендовало себя как способ повысить пролиферацию и неогенез в тканях, что создает возможность восстановить имевшиеся поврежденные участки и оптимизировать функции сохранившихся структур [10–13]. Эффективность применения лазеров для реабилитации спортсменов при интенсивном тренировочном процессе также связывают с усилением микроциркуляции и нормализации кровоснабжения мышц, что играет роль в развитии гипертрофии [14, 15], но влияние лазерного излучения на пролиферативный потенциал мышечных клеток при тренировках с приемом аминокислот с разветвленной цепью (BCAA) не изучался.

Спортивное питание сочетает пищевой рацион, соответствующий потребностям организма тренирующегося, и прием особых пищевых добавок, необходимых для более быстрого и полноценного восстановления организма после физической нагрузки. Аминокислоты с разветвленной цепью (BCAA) в виде пищевой добавки представляют собой смесь трех незаменимых аминокислот: валин, лейцин, изолейцин и являются эффективным средством стимуляции процессов восстановления мышечной ткани, синтеза белков, гормонов, цитокинов, характеризующаяся высокой скоростью усваивания организмом, при минимальных затратах на пищеварение [16, 17]. Однако эффективность этой добавки изучалась преимущественно при силовых тренировках, а проведенные исследования касались влияния на процессы гипертрофии мышц [17, 18].

В доступной литературе отсутствуют работы, отражающие комбинированное влияние лазерного воздействия на мышцы и приема BCAA на мышечную ткань

при тренировках, хотя можно предполагать, что объединение эффектов этих воздействий существенно улучшит адаптацию мышц и организма в целом к физической нагрузке.

Целью исследования являлось изучение влияния инфракрасного лазерного воздействия в комбинации с приемом аминокислот с разветвленной боковой цепью на миосателлиты и миоциты скелетной мышечной ткани при тренировках принудительным плаванием.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследование выполнялось на 30 крысах-самцах серии Вистар в возрасте 5–7 месяцев с массой от 270 до 320 г. Содержание и обращение с животными в эксперименте соответствовали требованиям приказа Минздрава РФ № 199Н от 01.04.2016 «Об утверждении правил надлежащей лабораторной практики». Животные были разделены на пять групп по 6 особей: 1-я группа – интактный контроль, 2-я группа – динамический контроль (тренировки принудительным плаванием), 3-я группа – тренировки и прием BCAA, 4-я группа – тренировки и лазерное инфракрасное воздействие на мышцы бедра (970 нм, 1 Вт, 60 с), 5-я группа – тренировки и воздействие лазера комбинированное с приемом BCAA.

Тренировка принудительным плаванием воспроизводилась погружением животных в емкость с водой (диаметр – 60 см, высота – 85 см, емкость – 200 л). Глубина от поверхности воды до дна, необходимая для свободного движения животного и исключая опору конечностей, составляла не менее 55 см. Температура воды, предотвращавшая переохлаждение животных во время тренировки, поддерживалась на уровне 30 ± 1 °C. Эксперимент длился 42 дня (6 недель), тренировки проводили 3 раза в неделю, с увеличением времени плавания каждую неделю на 5 минут. В первую неделю время плавания составляло 30 минут, на последней неделе время плавания составляло 55 минут.

Пищевую добавку BCAA («Fitness Formula», Россия) животные получали вместе с питьевой водой. На поилку объемом 500 мл добавляли 2 г смеси (содержание на 1 г: L-лейцин – 0,46 г, L-валин и L-изолейцин – по 0,22 г). В день каждое животное потребляло $27 \pm 1,02$ мл жидкости, что в пересчете на BCAA эквивалентно 0,049 г L-лейцина и по 0,024 г L-валина и L-изолейцина. Питьевую смесь ежедневно заменяли на свежую.

Лазерное воздействие проводилось после каждой тренировки. Фотомодуляцию осуществляли лазерным

аппаратом «ИРЭ Полус» (Россия) с длиной волны 970 нм, мощностью 1,0 Вт, в непрерывном режиме излучения. Обработку таргетных поверхностей задних конечностей проводили с расстояния 5,0 мм, сканирующими движениями в течение 1 минуты. В области бедра облучали зоны двуглавой мышцы и полусухозильной мышцы.

Животных выводили из опыта на 42-е сутки путем дислокации спинного мозга под эфирным ингаляционным наркозом. Для оценки морфофункционального состояния скелетной мышечной ткани препараты двуглавой мышцы бедра фиксировали 10%-ным нейтральным забуференным формалином. После стандартной гистологической проводки и приготовления парафиновых блоков срезы окрашивались гематоксилин-эозином.

Гистологические препараты анализировали с помощью микроскопа Leica DMRXA (Германия), оснащенного цифровой видеокамерой Leica DFC 290 (Германия), сопряженной с программой анализа изображений ImageScore M (Россия). Получившиеся изображения микропрепаратов в формате графических файлов *.tiff в цветовом пространстве RGB использовали в качестве объектов для морфометрических исследований.

Количество миосателлитоцитов и миоцитов рассчитывалось на увеличении 400 (об. $\times 40$; ок. $\times 10$), площадь ядер миосателлитоцитов и миоцитов – с использованием функции «ручное выделение» на увеличении 1000 с использованием масляной иммерсии.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью лицензионного пакета прикладных программ Excel 2020 и PAST версии 4.03. При обработке полученных данных использовались методы вариационной статистики. Для оценки достоверности различий между группами использовали непараметрический метод Манна – Уитни. Данные представлены в виде среднего арифметического значения и его ошибки ($M \pm m$). Статистически значимыми считали различия при $p \leq 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

После 42-дневного тренировочного цикла принудительного плавания (2-я группа) в двуглавой мышце бедра животных происходило достоверное увеличение площади ядер миоцитов, снижалось количество миоцитов на единицу площади препарата и повышалась толщина мышечных волокон (табл. 1, рис. 1). Количество и размеры ядер миосателлитов при этом не отличались от группы интактных животных.

В группе животных, получавших на фоне тренировок плаванием дополнительные нутриенты в виде ВСАА (3-я группа), по сравнению группами интактного и динамического контроля, увеличивались показатели площади ядер и на 60–70 % возрастало количество миосателлитов, количество миоцитов повышалось на 20 % при одновременном увеличении размеров ядра этих клеток, на 50 % возрастала площадь

поперечного сечения мышечных волокон и их толщина. Прирост массы животных в два раза превышал показатели группы динамического контроля.

Воздействие лазерного излучения на мышцы бедра после регулярных тренировок принудительным плаванием (4-я группа) привело к увеличению площади ядер зрелых и сателлитных мышечных клеток, росту количества этих клеточных элементов. У подопытных крыс 4-й группы площадь поперечного сечения мышечных волокон увеличилась в среднем на 35 %, толщина волокон возросла на 15 % по сравнению с динамическим контролем. Достоверных отличий по приросту массы животных этой группы не обнаруживалось.

В группе крыс, получавших комбинированное воздействие лазера и ВСАА, происходило наиболее выраженное увеличение всех исследуемых показателей мышечного волокна по сравнению с другими экспериментальными группами. У животных этой группы на 20–25 % увеличилась площадь ядер миосателлитов, их количество выросло в 2,6 раза, площадь ядер миоцитов увеличилась на 20 %, количество миоцитов – на 40 %, площадь поперечного сечения волокна увеличилась в 1,5 раза, толщина волокна увеличилась на 30 % по сравнению с динамическим контролем. По сравнению с группой динамического контроля и изолированного лазерного воздействия на 60–70 % увеличился прирост массы животных.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Паттерн двигательной активности крыс во время принудительного плавания характеризуется значительной нагрузкой на мышцы задних конечностей и, в частности, на двуглавую мышцу бедра. Данный способ моделирования физической нагрузки у животных отличается высокими общими энергозатратами, развитием утомления и реализуется при максимальном напряжении систем адаптации организма животного. Эти особенности модели нашли отражение в изменении исследуемых нами показателей. С одной стороны, в группе динамического контроля наблюдалось увеличение площади ядер миоцитов при увеличении толщины мышечных волокон, что характеризует явления гипертрофии. Однако наряду с адаптивными изменениями было зафиксировано снижение количества миоцитов на единицу площади препарата, причем в некоторых препаратах мышц визуализировалась картина глыбчатого распада, что указывало на истощение резервов адаптации и могло быть обусловлено чрезмерной интенсивностью тренировочного процесса или же недостаточностью поступающих энергетических и пластических ресурсов. Полученные в нашем эксперименте результаты подтверждаются данными работ, где были показаны фрагментация и очаговый глыбчатый распад миоцитов крыс при плавательной нагрузке [1]. Регенерация скелетных мышц путем активации сателлитных клеточных элементов при регулярном принудительном плавании отсутствовала,

Таблица 1

Морфометрические показатели клеток и размеров скелетного мышечного волокна *m. biceps femoris* в исследуемых группах

Table 1

Morphometric parameters of cells and dimensions of skeletal muscle fiber in the *m. biceps femoris* in study groups

Показатели <i>Indicators</i>	Интakтные крысы (1-я группа) <i>Intact rats</i> (Group 1) <i>n</i> = 6	Тренировка плаванием <i>Swimming training</i>			
		Динамический контроль (2-я группа) <i>Dynamic control</i> (Group 2) <i>n</i> = 6	Аминокислоты (3-я группа) <i>Aminoacids</i> (Group 3) <i>n</i> = 6	Лазерное воздействие (4-я группа) <i>Laser irradiation</i> (Group 4) <i>n</i> = 6	Лазерное воздействие и аминокислоты (5-я группа) <i>Laser irradiation and aminoacids</i> (Group 5) <i>n</i> = 6
Относительное увеличение массы животных в процессе эксперимента, % <i>Relative increase in animal body mass during the experi- ment), %</i>	0,27 ± 0,03	1,24 ± 0,24 [#]	2,48 ± 0,42 ^{#*}	1,31 ± 0,22 [#]	2,12 ± 0,26 ^{#*^}
Площадь ядер миосателлитов, мкм ² <i>Area of myosatellite nuclei, μm²</i>	30,66 ± 0,61	31,01 ± 0,94	33,67 ± 0,58 ^{#*}	34,08 ± 0,65 ^{#*}	38,31 ± 1,71 ^{#*^}
Количество миосателлитов, n/мм ² <i>Number of myosatellites, n/mm²</i>	137,85 ± 45,29	151,29 ± 29,79	275,68 ± 28,63 ^{#*}	294,42 ± 8,34 ^{#*}	400,51 ± 20,26 ^{#*^}
Площадь ядер миоцитов, мкм ² <i>Myocyte nucleus area, μm²</i>	14,65 ± 0,95	20,89 ± 0,82 [#]	20,66 ± 0,41 [#]	24,25 ± 1,13 ^{#*}	25,53 ± 1,78 ^{#*^}
Количество миоцитов, n/мм ² <i>Number of myocytes, n/mm²</i>	1058,41 ± 46,48	877,24 ± 36,95 [#]	1220,44 ± 25,0 ^{#*}	1101,32 ± 32,18 [*]	1251,6 ± 76,29 ^{#*^}
Толщина волокна, мкм <i>Fiber thickness, μm</i>	26,05 ± 1,39	31,11 ± 0,72 [#]	36,63 ± 0,71 ^{#*}	35,49 ± 0,71 ^{#*^}	40,44 ± 1,91 ^{#*}
Площадь поперечного сече- ния волокна, мкм ² <i>Fiber cross-sectional area, μm²</i>	1450 ± 58,58	1514,29 ± 41,69	2242,16 ± 41,87 ^{#*}	2065,39 ± 34,98 ^{#*}	2217 ± 97,63 ^{#*}

Примечание: [#] – *p* < 0,05 при сравнении с группой интактных животных; ^{*} – *p* < 0,05 при сравнении с группой динамического контроля; [^] – *p* < 0,05 при сравнении 3-й группы с 5-й группой животных; [&] – *p* < 0,05 при сравнении 4-й группы с 5-й группой животных.

Note: [#] – *p* < 0.05 when comparing with the group of intact animals; ^{*} – *p* < 0.05 when comparing with dynamic control group; [^] – *p* < 0.05 when comparing Group 3 with of Group 5; [&] – *p* < 0.05 when comparing Group 4 with Group 5.

