

ISSN 2686-8644 (OnLine) ISSN 2071-8004 (Print)

ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА



LASER MEDICINE



2021 / Том (Vol) 25 / № 1

ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА 2021/25(1) LASER MEDICINE

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/10.37895/2071-8004-2021-25-1>

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 / № 1

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: ВИНИТИ; Ulrich 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 25.01.2021.
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 peerReviewed 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 (SCI): the journal's impact factor is 0.442.
The journal is indexed in the databases: VINITI; Ulrich's Periodicals Directory.

Chief of office Seryanova S.N.
Adress: 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 25.01.2021.
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.

Ану Макела

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

Мамедов М.М.

доктор медицинских наук, профессор,
заведующий отделом хирургической
колопроктологии «НИИ клинической
и экспериментальной хирургии
им. М.А. Топчибаева», Баку, Азербайджан.
ORCID: 0000-0002-0196-6101.

Наседкин А.Н.

доктор медицинских наук, профессор кафедры
оториноларингологии ГБУЗ МО «МОНИКИ
им. М.Ф. Владимирского», Москва, Россия.
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.

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.

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.

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.

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.

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.

Mamedov M.M.

MD, PhD, D. Sc., Professor,
Head of Coloproctologic Surgical
Department «Topchibashev
Center of Surgery»,
Baku, Azerbaijan.
ORCID: 0000-0002-0196-6101.

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.

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.

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.

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.

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.

Ачилев 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
трансмиекардиальной 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.

Berishvilli 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
ФГАЩУ 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**

- Фотодинамическая терапия при перипротезной инфекции суставов
А.И. Гусейнов, А.В. Баранов, А.А. Раджабов, В.А. Дербенев, В.И. Карандашов, Н.П. Александрова
- Неврологические проявления постковидного синдрома и возможности реабилитации
О.Н. Бахарева, С.А. Бахарев, К.Ю. Конов, Д.А. Вантеев, Р.С. Лягушин
- Влияние внутривенной лазеротерапии (влок) на лимфоток и состояние гуморального и клеточного иммунитета у пациентов с посттромбофлебитической болезнью нижних конечностей
Г.В. Яровенко, С.Е. Каторкин, А.В. Яшков
- Состояние липидного обмена, гемостаза, воспалительной реакции и возможности их коррекции при операциях непрямого реvascularизации у больных с критической ишемией нижних конечностей (корреляционно-статистический анализ)
Дж.В. Косаев, И.А. Гасанов, Н.С. Абушов, Г.Т. Таги-заде
- Применение лазеротерапии в комплексном лечении больных с компрессионно-ишемической невропатией
М.В. Шпагин, А.В. Яриков, С.С. Павлов, А.А. Соколов
- Первый опыт реканализации трахеи методом резекции опухоли с использованием YAG-laser
И.Ю. Коржева, Н.Е. Чернеховская, Н.В. Кормнова, В.В. Степанова
- Изучение воздействия лазерного излучения 1270 нм на репликацию вирулентных фаговых вирионов
С.В. Фиалкина, Ю.В. Алексеев, В.А. Дуванский, Е.В. Давыдов
- 9 Photodynamic therapy for periprosthetic joint infection
Guseynov A.I., Baranov A.V., Radzhabov A.A., Derbenev V.A., Karandashov V.I., Alexandrova N.P.
- 16 Neurological manifestations of post-COVID syndrome and possibilities of rehabilitation
Bakhareva O.N., Bakharev S.A., Konov K.Y., Vanteev D.A., Lyagushin R.S.
- 21 Influence of intravenous laser blood irradiation on lymphovenous outflow and the state of humoral and cellular immunity in patients with post-thrombophlebitic disease of the lower extremities
Yarovenko G.V., Katorkin S.E., Yashkov A.V.
- 27 The state of lipid exchange, hemostasis, inflammatory reaction and potentials for their correction in indirect revascularization in patients with critical ischemia of lower extremities (a correlation statistical analysis)
Kosayev J.V., Khasanov I.A., Abushov N.S., Taghi-zade G.T.
- 36 Laser therapy in the complex treatment of patients with compression-ischemic neuropathy
Shpagin M.V., Yarikov A.V., Pavlov S.S., Sokolov A.A.
- 45 The first experience of tracheal recanalization by tumor resection with Nd-YAG-laser
Korzheva I.Y., Chernehovskaya N.E., Kormnova N.V., Stepanova V.V.
- 50 Effects of 1270 nm laser irradiation at the replication of virulent phage virions
Fialkina S.V., Alekseev Yu.V., Duvanskiy V.A., Davydov E.V.