так как исследуемые характеристики миосателлитов не отличались от показателей интактной группы животных. Наблюдаемая морфологическая картина в целом характеризовала незавершенный процесс адаптации мышечной ткани к физической нагрузке.

Иная картина наблюдалась в группе животных, принимавших ВСАА. Данные аминокислоты являются наиболее важными для обмена веществ и составляют 35 % от общего аминокислотного состава мышечной ткани [17, 19]. Лейцин активно участвует в поддержании положительного азотистого баланса при интенсивных тренировках, энергетическом обеспечении физических нагрузок (до 10 %), повышает чувствительность тканей к инсулину, а также влияет на гемопоэз и приводит к повышению уровня гемоглобина. Изолейцин

и валин активно участвуют в восстановлении миофибриллярного компонента, влияя на нормальное протекание биохимических процессов [16, 17]. Эти данные объясняют адекватный адаптивный ответ мышечной ткани, когда дополнительные нутриенты и источники энергии позволяют сохранить имеющиеся зрелые мышечные клетки, обеспечить процессы гипертрофии и активацию процессов пролиферации комитированных клеток-предшественников. Наблюдавшийся в этой экспериментальной группе небольшой прирост массы животных являлся отражением происходящей перестройки пластического обмена на фоне добавочного поступления аминокислот. Полученные нами результаты демонстрируют влияние ВСАА на физиологическую регенерацию мышц при тренировке на выносливость,

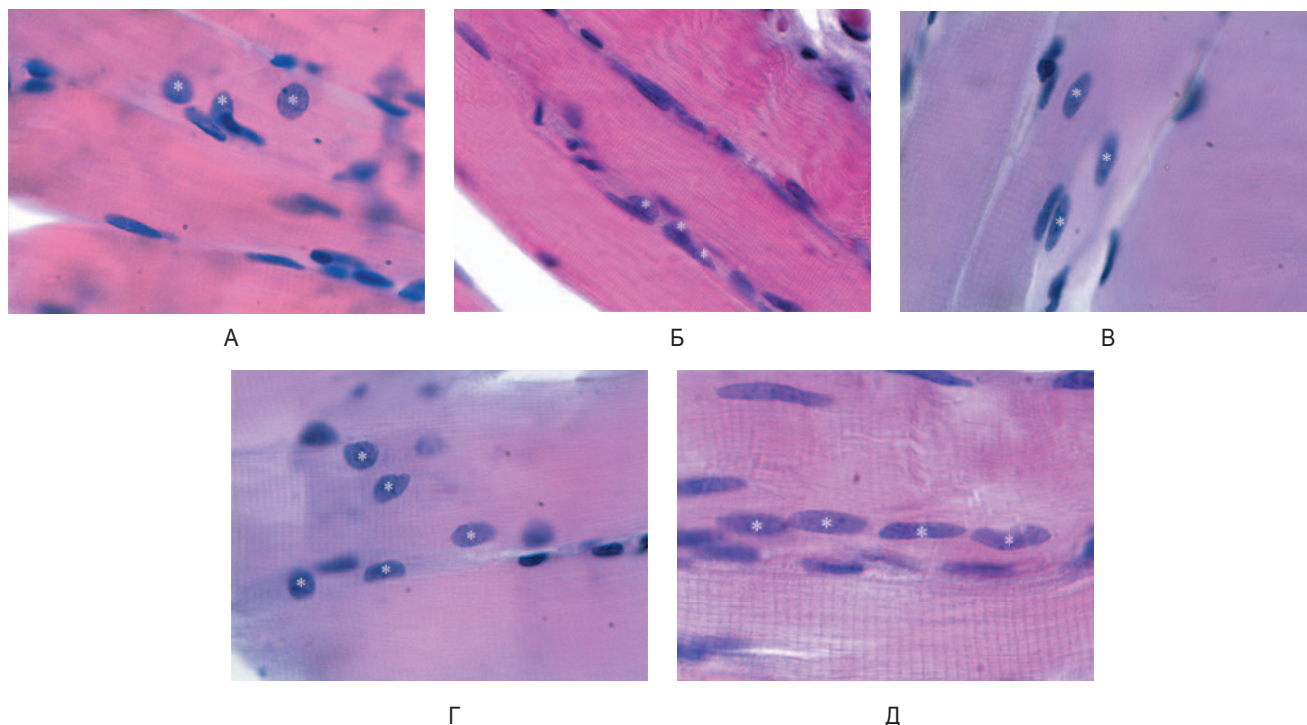


Рис. 1. Морфологическая картина *m. biceps femoris* в исследуемых группах. Миосателлиты (*) и собственные ядра мышечного волокна: А – 1-я группа, Б – 2-я группа, В – 3-я группа, Г – 4-я группа, Д – 5-я группа. Окраска – гематоксилин-эозин, увеличение – 1000, масляная иммерсия

Fig. 1. Morphological picture *m. biceps femoris* in study groups. Myosatellitocytes (*) and intrinsic nuclei of muscle fiber: А – Group 1, Б – Group 2, В – Group 3, Г – Group 4, Д – Group 5. Staining – hematoxylin-eosin. Magnification – 1000, oil immersion

а не только при силовых тренировках, как было показано ранее.

Сочетание регулярных тренировок принудительным плаванием и лазерного воздействия также привело к регенераторным изменениям двуглавой мышцы бедра, сочетавшим явления гиперплазии и гипертрофии, так как происходила пролиферация миосателлитов и перестройка имеющихся миоцитов. Известно, что эффекты лазерного воздействия могут быть связаны как с улучшением регионарной микроциркуляции и неоангиогенезом, что позволяет удовлетворять энергетические и кислородные запросы мышечной ткани в процессе тренировки, так и с воздействием на продукцию факторов роста, вызывающих митотические изменения в поющих клетках, таких как миосателлиты [13, 16, 20, 21]. Повышение содержания в мышечных тканях фактора роста сосудистого эндотелия и инсулиноподобного фактора роста связывают с успешно протекающими процессами адаптации к физическим нагрузкам [6, 8].

Комбинированное применение лазерного воздействия и приема ВСАА логично привело к объединению эффектов двух воздействий. Наши результаты показали, что в этой группе животных наблюдались самые высокие показатели количества миосателлитов и размеров их ядер. Сохранение пула зрелых мышечных клеток, увеличение поперечных размеров мышечного волокна и повышение количества сателлитов

на фоне нарастающей продолжительности тренировки можно расценивать как показатели завершенной адаптации к принудительному плаванию. Комбинация этих воздействий как поддерживала нутриентные и энергетические потребности клеток при физической нагрузке, так и обеспечивала адекватное кровоснабжение и пролиферативный ответ скелетной мышечной ткани.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инфракрасное лазерное воздействие в комбинации с приемом аминокислот с разветвленной боковой цепью эффективно стимулирует регенерацию, приводя к гипертрофии скелетной мышечной ткани, что обеспечивает физиологическую адаптацию при тренировочном процессе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ahtiainen J.P. Physiological and molecular adaptations to strength training. In: Concurrent Aerobic and Strength Training. Springer, Cham; 2019: 51–73. DOI: 10.1007/978-3-319-75547-2_5
2. Hawley J.A., Lundby C., Cotter J.D., Burke L.M. Maximizing cellular adaptation to endurance exercise in skeletal muscle. Cell Metab. 2018; 27 (5): 962–976. DOI: 10.1016/j.cmet.2018.04.014
3. Murach K.A., Dungan C.M., Peterson C.A., McCarthy J.J. Muscle fiber splitting is a physiological response to extreme loading in animals. Exerc Sport Sci Rev. 2019; 47 (2): 108–115. DOI: 10.1249/JES.0000000000000181

4. Murach K.A., Fry C.S., Kirby T.J., et al. Starring or supporting role? Satellite cells and skeletal muscle fiber size regulation. *Physiology (Bethesda)*. 2018; 33 (1): 26–38. DOI: 10.1152/physiol.00019.2017
5. Галлямутдинов Р.В., Астахова Л.В., Головнева Е.С., Серышева О.Ю. Влияние лазерного инфракрасного излучения на некоторые морфофункциональные показатели регенерирующей скелетной мышцы в возрастном аспекте. *Лазерная медицина*. 2020; 24 (2–3): 90–94. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-2-3-90-94
6. Klein D.J., McKeever K.H., Mirek E.T., Anthony T.G. Metabolomic response of equine skeletal muscle to acute fatiguing exercise and training. *Front Physiol*. 2020; 11: 110. DOI: 10.3389/fphys.2020.00110
7. Murach K.A., Fry C.S., Dupont-Versteegden E.E., et al. Fusion and beyond: Satellite cell contributions to loading-induced skeletal muscle adaptation. *FASEB J*. 2021; 35 (10): e21893. DOI: 10.1096/fj.202101096R
8. Perandini L.A., Chimin P., Lutkemeyer D.D.S., Câmara N.O.S. Chronic inflammation in skeletal muscle impairs satellite cells function during regeneration: Can physical exercise restore the satellite cell niche? *FEBS J*. 2018; 285 (11): 1973–1984. DOI: 10.1111/febs.14417
9. Tsukamoto S., Shibasaki A., Naka A., et al. Lactate promotes myoblast differentiation and myotube hypertrophy via a pathway involving MyoD *in vitro* and enhances muscle regeneration *in vivo*. *Int J Mol Sci*. 2018; 19 (11): 3649. DOI: 10.3390/ijms19113649
10. Вильчинская Н.А., Шенкман Б.С. Сателлитные клетки скелетных мышц в условиях гравитационной разгрузки. *Российский физиологический журнал им. ИМ Сеченова*. 2021; 107 (6–7): 717–729. DOI: 10.31857/S0869813921060145
11. Leal Junior E.C.P., Lopes-Martins R.A., Dalan F., et al. Effect of 655-nm low-level laser therapy on exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. *Photomed Laser Surg*. 2008; 26 (5): 419–424. DOI: 10.1089/pho.2007.2160
12. Machado A.F., Micheletti J.K., Vanderlei F.M., et al. Effect of low-level laser therapy (LLLT) and light-emitting diodes (LEDT) applied during combined training on performance and post-exercise recovery: Protocol for a randomized placebo-controlled trial. *Braz J Phys Ther*. 2017; 21 (4): 296–304. DOI: 10.1016/j.bjpt.2017.05.010
13. Patrocínio T., Sardim A.C., Assis L., et al. Effect of low-level laser therapy (808 nm) in skeletal muscle after resistance exercise training in rats. *Photomed Laser Surg*. 2013; 31 (10): 492–498. DOI: 10.1089/pho.2013.3540
14. Assis L., Yamashita F., Magri A.M.P., et al. Effect of low-level laser therapy (808 nm) on skeletal muscle after endurance exercise training in rats. *Braz J Phys Ther*. 2015; 19 (6): 457–465. DOI: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0113
15. Barbosa R., Marcolino A., Souza V., et al. Effect of low-level laser therapy and strength training protocol on hand grip by dynamometry. *J Lasers Med Sci*. 2017; 8 (3): 112–117. DOI: 10.15171/jlms.2017.20
16. Fedewa M.V., Spencer S.O., Williams T.D., et al. Effect of branched-chain amino acid supplementation on muscle soreness following exercise: A meta-analysis. *Int J Vitam Nutr Res*. 2019; 89 (5–6): 348–356. DOI: 10.1024/0300-9831/a000543
17. Fouré A., Bendahan D. Is branched-chain amino acids supplementation an efficient nutritional strategy to alleviate skeletal muscle damage? A systematic review. *Nutrients*. 2017; 9 (10): 1047. DOI: 10.3390/nu9101047
18. Shamim B., Hawley J.A., Camera D.M. Protein availability and satellite cell dynamics in skeletal muscle. *Sports Med*. 2018; 48 (6): 1329–1343. DOI: 10.1007/s40279-018-0883-7
19. Xu M., Kitaura Y., Ishikawa T., et al. Endurance performance and energy metabolism during exercise in mice with a muscle-specific defect in the control of branched-chain amino acid catabolism. *PLoS One*. 2017; 12 (7): e0180989. DOI: 10.1371/journal.pone.0180989
20. Baroni B.M., Rodrigues R., Freire B.B., et al. Effect of low-level laser therapy on muscle adaptation to knee extensor eccentric training. *Eur J Appl Physiol*. 2015; 115 (3): 639–647. DOI: 10.1007/s00421-014-3055-y
21. Ferraresi C., de Brito Oliveira T., de Oliveira Zafalon L., et al. Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. *Lasers Med Sci*. 2011; 26 (3): 349–358. DOI: 10.1007/s10103-010-0855-0

REFERENCES

1. Ahtiainen J.P. Physiological and molecular adaptations to strength training. In: *Concurrent Aerobic and Strength Training*. Springer, Cham; 2019: 51–73. DOI: 10.1007/978-3-319-75547-2_5
2. Hawley J.A., Lundby C., Cotter J.D., Burke L.M. Maximizing cellular adaptation to endurance exercise in skeletal muscle. *Cell Metab*. 2018; 27 (5): 962–976. DOI: 10.1016/j.cmet.2018.04.014
3. Murach K.A., Dungan C.M., Peterson C.A., McCarthy J.J. Muscle fiber splitting is a physiological response to extreme loading in animals. *Exerc Sport Sci Rev*. 2019; 47 (2): 108–115. DOI: 10.1249/JES.0000000000000181
4. Murach K.A., Fry C.S., Kirby T.J., et al. Starring or supporting role? Satellite cells and skeletal muscle fiber size regulation. *Physiology (Bethesda)*. 2018; 33 (1): 26–38. DOI: 10.1152/physiol.00019.2017
5. Gallyamutdinov R.V., Astakhova L.V., Golovneva E.S., Serysheva O.U. Effects of infrared laser radiation on qualitative and quantitative indices of a regenerating skeletal muscle in the age aspect. *Laser Medicine*. 2020; 24 (2–3): 90–94. (In Russ.). DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-2-3-90-94
6. Klein D.J., McKeever K.H., Mirek E.T., Anthony T.G. Metabolomic response of equine skeletal muscle to acute fatiguing exercise and training. *Front Physiol*. 2020; 11: 110. DOI: 10.3389/fphys.2020.00110
7. Murach K.A., Fry C.S., Dupont-Versteegden E.E., et al. Fusion and beyond: Satellite cell contributions to loading-induced skeletal muscle adaptation. *FASEB J*. 2021; 35 (10): e21893. DOI: 10.1096/fj.202101096R
8. Perandini L.A., Chimin P., Lutkemeyer D.D.S., Câmara N.O.S. Chronic inflammation in skeletal muscle impairs satellite cells function during regeneration: Can physical exercise restore the satellite cell niche? *FEBS J*. 2018; 285 (11): 1973–1984. DOI: 10.1111/febs.14417
9. Tsukamoto S., Shibasaki A., Naka A., et al. Lactate promotes myoblast differentiation and myotube hypertrophy via a pathway involving MyoD *in vitro* and enhances muscle regeneration

- tion in vivo. *Int J Mol Sci.* 2018; 19 (11): 3649. DOI: 10.3390/ijms19113649
10. Vilchinskaya N.A., Shenkman B.S. Myosatellite cells under gravitational unloading conditions. *Russian Journal of Physiology.* 2021; 107 (6-7): 717–729. DOI: 10.31857/S0869813921060145
 11. Leal Junior E.C.P., Lopes-Martins R.A., Dalan F., et al. Effect of 655-nm low-level laser therapy on exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. *Photomed Laser Surg.* 2008; 26 (5): 419–424. DOI: 10.1089/pho.2007.2160
 12. Machado A.F., Micheletti J.K., Vanderlei F.M., et al. Effect of low-level laser therapy (LLLT) and light-emitting diodes (LED) applied during combined training on performance and post-exercise recovery: Protocol for a randomized placebo-controlled trial. *Braz J Phys Ther.* 2017; 21 (4): 296–304. DOI: 10.1016/j.bjpt.2017.05.010
 13. Patrocínio T., Sardim A.C., Assis L., et al. Effect of low-level laser therapy (808 nm) in skeletal muscle after resistance exercise training in rats. *Photomed Laser Surg.* 2013; 31 (10): 492–498. DOI: 10.1089/pho.2013.3540
 14. Assis L., Yamashita F., Magri A.M.P., et al. Effect of low-level laser therapy (808 nm) on skeletal muscle after endurance exercise training in rats. *Braz J Phys Ther.* 2015; 19 (6): 457–465. DOI: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0113
 15. Barbosa R., Marcolino A., Souza V., et al. Effect of low-level laser therapy and strength training protocol on hand grip by dynamometry. *J Lasers Med Sci.* 2017; 8 (3): 112–117. DOI: 10.15171/jlms.2017.20
 16. Fedewa M.V., Spencer S.O., Williams T.D., et al. Effect of branched-chain amino acid supplementation on muscle soreness following exercise: A meta-analysis. *Int J Vitam Nutr Res.* 2019; 89 (5–6): 348–356. DOI: 10.1024/0300-9831/a000543
 17. Fouré A., Bendahan D. Is branched-chain amino acids supplementation an efficient nutritional strategy to alleviate skeletal muscle damage? A systematic review. *Nutrients.* 2017; 9 (10): 1047. DOI: 10.3390/nu9101047
 18. Shamim B., Hawley J.A., Camera D.M. Protein availability and satellite cell dynamics in skeletal muscle. *Sports Med.* 2018; 48 (6): 1329–1343. DOI: 10.1007/s40279-018-0883-7
 19. Xu M., Kitaura Y., Ishikawa T., et al. Endurance performance and energy metabolism during exercise in mice with a muscle-specific defect in the control of branched-chain amino acid catabolism. *PLoS One.* 2017; 12 (7): e0180989. DOI: 10.1371/journal.pone.0180989
 20. Baroni B.M., Rodrigues R., Freire B.B., et al. Effect of low-level laser therapy on muscle adaptation to knee extensor

eccentric training. *Eur J Appl Physiol.* 2015; 115 (3): 639–647. DOI: 10.1007/s00421-014-3055-y

21. Ferraresi C., de Brito Oliveira T., de Oliveira Zafalon L., et al. Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. *Lasers Med Sci.* 2011; 26 (3): 349–358. DOI: 10.1007/s10103-010-0855-0

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

Compliance with ethical principles

The Authors confirm that respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it is necessary and the rules of treatment of animals when they are used in the study.

Сведения об авторах

Галлямутдинов Ростислав Виноерович – научный сотрудник, ГБУЗ «Многопрофильный центр лазерной медицины»; e-mail: rkenpachi@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8994-570X>

Головнева Елена Станиславовна – доктор медицинских наук, доцент, заместитель директора по научно-исследовательской работе, ГБУЗ «Многопрофильный центр лазерной медицины»; профессор кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет Минздрава России»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6343-7563>

Ревель-Муроз Жан Александрович – доктор медицинских наук, директор, ГБУЗ «Многопрофильный центр лазерной медицины»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8227-1247>

Еловских Инна Владиславовна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры патологической анатомии, ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет Минздрава России»; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7505-2436>

Information about the authors

Rostislav Gallyamutdinov – Researcher, Multidisciplinary Center for Laser Medicine; e-mail: rkenpachi@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8994-570X>

Elena Golovneva – Dr. Sc. (Med.), Docent, Deputy Director, Multidisciplinary Center for Laser Medicine; Professor at the Department of Normal Physiology, Southern Ural State Medical University; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6343-7563>

Revel'-Muroz Zhan – Dr. Sc. (Med.), Director, Multidisciplinary Center for Laser Medicine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8227-1247>

Inna Elovskikh – Cand. Sc. (Med.), Associate Professor at the Department of Pathological Anatomy, Southern Ural State Medical University; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7505-2436>

УДК 615.849.19: 616-036.82

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-3-47-58

ВОЗМОЖНОСТИ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В РЕАБИЛИТАЦИОННО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОМ ЛЕЧЕНИИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ БОЛЬНЫХ

Ю.Ю. Горчак¹, Г.П. Генс¹, Э.Н. Праздников¹, М.Л. Стаханов², Д.Н. Решетов¹, Д.А. Хланта¹, В.Б. Князьков³, С.Э. Овчаров¹

¹ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России, Москва, Россия

²ЧУЗ «Центральная клиническая больница «РЖД-Медицина», Москва, Россия

³Клиника реабилитации в Хамовниках, Москва, Россия

Резюме

Несмотря на очевидные успехи в лечении онкологических больных и улучшение качества оказания медицинской помощи пациентам со злокачественными заболеваниями, остаются открытыми вопросы эффективности профилактики и лечения осложнений после хирургического вмешательства, химио- и радиотерапии, а также качества комплексной реабилитации пациентов. Одним из возможных способов решения этих вопросов является применение низкоинтенсивного лазерного излучения.

Лазерная терапия в России успешно применяется во многих областях современной клинической медицины более 50 лет, развиваясь и совершенствуясь. Основными преимуществами лазерной терапии являются простота, комфорт и безопасность для пациента, а также низкая стоимость метода.

Широкое использование низкоинтенсивного лазерного излучения имеет экспериментальное и клиническое обоснование. Знание принципов дозирования, методических особенностей проведения процедур, оправданность назначения и четкое соблюдение показаний и противопоказаний к назначению лазерной терапии способны обеспечить высокую эффективность данного метода.

Ключевые слова: онкология, лазерное излучение, лазерная терапия, качество жизни, радикальное лечение, реабилитация, профилактика

Для цитирования: Горчак Ю.Ю., Генс Г.П., Праздников Э.Н., Стаханов М.Л., Решетов Д.Н., Хланта Д.А., Князьков В.Б., Овчаров С.Э. Возможности низкоинтенсивного лазерного излучения в реабилитационно-восстановительном лечении онкологических больных. *Лазерная медицина*. 2021; 25(3): 47–58. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-47-58>

Контакты: Хланта Д.А., e-mail: daianakhlanta@gmail.com

LOW-LEVEL LASER LIGHT IN THE REHABILITATION OF CANCER PATIENTS

Gorchak Yu.Yu.¹, Guens G.P.¹, Prazdnikov E.N.¹, Stakhanov M.L.², Reshetov D.N.¹, Khlanta D.A.¹, Knyazkov V.B.³, Ovcharov S.E.¹

¹A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Moscow, Russia

²N.A. Semashko Central Clinical Hospital No 2 of Russian Railway Company, Moscow, Russia

³Rehabilitation Clinic in Khamovniki, Moscow, Russia

Abstract

Despite of an obvious success in the management of cancer patients and in the quality of medical care for them, however there are still open questions on the effectiveness of prevention and treatment of complications after surgery, chemotherapy, and radiotherapy, as well as on the quality of comprehensive rehabilitation of such patients. One of the possible ways to solve these issues is low-level laser therapy.

Laser therapy in Russia has been successfully used in many areas of modern clinical medicine for more than 50 years; it is still developing and improving. Main advantages of laser therapy are simplicity, comfort, and safety for patients, as well as low costs.

The widespread use of low-level laser light has experimental and clinical justification. Awareness in principles of dosing, methodological features of laser procedures, justified prescription and strict compliance with indications and contraindications can ensure high effectiveness of the discussed therapy in oncologic patients.

Key words: oncology, laser light, laser therapy, quality of life, radical treatment, rehabilitation, prevention

For citations: Gorchak Yu.Yu., Guens G.P., Prazdnikov E.N., Stakhanov M.L., Reshetov D.N., Khlanta D.A., Knyazkov V.B., Ovcharov S.E. Low-level laser light in the rehabilitation of cancer patients. *Lazernaya medicina*. 2021; 25(3): 47–58. [In Russ.]. <https://doi.org/10.37895/2071-8004-2021-25-3-47-58>

Contacts: Khlanta D.A., e-mail: daianakhlanta@gmail.com

История применения светотерапии уходит своими корнями далеко в глубину веков, когда солнце было первым и единственным источником света, применяемым древними врачами, как с лечебной, так и с профилактической целью. Первым врачом, описавшим гелиотерапию, был Гиппократ (460–370 гг. до н. э.). Особой популярностью этот метод пользовался у древних греков и римлян, для которых необходимой частью терм был зал для гелиотерапии – солярий (solarium). Первым научным исследованием, вышедшим в свет в конце XVIII в. и посвященным применению энергии светового излучения, была работа Бертрана (Bertrand). В опубликованном в 1799 г. в Париже труде «К вопросу о влиянии света на организм, атмосферу и различные химические тела» он попытался дать научное объяснение действия света на организм человека.