Обзоры

Review

Развитие комплексного лечения
гнойно-воспалительных заболеваний кисти
при использовании лазерного излучения

**Ю.Л. Чепурная, Г.Г. Мелконян,
Н.Т. Гульмурадова, А.А. Сорокин**

55 Evolution of the complex treatment of purulent
diseases of the hand including laser irradiation
(a review)

**Chepurnaya Y.L., Melkonyan G.G.,
Gulmuradova N.T., Sorokin A.A.**

УДК 616.002-08: 03

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-1-9-15

ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ СУСТАВОВ

А.И. Гусейнов^{1,2}, А.В. Баранов², А.А. Раджабов^{1,2}, В.А. Дербенев², В.И. Карандашов²,
Н.П. Александрова³

¹ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 2 Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

²ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О. К. Скобелкина ФМБА России», Москва, Россия

³ГБУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

Резюме

Введение. Увеличение числа больных с патологией суставов, является актуальной проблемой клинической медицины. **Цель:** улучшить результаты комплексного хирургического лечения больных с глубокой перипротезной инфекцией (ППИ) путем разработки и совершенствования оперативных методов с использованием спейсеров и лазерных технологий. **Материалы и методы.** Было проведено обследование и лечение 35 больных с нагноением после эндопротезирования крупных суставов. У 9 (25,7 %) больных ППИ развилась в сроки от 3 до 12 месяцев после первичного эндопротезирования. В период от 1 до 2 лет после оперативного вмешательства перипротезное инфицирование развилось у 20 (57,1 %) пациентов. В сроки от 2 до 3 лет в 4 (11,4 %) случаях возникло нагноение в области эндопротезирования, а у 2 (5,7 %) человек ППИ развилась в сроки от 3 до 3,5 лет после установки протеза. Больные были в возрасте 47–70 лет. Основную группу составили 20 человек, контрольную – 15. Больным основной группы, после удаления элементов эндопротеза и девитализированных тканей, проводили фотодинамическую терапию. **Результаты.** У больных основной группы было гладкое течение послеоперационного периода – снижение болевого синдрома, быстрое разрешение воспалительного процесса в области операции, заживление ран первичным натяжением. **Заключение.** Использование разработанного нами нового метода интраоперационной фотодинамической терапии способствует быстрому купированию гнойно-воспалительного процесса и заживлению послеоперационной раны первичным натяжением.

Ключевые слова: перипротезная инфекция, артропластика, фотодинамическая терапия, лазерное излучение, спейсер

Для цитирования: Гусейнов А.И., Баранов А.В., Раджабов А.А., Дербенев В.А., Карандашов В.И., Александрова Н.П. Фотодинамическая терапия при перипротезной инфекции суставов // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 1. – С. 9–15.