В работе «Руководство для устройства и применения всех видов ванн и лечебных вод, употребляемых здоровыми и больными», опубликованной в 1816 г. И.В. Деберейнером (Doebereiner), проведена научная оценка воздействия света на состояние человека. Анализируя действие света, И.В. Деберейнер продемонстрировал влияние тепла и светового воздействия на организм человека, чем заложил теоретические основы термо- и хромотерапии [1].

К концу второй половины XIX – началу XX вв., на альпийских курортах Австрии, Франции и Швейцарии стали создаваться клиники для гелиотерапии больных с длительно незаживающими ранами [2–5]. О биологическом действии энергии солнечных лучей уже был накоплен значительный материал, позволивший научно обосновать применение метода светолечения. В 1890-х гг. датский ученый Н.Р. Финзен опубликовал серию работ, посвященных применению светового излучения красного и ультрафиолетового диапазонов для лечения больных оспой и туберкулезом кожи, за что в 1903 г. ему была присуждена Нобелевская премия по физиологии и медицине.

Изобретение лазера в 1960 г. [6] придало новый импульс для медицинского применения света. В настоящее время различные виды лазерного излучения нашли применение в диагностике, хирургическом и терапевтическом лечении широкого спектра заболеваний, включая злокачественные новообразования. В последние десятилетия, с появлением новых источников монохроматического светового излучения, диапазон клинического применения терапевтических методов лечения значительно расширился [7–10]. Для лечения больных используют как низкоинтенсивное лазерное, так и монохроматическое некогерентное световое излучение.

Клиническое применение лазерного излучения сформировалось в самостоятельную дисциплину к концу XX в., объединив в себе как достижения в области создания новых источников излучения, так и разработку методов лазерного лечения и диагностики. В настоящее время нет ни одной области

клинической медицины, где применение лазерного излучения не оказало бы существенного вклада в повышение эффективности применяемых методов лечения и последующей полноценной реабилитации пациентов. В равной мере это справедливо и для лечения больных злокачественными новообразованиями, которое не может и не должно ограничиваться решением только специальных онкологических вопросов. Реабилитационные мероприятия у онкологических больных должны начинаться с момента постановки диагноза и продолжаться всю их последующую жизнь.

При выполнении хирургического вмешательства у больных опухолями головы и шеи и/или лучевой терапии у онкологических больных повреждаются многочисленные нервы, кровеносные и лимфатические сосуды, что приводит к развитию функциональных расстройств травмированных анатомических образований.

Выполнение стандартных оперативных вмешательств, таких как фасциально-фулярное иссечение клетчатки шеи, паратрахеальная лимфодиссекция или операция Крайла, предполагают отсеperationку кожных лоскутов, практически не оставляя на них подкожной жировой клетчатки, что неизбежно нарушает микроциркуляцию в них и приводит к трофическим расстройствам. Это в свою очередь нередко приводит к развитию гнойно-некротических и деструктивных процессов. Удаление клетчатки шеи вместе с находящимися в ней лимфатическими узлами и сосудами невозможно без пересечения значительного количества мелких нервов, что ведет к нарушению иннервации не только тканей шеи, но и плечевого пояса и верхней конечности с соответствующей стороны. Нервы, не поврежденные механически, теряют свою функциональную способность за счет их сдавления рубцами, формирующимися в тканях в послеоперационном периоде. Как отмечает Л.С. Круглова с соавт. [11], через 3–6 месяцев после выполненной ларингэктомии и иссечения шейной клетчатки у 100 % больных наблюдается выраженное ограничение движений в плечевом суставе на стороне операции.

Нарушение иннервации обуславливает продолжительный сосудистый спазм, что в свою очередь способствует развитию воспалительно-тромботических осложнений. Повышенный тонус артерий и вен значительно затрудняет кровоток в сосудах плечевого пояса и верхней конечности, в еще большей степени нарушая микро-, и макроциркуляцию не только крови, но и лимфы [12, 13]. Нарушения лимфооттока обуславливают лимфорею и лимфедему.

Лучевая терапия, которая применяется у 70 % онкологических больных, имеет не менее существенное значение в развитии функциональных и органических нарушений. Любые варианты ее применения вызывают формирование постлучевого фиброза тканей, что неизбежно усугубляет расстройства микро- и макроциркуляции крови и лимфы и иннервации тканей,

возникшие в результате хирургической агрессии [14–17].

Выраженность морфологических и функциональных изменений зависит от способа облучения и индивидуальной чувствительности тканей больного к ионизирующему излучению. Однако почти у всех больных опухолями головы и шеи в послеоперационном периоде наблюдается ограничение амплитуды как активных, так и пассивных движений в суставах плечевого пояса [17, 18], что делает очевидной теснейшую взаимосвязь всех сосудистых и неврологических нарушений, возникающих в ответ на операционную и/или лучевую травму у больных, радикально леченых по поводу злокачественных опухолей головы и шеи, и развитием различных функционально-органических расстройств тканей шеи, плечевого пояса и верхней конечности на стороне оперативного вмешательства.

Все более возрастающий интерес практикующих врачей к методам лазеротерапии во многом обусловлен простотой, эффективностью, а также возможностью сочетанного применения с традиционными методами восстановительного лечения.

Низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ), воздействуя не только на ткани области патологического очага, но и на организм в целом, нормализует в них микроциркуляцию и восстанавливает адекватную иннервацию сосудов, а также оказывает положительное влияние на клеточный метаболизм и функциональную активность клеток, нормализуя течение репаративных процессов. При этом наблюдается противовоспалительное, анальгезирующее, иммуностимулирующее и иммуномодулирующее действие, а также восстановление функциональной активности тканей и органов [19–26].

К настоящему времени природа фотобиологического эффекта в организме человека представляется как многоступенчатый процесс: от поглощения квантов света, через первичные фотофизические и/или фотохимические реакции, промежуточные стадии, включающие образование фотосенсибилизированных продуктов и перенос энергии лазерного излучения в ткани с образованием физиологически активных соединений, включающих нейрогуморальные реакции. При этом воздействие НИЛИ носит триггерный характер и активирует сигнальные механизмы его усиления на различных уровнях, нормализуя течение метаболических процессов, снижая гипоксию тканей и увеличивая их регенераторный потенциал, обуславливая увеличение адаптивных возможностей. Ответом на низкоинтенсивное лазерное воздействие является интегральная системная реакция на всех уровнях организма, от клеточного до саморегулирующихся систем [27–30]. В качестве компонента комплексного реабилитационно-восстановительного лечения лазеротерапия нашла применение в различных областях клинической медицины [31–41].

К настоящему времени созданы матричные излучатели различных геометрических форм

для осуществления воздействия на ткани различных анатомических областей тела человека. Эти системы уже с успехом применялись при лечении больных с гнойно-некротическими и длительно незаживающими ранами [42], с неврологической патологией [43], кожными заболеваниями [44], диабетической стопой [45], в травматологической практике [46], в педиатрии [47–49], в кардиологии [50].

По данным целого ряда исследований [51–54] установлено, что эффект, аналогичный эффекту действия НИЛИ наблюдается при применении некогерентного монохроматического света, излучаемого узкополосными светодиодами, скомпонованными в матричные излучатели. Известно, что по мере проникновения вглубь биологической ткани когерентность и поляризация лазерного излучения сохраняется лишь до глубины 200–300 мкм, а далее эти свойства светового излучения исчезают, а эффекты, отмечаемые при лазеротерапии, обусловлены действием монохроматического, но неполяризованного и некогерентного света.

Результатами большого количества экспериментальных и клинических исследований было доказано отсутствие онкогенного действия лазерного излучения [55–60]. Безопасность применения низкоинтенсивного лазерного излучения для онкологических больных продемонстрирована и в работах зарубежных исследователей [61–63].

Опубликованные результаты экспериментальных и клинических исследований убедительно демонстрируют эффективность лазеротерапии, применяемой не только в комплексе с другими традиционными методами восстановительного лечения, но и в качестве самостоятельного метода.

Воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением способствует восстановлению баланса различных функций и процессов, протекающих во всех структурах организации организма. В таблице 1 представлены наиболее характерные нарушения, выявленные у больных, перенесших хирургическое и/или лучевое лечение, и описанные в отечественной и зарубежной медицинской литературе результаты действия низкоинтенсивного лазерного излучения.

Отдельно следует отметить, что применение лазеротерапии возможно только при отсутствии объективных признаков прогрессирования опухолевого процесса, которое является абсолютным противопоказанием к использованию НИЛИ.

Положительное влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на организм человека было успешно подтверждено результатами целого ряда экспериментальных и клинических исследований. Еще в конце XX в. В.А. Кольцов с соавт. [64], П.И. Толстых с соавт. [65] установили адаптивный механизм характера изменений в организме больного, наступающих в результате воздействия низкоэнергетического лазерного излучения.

Таблица 1

Характерные нарушения, возникающие у больных после хирургического и/или лучевого лечения и результаты действия низкоинтенсивного лазерного излучения красного ($\lambda = 660$ нм) и инфракрасного ($\lambda = 890$ нм) диапазонов

Table 1

Characteristic disorders that occur in patients after surgical and/or radiation treatment and the results of low-intensity laser radiation of the red ($\lambda = 660$ nm) and infrared ($\lambda = 890$ nm) ranges

Характерные нарушения, обусловленные хирургическим и/или лучевым лечением <i>Typical complications caused by surgical and/or radiation treatment</i>	Результат воздействия НИЛИ длиной волны 660 нм и 890 нм <i>Outcomes after low-level laser irradiation with wavelength 660 nm and 890 nm</i>
Воспаление мягких тканей в области операционной раны или зоны облучения <i>Inflammation of soft tissues in the area of surgical wound or irradiation zone</i>	Уменьшение длительности течения фаз воспалительного процесса (сокращение времени течения экссудативной фазы воспаления) <i>Shorter inflammatory phases (shorter the exudative phase of inflammation)</i>
Замедление репаративных процессов в тканях операционной раны при проведении курса предоперационной лучевой терапии <i>Slower reparative processes in surgical wound tissues after preoperative radiation therapy</i>	Стимуляция репаративных процессов, ускорение заживления раны <i>Stimulation of reparative processes, accelerated wound healing</i>
Нарушение иннервации при пересечении нервов в процессе операции, повреждение нервов ионизирующим излучением при лучевой терапии, сдавление нервов отеками тканей, трофические расстройства нервной ткани <i>Impaired innervation at the nerve dissection during surgery, nerve damage by ionizing radiation during radiation therapy, compression of nerves by edematous tissues, trophic disorders of nervous tissue</i>	Альгезирующий эффект, стимуляция репарации биологической ткани, в том числе и нервной, улучшение трофики, нормализация процессов клеточного и тканевого обмена, нормализация функции нервов <i>Analgesic effect, stimulation of biological tissue repair, including nervous tissue; trophic improvement, normalization of cellular and tissue metabolism, normalization of nerve function</i>
Недостаточность коллатерального крово- и лимфооттока <i>Insufficient collateral blood and lymph outflow</i>	Стимуляция образования новых капилляров и лимфовенозных анастомозов. <i>Stimulation of the formation of new capillaries and lympho-venous anastomoses</i>
Нарушение микроциркуляции крови и лимфы <i>Damaged blood and lymph microcirculation</i>	Нормализация микроциркуляции <i>Normalization of microcirculation</i>
Постлучевой и посттравматический (послеоперационный) фиброз тканей <i>Post-radiation and post-traumatic (postoperative) tissue fibrosis</i>	Стимуляция образования грануляционной ткани с формированием эластичного рубца <i>Stimulation of granulation tissue formation with elastic scars</i>
Расстройства регулирующей функции центральной нервной системы <i>Disorders in CNS regulatory function</i>	Нормализация функции ЦНС <i>Normalization of CNS function</i>
Общее ухудшение состояния больного, нарушение кровообращения в организме больного в целом <i>General deterioration of patient's condition, circulatory disorders in the patient's body</i>	Улучшение общего состояния больного, нормализация общего кровообращения, в том числе и мозгового <i>Improvement of patient's general condition, normalization of general blood circulation, including cerebral one</i>

Так, результатами исследований, проведенных В.И. Карандашовым с соавт. [66–68], В.В. Мараевым с соавт. [69, 70], А.В. Гавриленко с соавт. [71], продемонстрировано улучшение реологических свойств крови, определяющих усиление кровотока как в магистральных сосудах, так и в системе микроциркуляции, под действием низкоинтенсивного лазерного излучения длиной волны 450 нм и 890 нм. Отмечено положительное влияние используемых видов лазерного излучения на фагоцитарную активность клеток крови, стимуляцию ангиогенеза и течение воспалительной реакции в тканях длительно незаживающих язв и ран различного генеза.

Мусаев М.М. [72], применяя низкоинтенсивное лазерное излучение длиной волны 890 нм в комплексном лечении больных трофическими язвами, установил, что лазеротерапия способствует восстановлению структуры и функции артериол и прекапилляров, а также нормализации артериоло-венозных взаимоотношений, что в свою очередь обеспечивает ускорение образования и созревание грануляционной ткани и эпителизации язв в 2,1 раза по сравнению с традиционным методом лечения.

В процессе собственного исследования Т.М. Брук с соавт. [22] пришли к выводу, что действие низкоинтенсивного лазерного излучения длиной волны 890 нм

снижает тонус сосудов микроциркуляторного русла и одновременно с этим усиливает скорость кровотока по ним.

Притыко Д.А. с соавт. [58], применяя низкоинтенсивное лазерное излучение длиной волны 635 нм и 890 нм в лечении больных оральным мукозитом после химиотерапии, отметили выраженный анальгетический и репаративный эффект. Уже после 1-го сеанса лазеротерапии авторами было отмечено исчезновение жалоб у пациента, а после 4-го сеанса зарегистрирована полная регрессия клинических проявлений в виде заживления язвенного дефекта и восстановления структуры слизистой оболочки полости рта.

Машалов А.А. с соавт. [73] представили результаты успешного применения низкоинтенсивного лазерного излучения длиной волны 560–600, 633–635, 850–890 и 1264 нм, соответствующей полосам поглощения молекулярного кислорода, (светокислородный эффект) у 600 онкологических больных, как взрослых, так и детей, получавших химиолучевое лечение. В 99 % наблюдений авторы отметили положительный клинический эффект, обеспечивающий непрерывность курса лучевой терапии и свидетельствующий о радиопротекторном действии светокислородной терапии.

Чунихин А.А. с соавт. [74] на примере моделированного пародонтита у экспериментальных животных, используя лазерное излучение длиной волны 1265 нм, выявили ускорение репарации и васкуляризации тканей пародонта, что было подтверждено результатами морфологического исследования.

Результаты экспериментального исследования *in vivo*, проведенного А.М. Володченко с соавт. [75] на модели спинального инсульта, продемонстрировали, что использование для коррекции ишемических нарушений диодного лазерного излучения длиной волны 980 нм способствует увеличению количества нормальных нейронов, усилению микроциркуляции, повышению активности различных клеточных элементов, включая эндотелиоциты сосудов, что приводит к активации ангиогенеза с образованием нового кровеносного русла.

Kilík R. et al. [24] в своем исследовании изучали влияние низкоинтенсивного лазерного излучения длиной волны 635 нм на заживление ран у здоровых крыс и у крыс в условиях искусственно созданного диабета. Хронические раны, характеризующиеся длительным рецидивирующим течением, характерны для многих заболеваний, в том числе они нередко являются осложнением сахарного диабета. В результате исследования авторы пришли к выводу, что низкоинтенсивное лазерное излучение защищает от чрезмерной воспалительной реакции тканей, стимулирует васкуляризацию и формирование коллагеновых волокон.

В исследованиях *in vitro* Г.Е. Брилли с соавт. [76] и М. Grinholc [77] продемонстрирован феномен подавления роста метициллин-чувствительного

и метициллин-резистентного штаммов золотистого стафилококка светом низкоинтенсивного красного лазера длиной волны 660 нм, что выражалось в торможении скорости роста и уменьшения количества образующихся колоний.

Батырова М.Е. с соавт. [19], изучая показатели цитокинового профиля у больных с экссудативным плевритом различной этиологии, отметили, что под действием внутривенного облучения крови низкоинтенсивным лазерным излучением длиной волны 635 нм устраняется дисбаланс соотношения про- и противовоспалительных (интерлейкин-4) и провоспалительных (интерлейкин-1 β , фактор некроза опухоли- α) цитокинов за счет достоверного снижения содержания последних, что может являться подтверждением противовоспалительного действия лазерного излучения.

Beckmann K.H. et al. [25] опубликовали обзор литературы, в котором проанализированы 22 публикации, посвященные различным аспектам изучения и применения низкоинтенсивного лазерного излучения: 8 из них по изучению влияния *in vitro*, 6 экспериментальных исследований *in vivo* и 8 клинических исследований. Результаты экспериментов *in vitro* и *in vivo* свидетельствовали о клеточной миграции, пролиферации фибробластов, быстрых сроках эпителизации и организации соединительной ткани, васкуляризации и противовоспалительном действии за счет ингибирования простагландинов, и цитокинов, а также за счет прямого антибактериального действия посредством активации активных форм кислорода. В большинстве клинических наблюдений отмечен положительный эффект низкоинтенсивного лазерного излучения в лечении больных с диабетической стопой.

Мы проанализировали наиболее актуальные с нашей точки зрения работы, посвященные влиянию лазеротерапии на выраженность болевого синдрома, процессы заживления язв и васкуляризацию тканей – те эффекты, которые являются наиболее важными в лечении больных с послеоперационными нарушениями и поздними лучевыми повреждениями тканей и органов.

Применение лазеротерапии в клинической практике в СССР началось с 1972 г., когда приказом Министерства здравоохранения было разрешено применение низкоинтенсивного лазерного излучения, генерируемого гелий-неоновым лазером [78]. В настоящее время использование терапии низкоинтенсивным лазерным излучением регламентируется приказами Министерства здравоохранения РФ №№ 227 и 228 от 23.11.2004, и приказом № 197 от 27.03.2006, а также Клиническими рекомендациями, утвержденными на XIII Международном конгрессе «Реабилитация и санаторно-курортное лечение» (Москва, 24 сентября 2015 г., протокол № 1) и разрешено к применению как метод физиотерапии, в том числе и в акушерской практике.

Лазеротерапия неврологических, стоматологических, дерматологических больных применяется

в клиниках стран Америки, Европы и Азии. Главный неразрешенный вопрос для поддержки клинического использования низкоинтенсивного лазерного излучения, с точки зрения американских регуляторов, наблюдается в отсутствии однозначной достаточной доказательной базы, что, по мнению специалистов Управления по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов США (FDA), в настоящее время ограничивает клиническое применение лазеротерапии в США.

Методы лазерной профилактики позволяют предотвращать возникновение осложнений оперативного вмешательства, химио- и радиотерапии, что значительно повышает качество жизни пациентов, позволяет не прерывать курс лечения и получать в итоге существенно лучшие результаты. При лечении пациентов с возникшими осложнениями лазеротерапия демонстрирует высокую эффективность, а также является незаменимым методом на этапе реабилитации. Высокая эффективность и безопасность лазеротерапии позволила включить метод в Федеральный проект «Борьба с онкологическими заболеваниями» (Приказ Минздрава России № 56н от 12 февраля 2019 г.) [79, 80].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной целью работы онкологов является повышение эффективности лечения, увеличение продолжительности жизни пациентов и улучшение ее качества. На фоне успехов в развитии методов лечения онкологических заболеваний, вопросы повышения эффективности профилактических и реабилитационных мероприятий многие годы оставались нерешенными.

В последние годы наметилась тенденция к более широкому использованию физических факторов, как в лечении опухолевой патологии, так и реабилитации больных в различные сроки после операции.

До настоящего времени некоторые механизмы взаимодействия лазерного излучения с организмом человека еще не полностью раскрыты. Однако анализ многолетних собственных наблюдений и представленных в литературе результатов применения низкоинтенсивного лазерного излучения в качестве основного фактора реабилитационно-восстановительного лечения больных, перенесших хирургическое и/или лучевое лечение по поводу онкологического заболевания, позволяет сделать вывод, что при правильном выборе параметров лазерного излучения его применение безопасно и эффективно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаусман В., Фолк Р. Руководство по светолечению. Пер. с нем. Э.Б. Соловейчика, под ред. С.А. Бруштейна. М.: Л.: Гос. мед. изд-во; 1929: 394.
2. Bernhard O. Heliotherapie im Hochgebirge. Stuttgart, 1912.
3. Bernhard O. Sonnenlichtbehandlung In der Chirurgie. Stuttgart, 1923.
4. Rollier A. Die Heliotherapie der Tuberkulose. Bern, 1913.
5. Ролье А. Лечение солнцем хирургического туберкулеза. Петроград, 1923.
6. Maiman T.H. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature*. 1960; 187 (4736): 493–494.
7. Абдуллаева С.А., Ешиев А.М. Применение светодиодного излучения с длиной волны 450 нм (синий цвет) в комплексном лечении больных с флегмонами дна полости рта. *Новые задачи современной медицины: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, декабрь 2014 г.)*. СПб.: Заневская площадь; 2014: 27–29.
8. Горчак Ю.Ю., Стаханов М.Л., Генс Г.П. и др. Низкоинтенсивное лазерное излучение в комплексной терапии больных с лучевыми повреждениями прямой кишки и мочевого пузыря. *Лазерная медицина*. 2018; 22 (1): 24–33. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-1-24-33
9. Байбеков А.М., Карташев В.П., Пулатов Д.Т., Бутаев А.Х. Опыт использования светодиодного излучения в хирургии и других разделах медицины. *В мире научных открытий*. 2017; 9 (2): 54–69. DOI: 10.12731/wsd-2017-2-54-69
10. Губарев А.Ф. Некогерентные источники света для медицинских применений. Лекция. Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та; 2017: 79.
11. Крулова Л.С., Шатохина Е.А. Использование физиотерапевтических методов в реабилитации больных с онкологической патологией. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2016; 15 (2): 97–101. DOI: 10.18821/1681-3456-2016-15-2-97-101
12. Вальдман В.А. Сосудистый тонус. Лимфатический, капиллярный, венозный. Л.: Медицина; 1960: 295.
13. Горчак Ю.Ю., Стаханов М.Л., Генс Г.П. и др. Низкоинтенсивное лазерное излучение в коррекции послеоперационных гемодинамических и реологических нарушений после хирургического вмешательства по поводу опухолей головы и шеи. *Сибирский онкологический журнал*. 2020; 19 (5): 28–34. DOI: 10.21294/1814-4861-2020-19-5-28-34
14. Раджабова З.А., Котов М.А., Митрофанов А.С. и др. Хирургическое лечение рака гортаноглотки: обзор литературы. *Опухоли головы и шеи*. 2019; 9 (2): 35–42. DOI: 10.17650/2222-1468-2019-9-2-35-42
15. *Терапевтическая радиология: национальное руководство*. Под ред. А.Д. Каприна, Ю.С. Мардынского. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2018: 704.
16. Сикорский Д.В., Подвязников С.О., Володин А.Н. и др. Послеоперационные осложнения в комбинированном лечении местно-распространенного и рецидивного орофарингеального рака. *Опухоли головы и шеи*. 2014; 3: 40–46.
17. Канищева Н.В., Сикорский Д.В., Скамницкий К.В. и др. Послеоперационная конформная лучевая терапия в лечении местно-распространенного плоскоклеточного орофарингеального рака. *Опухоли головы и шеи*. 2019; 9 (1): 74–78. DOI: 10.17650/2222-1468-2019-9-1-74-78
18. Романов И.С., Ширяев С.В., Вишневская Я.В. Преимущества биопсии «сторожевого» лимфатического узла перед фасциально-футлярным иссечением клетчатки шеи (обзор литературы). *Опухоли головы и шеи*. 2014; 2: 41–45. DOI: 10.17650/2222-1468-2014-0-2-41-45
19. Батырова М.Е., Гиреева Е.Ю., Исеева Т.И., Бурдули Н.М. Динамика некоторых показателей цитокинового профи-

- ля при экссудативном плеврите различной этиологии под воздействием внутривенного лазерного облучения крови (промежуточные результаты). *Лазерная медицина*. 2017; 21 (2): 28–30.
20. Дерюгина А.В., Сидей К.Р., Иващенко М.Н. и др. Лейкоцитарная формула крови при действии низкоинтенсивного лазерного излучения на фоне моделированного стресса. *Лазерная медицина*. 2017; 21 (4): 46–49.
21. Брук Т.М., Косорыгина К.Ю. Моделирующее влияние НИЛИ на энергетический обмен ЦНС при выполнении специфической физической нагрузки спортсменов-игровиков. *Лазерная медицина*. 2018; 22 (2): 22–24. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-2-22-24
22. Брук Т.М., Литвин Ф.Б., Молотков О.В. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на систему микроциркуляции у футболистов в зависимости от типа вегетативной регуляции сердечного ритма. *Лазерная медицина*. 2018; 23 (3): 9–14. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-3-9-14
23. Beckmann K.H., Meyer-Hamme G., Schröder S. Low level laser therapy for the treatment of diabetic foot ulcers: A critical survey. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2014; 2014: 626127. DOI: 10.1155/2014/626127
24. Kilík R., Lakyová L., Sabo J., et al. Effect of equal daily doses achieved by different power densities of low-level laser therapy at 635 nm on open skin wound healing in normal and diabetic rats. *Biomed Res Int*. 2014; 2014: 269253. DOI: 10.1155/2014/269253
25. Ошурко В.Б. Химическое и биологическое действие лазерного излучения: Учебное пособие. М.: МИФИ; 2008: 160.
26. Шахно Е.А. Физические основы применения лазеров в медицине. СПб.: НИУ ИТМО; 2012: 129.
27. Абдрахманова А.И., Амиров Н.Б. Современные представления о механизмах лазерного воздействия. *Вестник современной клинической медицины*. 2015; 8 (5): 7–12.
28. Павлов С.Е., Павлова Т.Н., Асеев В.В. Механизмы действия низкоэнергетического лазерного излучения на организм человека и результаты экспериментов по исследованию возможности повышения работоспособности атлетов. *Детский тренер*. 2012; 4: 69–82.
29. Москвин С.В. Механизмы терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ). В кн.: С.В. Москвин, Т.А. Федорова, Т.С. Фотеева Плазмаферез и лазерное освечение крови. М. – Тверь: ООО «Издательство «Триада»; 2018: 7–23.
30. Герловин И.Л. Основы единой теории всех взаимодействий в веществе. Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отделение; 1990: 423.
31. Гизингер О.А., Зиганшин О.Р., Баранов А.В. и др. Клиническая эффективность комплексной терапии рецидивирующего генитального герпеса с использованием внутрисосудистого лазерного облучения крови. *Лазерная медицина*. 2018; 22 (2): 5–9. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-2-5-9
32. Гизингер О.А., Карандашов В.И., Зиганшин О.Р. и др. Клинико-иммунологическая эффективность применения локального лазерного излучения низкой интенсивности с длиной волны 635 нм в терапии кандидозного поражения слизистых оболочек мочеполовой системы. *Лазерная медицина*. 2019; 23 (1): 6–12. DOI: 10.37895/2071-8004-2019-23-1-6-12
33. Власов А.П., Чигакова И.А., Кузнецов В.С. и др. Эффективность лазеротерапии в коррекции печеночной энцефалопатии в зависимости от тяжести механической желтухи панкреатогенного происхождения. *Лазерная медицина*. 2019; 23 (2): 12–16. DOI: 10.37895/2071-8004-2019-23-2-12-17
34. Власов А.П., Шейранов Н.С., Маркин О.В. и др. Лазерная терапия в коррекции функционального статуса печени при тяжелой механической желтухе панкреатогенного происхождения. *Лазерная медицина*. 2019; 23 (3): 15–20. DOI: 10.37895/2071-8004-2019-23-3-15-20
35. Данилин Н.А., Баранов А.В., Курдяев И.В., Абдулаева С.В. Консервативное лечение келоидных и гипертрофических рубцов с использованием низкоэнергетических лазеров. *Лазерная медицина*. 2018; 22 (3): 20–24. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-3-20-25
36. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Лазерный свет – можно ли им навредить? (обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий*. 2016; 23 (3): 265–283. DOI: 10.12737/21772
37. Разина И.Н., Ломиашвили Л.М., Недосеко В.Б. Нехирургические методы лечения осложнений дентальной имплантации. Перспективы применения инфракрасного лазерного излучения при лечении мукозита и периимплантита. *Лазерная медицина*. 2020; 24 (1): 49–56. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-49-56
38. Смолина Г.Р., Москвин С.В. Преимущества красного матричного импульсного лазера в комплексном лечении женщин, больных хроническим эндометритом. *Лазерная медицина*. 2015; 19 (2): 17–23.
39. Фазылова Ю.В., Мусин И.Т. Применение диодных лазеров при лечении воспалительных заболеваний пародонта. *Молодой ученый*. 2016; 2 (106): 402–406.
40. Dalessandro A., Shiffman H., Steven R., et al. Periodontal tissue regeneration. *Laser*. 2018; 1: 20–22.
41. Mikami R., Mizutani K., Aoki A., et al. Low-level ultrahigh-frequency and ultrashort-pulse blue laser irradiation enhances osteoblast extracellular calcification by upregulated proliferation and differentiation via transient receptor potential vanilloid 1. *Lasers Surg Med*. 2018; 50 (4): 340–352. DOI: 10.1002/lsm.22775
42. Моторина И.Г., Расулов М.М., Гукасов В.М., Мякинкова А.Л. Эффективность фототерапии при лечении длительно незаживающих ран. *Инноватика и экспертиза*. 2017; 2 (20): 225–234.
43. Вельшер Л.З., Стаханов М.Л., Савин А.А., Шихеримов Р.К. Фототерапия в реабилитации больных, перенесших радикальное лечение по поводу рака молочной железы. *Лазерная медицина*. 2016; 20 (3): 59.
44. Решетникова Е.М., Утц С.Р., Слесаренко Н.А. Фототерапия в комплексном лечении больных красным плоским лишаем. *Саратовский научно-медицинский журнал*. 2013; 9 (3): 530–533.
45. Рундо А.И., Косинец В.А. Применение комбинированной фототерапии в комплексном лечении пациентов с осложнениями синдрома диабетической стопы. *Новости хирургии*. 2016; 24 (2): 131–137. DOI: 10.18484/2305-0047.2016.2.131
46. Буркин И.А., Конева О.М., Симонова О.И. Поляризованный свет в восстановительном лечении детей с травма-

- тическими повреждениями. *Поликлиника*. 2016; 1 (4): 47–50.
47. Вахова Е.Л., Лян Н.А., Микитченко Н.А. Инновационные технологии фототерапии в комплексном санаторно-курортном лечении и медицинской реабилитации детей. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры*. 2016; 93 (2): 48–49.
48. Хан М.А., Вахова Е.Л., Лян Н.А. Селективная хромотерапия в медицинской реабилитации часто болеющих детей. *Аллергология и иммунология в педиатрии*. 2015; 4 (43): 36–43.
49. Хан М.А., Чубарова А.И., Погонченкова И.В. и др. Современные технологии светотерапии в медицинской реабилитации детей. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры*. 2017; 94 (6): 45–52. DOI: 10.17116/kurort201794645-52
50. Мамедьярова И.А. Сочетанное применение кинезо- и лазеротерапии в коррекции нарушений регионарной гемодинамики при дилатационной кардиомиопатии. *Лазерная медицина*. 2020; 24 (1): 18–25. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-18-25
51. Chaves M.E., Araujo A.R., Pinacastelli A.C.C., Pinotti M. Effects of low-power light therapy on wound healing: LASER x LED. *An Bras Dermatol*. 2014; 89 (4): 616–623. DOI: 10.1590/abd1806-4841.20142519
52. Dungal P., Chaudary J., Slezak P., et al. Low level light therapy by LED of different wavelength induced angiogenesis and improves ischemic wound healing. *Lasers Surg Med*. 2014; 46 (10): 773–780. DOI: 10.1002/lsm.22299
53. Владимиров Ю.А., Клебанов Г.И., Борисенко Г.Г., Осипов А.Н. Молекулярные и клеточные механизмы воздействия лазерного излучения низкой интенсивности (Обзор). *Биофизика*. 2004; 49 (2): 339–350.
54. Козлов В.И., Астахов В.В. Фотоактивирующее влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на систему микроциркуляции и лимфоидные органы. *Лазерная медицина*. 2020; 24 (1): 9–17. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-9-17
55. Зырянов Б.Н., Евтушенко В.А., Кицманюк З.Д. Низкоинтенсивная лазерная терапия в онкологии. Томск: СТТ; 1998: 336.
56. Литвинова Т.М., Косенко И.А., Фурманчук Л.А. Эффективность лечения рака тела матки с неблагоприятным прогнозом комплексным методом, включающим лазерную гемотерапию. *ARS Medica*. 2012; 3: 132–133.
57. Поберская В.А., Климонюк Г.И., Хаджинова Н.А. и др. Организация санаторно-курортной помощи больным после радикального лечения онкологических заболеваний. *Медицинская реабилитация, курортология, физиотерапия*. 2011; 4: 54–57.
58. Притыко Д.А., Сергеенко Е.Ю., Тимохин Е.В., Гусев Л.И. Лазерная терапия при лечении осложнений химиотерапии в детской онкологии. *Лазерная медицина*. 2017; 21 (3): 8–12.
59. Грушина Т.И. Злокачественные опухоли и физиотерапия. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2013; 1: 70–79.
60. Гусев Л.И., Притыко Д.А., Шароев Т.А. Лазерная гемотерапия в клинической онкологии. *Российский онкологический журнал*. 2013; 6: 48–53.
61. Lanzaforme R.J. Photobiomodulation and cancer and other musings. *Photomed Laser Surg*. 2011; 29 (1): 3–4. DOI: 10.1089/pho.2011.9922
62. Bensadoun R.J., Nair R.G. Low-level laser therapy in the prevention and treatment of cancer therapy-induced mucositis: 2012 state of the art based on literature review and meta-analysis. *Curr Opin Oncol*. 2012; 24 (4): 363–370. DOI: 10.1097/CCO.0b013e328352eaa3
63. Fekrazad R., Naghdi N., Nokhbatolfighahaei H., Bagheri H. The combination of laser therapy and metal nanoparticles in cancer treatment originated from epithelial tissues: A literature review. *J Lasers Med Sci*. 2016; 7 (2): 62–75. DOI: 10.15171/jlms.2016.13
64. Кольцов В.А., Александров М.Т., Мясковский А.В. и др. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в педиатрии: методические рекомендации. М.: Радио и связь; 1991: 19.
65. Толстых П.И., Кривихин В.Т., Луцевич Э.В. и др. Лазерное излучение и антиоксиданты в лечении гнойно-некротических процессов в нижних конечностях у больных с сахарным диабетом. М.: Орбита; 1998: 245.
66. Карандашов В.И., Александров Н.П., Островский Е.И. и др. Сравнительный анализ эффективности применения оптического излучения синего и красного диапазонов на реологические свойства крови и клиническое течение бронхиальной астмы. *Лазерная медицина*. 2016; 20 (1): 38–42.
67. Карандашов В.И., Александрова Н.П., Островский Е.И. Влияние оптического излучения синего диапазона на гемодиализацию у больных хронической артериальной недостаточностью. *Лазерная медицина*. 2018; 22 (2): 10–13. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-2-10-13
68. Карандашов В.И., Александрова Н.П., Островский Е.И. Влияние оптического излучения синего диапазона на реологию крови и клиническое течение инфекционно-аллергического миокардита. *Лазерная медицина*. 2019; 23 (2): 6–11. DOI: 10.37895/2071-8004-2019-23-2-6-11
69. Мараев В.В., Стешин А.В., Мусаев М.М. Лазерные технологии в лечении больных с синдромом диабетической стопы. *Лазерная медицина*. 2017; 21 (3): 44–47.
70. Мараев В.В., Елисеев В.И., Мусаев М.М. Лазерные технологии в лечении длительно незаживающих язв различного генеза. *Лазерная медицина*. 2018; 22 (2): 13–18. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-2-13-18
71. Гавриленко А.В., Мусаев М.М., Вахрамьян П.Е. Лазерные технологии в лечении трофических язв венозной этиологии. *Лазерная медицина*. 2015; 19 (4): 58–62.
72. Мусаев М.М. Низкоинтенсивное лазерное излучение в комплексном лечении больных с венозными язвами. *Лазерная медицина*. 2016; 20 (2): 16–20.
73. Машалов А.А., Балакирев С.А., Иванов А.В. и др. Светокислородная лазерная терапия в профилактике и лечении лучевых реакций и осложнений у онкологических больных. *Лазерная медицина*. 2013; 17 (1): 10–14.
74. Чунихин А.А., Базилян Э.А., Иванов А.В., Шилов И.П. Лазерная терапия квазинепрерывным излучением 1265 нм в лечении болезней пародонта (экспериментальное исследование). *Лазерная медицина*. 2019; 23 (2): 31–36. DOI: 10.37895/2071-8004-2019-23-2-31-36
75. Володченко А.М., Кузьмин А.Н., Козель А.И. и др. Активация ангиогенеза в ишемизированном спинном мозге

- крыс после воздействия лазерного излучения ближнего инфракрасного диапазона. *Лазерная медицина*. 2015; 19 (2): 33–36.
76. Бриль Г.Е., Егорова А.В., Тучина Е.С. и др. Подавление роста штаммов золотистого стафилококка светом низкоинтенсивного красного лазера. *Лазерная медицина*. 2016; 20 (2): 54–56.
 77. Grincholc M., Rodziejewicz A., Forys K., Rapacka-Zdonczyk A., et al. Fine-tuning recA expression in *Staphylococcus aureus* for antimicrobial photoinactivation: importance of photo-induced DNA damage in the photoinactivation mechanism. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2015; 99 (21): 9161–9176. DOI: 10.1007/s00253-015-6863-z
 78. Девятков Н.Д. Применение электроники в медицине и биологии. *Электронная техника. Серия 1. СВЧ-техника*. 1993; 455 (1): 66–76.
 79. Кочетков А.В., Москвин С.В., Стражев С.В. Лазерная терапия на стационарном и амбулаторном этапах реабилитации онкологических больных: учебно-методическое пособие. М. – Тверь: ООО «Издательство «Триада»; 2020: 24.
 80. Москвин С.В., Стражев С.В. Лазерная терапия в онкологии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 12. М.: ИП Москвин С.В.; Тверь: Триада; 2020: 960.
- ## REFERENCES
1. Gausman V. Guide to light therapy. Moscow; Leningrad: State Medical Publishing House, 1929: 394. [In Russ.].
 2. Bernhard O. Heliotherapie im Hochgebirge. Stuttgart, 1912.
 3. Bernhard O. Sonnenlichtbehandlung In der Chirurgie. Stuttgart, 1923.
 4. Rollier A. Die Heliotherapie der Tuberkulose. Bern, 1913.
 5. Rollier A. Sun treatment of tuberculosis. Petrograd, 1923. [In Russ.].
 6. Maiman T.H. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature*. 1960; 187 (4736): 493–494.
 7. Abdullaev S.A., Yeshiyev A.M. Application of led radiation with wavelength 450 nm (blue light) in the complex treatment of patients with phlegmons of the mouth floor. *Novye zadachi sovremennoy meditsiny: materialy III Mezhdunar. nauch. konf. (g. Sankt-Peterburg, dekabr' 2014 g.)*. Saint Petersburg, 2014: 27–29. [In Russ.].
 8. Gorchak Yu.Yu., Stakhanov M.L., Guens G.P., et al. Low-intensity laser radiation in the complex therapy of patients with radiation injuries of the rectum and bladder. *Lazernaya medicina*. 2018; 22 (1): 24–33. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-1-24-33
 9. Baibekov A.M., Kartashev V.P., Pulatov D.T., Butaev A.Kh. LED radiation in surgery and other areas of medicine. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2017; 9 (2): 54–69. [In Russ.]. DOI: 10.12731/wsd-2017-2-54-69.
 10. Gubarev A.F. Incoherent light sources for medical applications. Lecture. Tomsk, 2017. [In Russ.].
 11. Kruglova L.S., Shatokhina E.A. Physiotherapeutic techniques in the rehabilitation of patients with oncological pathology. *Russian Journal of Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation*. 2016; 15 (2): 97–101. [In Russ.]. DOI: 10.18821/1681-3456-2016-15-2-97-101
 12. Waldman V.A. Vascular, lymphatic, capillary, venous tone. Leningrad: Medicine; 1960: 295. [In Russ.].
 13. Gorchak Yu.Yu., Stakhanov M.L., Guens G.P., et al. Low-intensity laser radiation in the correction of postoperative hemodynamic and rheological disorders after surgical intervention for head and neck tumors. *Siberian Journal of Oncology*. 2020; 19 (5): 28–34. [In Russ.]. DOI: 10.21294/1814-4861-2020-19-5-28-34
 14. Radjabova Z.A., Kotov M.A., Mitrofanov A.S., et al. Surgical treatment of laryngopharyngeal cancer: literature review. *Head and Neck Tumours (HNT)*. 2019; 9 (2): 35–42. [In Russ.]. DOI: 10.17650/2222-1468-2019-9-2-35-42
 15. Kaprin A.D., Mardynsky Yu.S. (Eds) Therapeutic radiology: national guidelines. Moscow: GEOTAR-Media; 2018: 704. [In Russ.].
 16. Sikorski D.V., Podvyaznikov S.O., Volodin A.N., et al. Post-operative complications in the combined treatment of locally advanced and recurrent oropharyngeal cancer. *Head and Neck Tumours (HNT)*. 2014; 3: 40–46. [In Russ.].
 17. Kanishcheva N.V., Sikorski D.V., Skamnitski K.V., et al. Post-operative conformal radiation therapy in the treatment of locally advanced squamous cell oropharyngeal cancer. *Head and Neck Tumours (HNT)*. 2019; 9 (1): 74–78. [In Russ.]. DOI: 10.17650/2222-1468-2019-9-1-74-78
 18. Romanov I.S., Shiryayev S.V., Vishnevskaya Ya.V. The advantages of sentinel lymph node biopsy over functional neck dissection (a review of literature). *Neck Tumours (HNT)*. 2014; 2: 41–45. [In Russ.]. DOI: 10.17650/2222-1468-2014-0-2-41-45
 19. Batyrova M.E., Gireeva E.Yu., Isaeva T.I., Burduli N.M. Dynamics of some cytokine profile indicators in exudative pleuritis of various etiology under intravenous laser blood irradiation (intermediate results). *Lazernaya medicina*. 2017; 21 (2): 28–30. [In Russ.].
 20. Deryugina A.V., Sidey K.R., Ivashchenko M.N., et al. Leukocyte blood formula under low-level laser radiation and simulated stress. *Lazernaya medicina*. 2017; 21 (4): 46–49. [In Russ.].
 21. Brook T.M., Kosorygina K.Yu. LLLT modeling effect at energy metabolism in the central nervous system at specific physical activity of athletes-game players. *Lazernaya medicina*. 2018; 22 (2): 22–24. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-2-22-24.
 22. Brook T.M., Litvin F.B., Molotkov O.V. The effect of low-level laser therapy at the microcirculation system in football players depending on the type of autonomic regulation of heart rate. *Lazernaya medicina*. 2018; 23 (3): 9–14. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-3-9-14
 23. Beckmann K.H., Meyer-Hamme G., Schröder S. Low level laser therapy for the treatment of diabetic foot ulcers: A critical survey. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2014; 2014: 626127. DOI: 10.1155/2014/626127
 24. Kilik R., Lakyová L., Sabo J., et al. Effect of equal daily doses achieved by different power densities of low-level laser therapy at 635 nm on open skin wound healing in normal and diabetic rats. *Biomed Res Int*. 2014; 2014: 269253. DOI: 10.1155/2014/269253
 25. Oshurko V.B. Chemical and biological action of laser radiation: a manual. Moscow: MIFI; 2008: 160. [In Russ.].
 26. Shakhno E.A. Physical basis for laser application in medicine. St. Petersburg: Institute of Precision Mechanics and Optics; 2012: 129. [In Russ.].

27. *Abdrakhmanova A.I., Amirov N.B.* Modern ideas on the mechanisms of laser exposure. *Bulletin of Contemporary Clinical Medicine*. 2015; 8 (5): 7–12. [In Russ.].
28. *Pavlov S.E., Pavlova T.N., Aseev V.V.* Mechanisms of action of low-level laser light at the human body and results of experimental study on the improving of athletes' activity. *Detskiy trener*. 2012; 4: 69–82. [In Russ.].
29. *Moskvin S.V.* Mechanisms of therapeutic effect of low-level laser light. In: S.V. Moskvin, T.A. Fedorova, T.S. Fateev Plasmapheresis and laser effects at blood. Moscow – Tver: Publishing house "Triada"; 2018: 7–23. [In Russ.].
30. *Gerlovin I.L.* Principles of the unified theory of all interactions in substance. Leningrad: Publishing house "Energoatomizdat"; 1990: 423. [In Russ.].
31. *Giesinger O.A., Ziganshin O.R., Baranov A.V., et al.* Clinical efficacy of complex therapy of recurrent genital herpes using intravascular laser blood irradiation. *Lazernaya medicina*. 2018; 22 (2): 5–9. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-2-5-9
32. *Giesinger O.A., Karandashov V.I., Ziganshin O.R., et al.* Clinical and immunological effectiveness of local low-level laser irradiation with wavelength 635 nm in the treatment of candidiasis lesion of the mucous membranes in the genitourinary system. *Lazernaya medicina*. 2019; 23 (1): 6–12. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2019-23-1-6-12
33. *Vlasov A.P., Chigakova I.A., Kuznetsov V.S., et al.* Effectiveness of laser therapy for the correction of hepatic encephalopathy depending on the severity of mechanical jaundice of pancreatogenic origin. *Lazernaya medicina*. 2019; 23 (2): 12–16. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2019-23-2-12-17
34. *Vlasov A.P., Sheiranov N.S., Markin O.V., et al.* Laser therapy in the correction of the functional status of the liver in severe mechanical jaundice of pancreatogenic origin. *Lazernaya medicina*. 2019; 23 (3): 15–20. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2019-23-3-15-20
35. *Danilin N.A., Baranov A.V., Kurdyayev I.V., Abdulaeva S.V.* Conservative treatment of keloid and hypertrophic scars using low-energy lasers. *Lazernaya medicina*. 2018; 22 (3): 20–24. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-3-20-25
36. *Moskvin S.V., Khadartsev A.A.* Laser light. Can it make harm (literature review)? *Journal of New Medical Technologies*. 2016; 23 (3): 265–283. [In Russ.]. DOI: 10.12737/21772
37. *Razina I.N., Lomiashvili L.M., Nedoseko V.B.* Non-surgical methods of treatment of complications of dental implantation. Prospects of infrared laser irradiation in the treatment of mucositis and peri-implantitis. *Lazernaya medicina*. 2020; 24 (1): 49–56. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-49-56
38. *Smolina G.R., Moskvin S.V.* Advantages of red matrix pulsed laser in the comprehensive treatment of women with chronic endometritis. *Lazernaya medicina*. 2015; 19 (2): 17–23. [In Russ.].
39. *Fazylova Yu.V., Musin I.T.* Diode lasers in the treatment of inflammatory periodontal diseases. *Young Scientist*. 2016; 2 (106): 402–406. [In Russ.].
40. *Dalessandro A., Shiffman H., Steven R., et al.* Periodontal tissue regeneration. *Laser*. 2018; 1: 20–22.
41. *Mikami R., Mizutani K., Aoki A., et al.* Low-level ultrahigh-frequency and ultrashort-pulse blue laser irradiation enhances osteoblast extracellular calcification by upregulated proliferation and differentiation via transient receptor potential vanilloid 1. *Lasers Surg Med*. 2018; 50 (4): 340–352. DOI: 10.1002/lsm.22775
42. *Motorina I.G., Rasulov M.M., Gukasov V.M., Myakinkova A.L.* The effectiveness of phototherapy in the treatment of non-healing wounds. *Innovatics and Expert Examination*. 2017; 2 (20): 225–234. [In Russ.].
43. *Welsher L.Z., Stakhanov M.L., Savin A.A., Shikherimov R.K.* Phototherapy in the rehabilitation of patients who had radical treatment for breast cancer. *Lazernaya medicina*. 2016; 20 (3): 59. [In Russ.].
44. *Reshetnikova E.M., Uts S.R., Slesarenko N.A.* Phototherapy in the treatment of patients with lichen planus. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2013; 9 (3): 530–533. [In Russ.].
45. *Rundo A.I., Kosinets V.A.* Combination phototherapy in the complex treatment of patients with complicated diabetic foot syndrome. *Novosti khirurgii*. 2016; 24 (2): 131–137. [In Russ.]. DOI: 10.18484/2305-0047.2016.2.131
46. *Burkin I.A., Koneva O.M., Simonova O.I.* Polarized light in rehabilitation of children with traumatic injuries. *Poliklinika*. 2016; 1 (4): 47–50. [In Russ.].
47. *Vakhova E.L., Lian N.A., Mikitchenko N.A.* Innovative technologies in the comprehensive sanatorium care and medical rehabilitation of children. *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury*. 2016; 93 (2): 48–49. [In Russ.].
48. *Khan M.A., Vakhova E.L., Lian N.A.* Selective chromotherapy in medical rehabilitation of frequently ill children. *Allergology and Immunology in Paediatrics*. 2015; 4 (43): 36–43. [In Russ.].
49. *Khan M.A., Chubarova A.I., Pogonchenkova I.V., et al.* Modern technologies of light therapy in medical rehabilitation of children. *Voprosi balneologii, fizioterapii i lechebnoy fizkulturi*. 2017; 94 (6): 45–52. [In Russ.]. DOI: 10.17116/kurort201794645-52
50. *Mamedyarova I.A.* Combined application of kinesio- and laser therapy in the correction of regional hemodynamic disorders in dilated cardiomyopathy. *Lazernaya medicina*. 2020; 24 (1): 18–25. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-18-25
51. *Chaves M.E., Araujo A.R., Pinacastelli A.C.C., Pinotti M.* Effects of low-power light therapy on wound healing: LASER x LED. *An Bras Dermatol*. 2014; 89 (4): 616–623. DOI: 10.1590/abd1806-4841.20142519
52. *Dungel P., Chaudary J., Slezak P., et al.* Low level light therapy by LED of different wavelength induced angiogenesis and improves ischemic wound healing. *Lasers Surg Med*. 2014; 46 (10): 773–780. DOI: 10.1002/lsm.22299
53. *Vladimirov Yu.A., Klebanov G.I., Borisenko G.G., Osipov A.N.* Molecular and cellular mechanisms of the effect of low-intensity laser radiation (Review). *Biophysics*. 2004; 49 (2): 339–350. [In Russ.].
54. *Kozlov V.I., Astashov V.V.* Photoactivating effects of low-level laser light at the microcirculation system and lymphoid organs. *Lazernaya medicina*. 2020; 24 (1): 9–17. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-9-17
55. *Zyryanov B.N., Yevtushenko V.A., Kitzmanyuk Z.D.* Low-level laser therapy in oncology. Tomsk: STT; 1998: 336. [In Russ.].
56. *Litvinova T.M., Kosenko I.A., Furmanchuk L.A.* Effectiveness of treatment of endometrial cancer with poor prognosis with

- the complex method involving laser hemotherapy. *ARS Medica*. 2012; 3: 132–133. [In Russ.].
57. Poberskaya V.A., Klimonyuk G.I., Khadzhinova N.A., et al. Management of sanatorium care for patients after radical treatment of oncological diseases. *Meditsinskaya reabilitatsiya, kurortologiya, fizioterapiya*. 2011; 4: 54–57. [In Russ.].
 58. Prityko D.A., Sergeenko E.Y., Timokhin E.V., Gusev L.I. Laser therapy in the treatment of chemotherapeutic complications in pediatric oncology. *Lazernaya medicina*. 2017; 21 (3): 8–12. [In Russ.].
 59. Grushina T.I. Malignant tumors and physiotherapy *Voprosy balneologii, fizioterapii i lechebnoy fizkulturi*. 2013; 1: 70–79. [In Russ.].
 60. Gusev L.I., Pritiko D.A., Sharoev T.A. Laser hemotherapy in clinical oncology. *Russian Journal of Oncology (Rossiiskii Onkologicheskii Zhurnal)*. 2013; 6: 48–53. [In Russ.].
 61. Lanzafame R.J. Photobiomodulation and cancer and other musings. *Photomed Laser Surg*. 2011; 29 (1): 3–4. DOI: 10.1089/pho.2011.9922
 62. Bensadoun R.J., Nair R.G. Low-level laser therapy in the prevention and treatment of cancer therapy-induced mucositis: 2012 state of the art based on literature review and meta-analysis. *Curr Opin Oncol*. 2012; 24 (4): 363–370. DOI: 10.1097/CCO.0b013e328352eaa3
 63. Fekrazad R., Naghdi N., Nokhbatolfoghahaei H., Bagheri H. The combination of laser therapy and metal nanoparticles in cancer treatment originated from epithelial tissues: A literature review. *J Lasers Med Sci*. 2016; 7 (2): 62–75. DOI: 10.15171/jlms.2016.13
 64. Koltsov V.A., Alexandrov M.T., Myaskovsky A.V., et al. Application of low-level laser therapy in pediatrics: Methodological recommendations. Moscow: Publishing house "Radio i sviaz"; 1991; 19. [In Russ.].
 65. Tolstykh P.I., Krivikhin V.T., Lutsevich E.V., et al. Laser radiation and antioxidants in the treatment of purulent-necrotic processes in the lower extremities in patients with diabetes mellitus. Moscow: Publishing house "Orbita"; 1998: 245. [In Russ.].
 66. Karandashov V.I., Alexandrov N.P., Ostrovsky E.I., et al. Comparative analysis of the effectiveness of optical radiation of blue and red ranges at rheological properties of blood and at the clinical course of bronchial asthma. *Lazernaya medicina*. 2016; 20 (1): 38–42. [In Russ.].
 67. Karandashov V.I., Alexandrov N.P., Ostrovsky E.I. Effects of blue-band optical light at hemocirculation in patients with chronic arterial insufficiency. *Lazernaya medicina*. 2018; 22 (2): 10–13. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-2-10-13
 68. Karandashov V.I., Alexandrov N.P., Ostrovsky E.I. Effects of blue-band optical light at blood rheology and clinical course of infectious-allergic myocarditis. *Lazernaya medicina*. 2019; 23 (2): 6–11. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2019-23-2-6-11
 69. Maraev V.V., Steshin A.V., Musaev M.M. Laser technologies in the treatment of patients with diabetic foot syndrome. *Lazernaya medicina*. 2017; 21 (3): 44–47. [In Russ.].
 70. Maraev V.V., Yeliseenko V.I., Musaev M.M. Laser technologies in the treatment of non-healing ulcers of various genesis. *Lazernaya medicina*. 2018; 22 (2): 13–18. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2018-22-2-13-18
 71. Gavrilenko A.V., Musaev M.M., Vakhryatyan P.E. Laser technologies in the treatment of trophic ulcers of venous etiology. *Lazernaya medicina*. 2015; 19 (4): 58–62. [In Russ.].
 72. Musaev M.M. Low-level laser therapy in the complex treatment of patients with venous ulcers. *Lazernaya medicina*. 2016; 20 (2): 16–20. [In Russ.].
 73. Mashalov A.A., Balakirev S.A., Ivanov A.V., et al. Laser therapy in the prevention and treatment of radiation reactions and complications in cancer patients. *Lazernaya medicina*. 2013; 17 (1): 10–14. [In Russ.].
 74. Chunikhin A.A., Bazikyan E.A., Ivanov A.V., Shilov I.P. Laser quasi-continuous radiation 1265 nm in the treatment of periodontal diseases (experimental study). *Lazernaya medicina*. 2019; 23 (2): 31–36. [In Russ.]. DOI: 10.37895/2071-8004-2019-23-2-31-36
 75. Volodchenko A.M., Kuzmin A.N., Kozel A.I., et al. Activation of angiogenesis in the ischemic spinal cord of rats after exposure to near-infrared laser light. *Lazernaya medicina*. 2015; 19 (2): 33–36. [In Russ.].
 76. Brill G.E., Yegorova A.V., Tuchina E. S., et al. Suppression of Staphylococcus aureus growth with low-level red laser light. *Lazernaya medicina*. 2016; 20 (2): 54–56. [In Russ.].
 77. Grincholc M., Rodziejewicz A., Forsys K., Rapacka-Zdonczyk A., et al. Fine-tuning recA expression in Staphylococcus aureus for antimicrobial photoinactivation: importance of photo-induced DNA damage in the photoinactivation mechanism. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2015; 99 (21): 9161–9176. DOI: 10.1007/s00253-015-6863-z
 78. Devyatkov N.D. Application of electronics in medicine and biology. *Elektronnaya tekhnika. Series 1. Microwave technology*. 1993; 455 (1): 66–76. [In Russ.].
 79. Kochetkov A.V., Moskvina S.V., Strazhev S.V. Laser therapy at inpatient and outpatient stages of rehabilitation of cancer patients. Educational and methodical manual. Moscow – Tver: Publishing House "Triada"; 2020: 24. [In Russ.].
 80. Moskvina S.V., Strazhev S.V. Laser therapy in oncology. *Series "Effective laser therapy". Vol. 12*. Moscow: IP Moskvina S.V.; Tver: Publishing House "Triada"; 2020: 960. [In Russ.].

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Сведения об авторах

Горчак Юрий Юльевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры онкологии и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4818-0093>

Генс Елена Петровна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая кафедрой онкологии и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8708-2712>

Праздников Эрик Нариманович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России

Стаханов Михаил Леонидович – доктор медицинских наук, профессор, онколог-хирург консультативно-диагностического отделения, ЧУЗ «Центральная клиническая больница «РЖД-Медицина»»

Решетов Дмитрий Николаевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры онкологии и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России

Хланта Даяна Арсеновна – ординатор, старший лаборант кафедры онкологии и лучевой терапии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; e-mail: daianakhlanta@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9106-5277>

Князьков Владимир Борисович – кандидат медицинских наук, врач-оториноларинголог, Клиника реабилитации в Хамовниках

Овчаров Сергей Эдуардович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, ФГБОУ ВО «Московский государственный медико-стоматологический университет им. А.И. Евдокимова» Минздрава России; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7127-4453>

Information about authors

Gorchak Yuri – Cand. Sc. (Med.), Assistant Professor at the Department of Oncology and Radiation Therapy, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4818-0093>

Guens Gelena – Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Oncology and Radiation Therapy, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8708-2712>

Prazdnikov Eric – Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry

Stakhanov Mikhail – Dr. Sc. (Med.), Professor, Oncological Surgeon at the Consultative and Diagnostic Department, N.A. Semashko Central Clinical Hospital No 2 of Russian Railway Company

Reshetov Dmitry – Cand. Sc. (Med.), Assistant Professor at the Department of Oncology and Radiation Therapy, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry

Khianta Daiana – Resident, senior Laboratory Assistant at the Department of Oncology and Radiation Therapy, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; e-mail: daianakhlanta@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9106-5277>

Knyazkov Vladimir – Cand. Sc. (Med.), Otorhinolaryngologist, Rehabilitation Clinic in Khamovniki

Ovcharov Sergey – Cand. Sc. (Med.), assistant Professor at the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7127-4453>

ЛАЗЕРНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ АППАРАТЫ

Аппарат на СО₂-лазере «Л'Мед-1»

- СО₂-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.

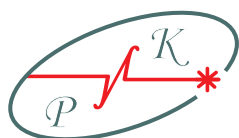
Высокий уровень результатов для клиник и центров любого уровня.



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 17.03.2017 г.