Контакты: Гусейнов А.И., e-mail: ali-gus@yandex.ru

PHOTODYNAMIC THERAPY FOR PERIPROSTHETIC JOINT INFECTION

Guseynov A.I.^{1,2}, Baranov A.V.², Radzhabov A.A.^{1,2}, Derbenev V.A.², Karandashov V.I.², Alexandrova N.P.³

¹Hospital for War Veterans N 2, Department of Moscow Healthcare, Moscow, Russia

²Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, FMBA of Russia, Moscow, Russia

³Moscow Scientific-Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, Department of Moscow Healthcare, Moscow, Russia

Abstract

Introduction. The increase in the number of patients with joint and hip diseases is an actual problem in the clinical medicine. **Objective:** to improve outcomes of the combined surgical treatment of patients with deep periprosthetic infection (PPI) by developing and improving surgical techniques using spacers and laser technologies. **Material and methods.** Thirty-five patients with suppurated large joints as a complication after their replacement were examined and treated. In 9 (25.7 %) patients, PPI developed within 3–12 months after the primary arthroplasty. Twenty (57.1 %) patients developed PPI within 1–2 years after the surgery. In 4 (11.4 %) cases, suppuration in the endoprosthetic area developed in 2–3 years, and in 2 (5.7 %) patients – in 3–3.5 years. The age of the patients was 47–70 years. The main group consisted of 20 patients, the control group – of 15 patients. Patients from the main group had laser photodynamic therapy (PDT) session after the removal of endoprosthetic elements and devitalized tissues. **Results.** Patients from the main group had uneventful postoperative course – less pain syndrome, rapid resolution of the inflammatory process, wound healing by the primary tension. **Conclusion.** Application of a new intraoperative PDT technique, developed by the authors, promotes rapid resolution of purulent-inflammatory process and better healing of postoperative wounds by primary tension.

Key words: periprosthetic infection, arthroplasty, photodynamic therapy, laser irradiation, spacer

For citations: Guseynov A.I., Baranov A.V., Radzhabov A.A., Derbenev V.A., Karandashov V.I., Alexandrova N.P. Photodynamic therapy for periprosthetic joint infection. *Lazernaya medicina*. 2021; 25 (1): 9–15. [In Russ.].

Contacts: Guseynov A.I., e-mail: ali-gus@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

Увеличение числа больных с патологией суставов является актуальной проблемой клинической медицины. Эндопротезирование стало стандартом лечения больных с терминальной стадией остеоартроза.

К его несомненным положительным факторам следует отнести быстрое восстановление безболезненных движений в суставе, а также опороспособности конечности в короткий реабилитационный период. Вместе с тем использование различных технологий установки

эндопротезов сопряжено со значительным количеством послеоперационных осложнений [1, 2].

Показатели инфицирования после первичной замены сустава составляют 0,2–3 %, а при повторных вмешательствах ревизионного характера риск инфицирования возрастает до 33 %. При этом, по данным зарубежной литературы, отмечается развитие рецидива воспалительного процесса до 82 %, со значительной степенью вероятности генерализации гнойного процесса (58 %) и летального исхода [3–5].

Перипротезная инфекция (ППИ) – острая или хроническая инфекция области хирургического вмешательства, развившаяся после имплантации эндопротеза сустава, представляет собой частный случай имплантат-ассоциированной инфекции [6]. Несмотря на относительно невысокую частоту развития ППИ после первичного эндопротезирования (0,3–3 %), в случае ревизионного характера операции риск развития инфекции возрастает в несколько раз, достигая 5,9–13,6 %, а частота рецидивов при лечении уже существующей ППИ составляет 23,2–31,5 % [1, 4, 7–9].

Данные литературы свидетельствуют о необходимости поиска новых способов хирургической санации, направленных не только на купирование воспалительного процесса, но и на создание условий для последующей реимплантации суставов [5, 7, 10, 11].

В лечении пациентов с ППИ тазобедренного и коленного суставов применяется комплексный подход, направленный на купирование воспалительного процесса, при сохранении анатомо-функциональных свойств сустава, и восстановление опороспособности конечности в возможно более короткие сроки. Больше всего вышеуказанным условиям соответствуют операции двухэтапного ревизионного эндопротезирования с применением артикулирующих спейсеров, импрегнированных антимикробными химиопрепаратами. Первым этапом выполняют хирургическую обработку и дебридмент раны, с сохранением эндопротеза, устанавливают цементный спейсер с антибиотиком. Вторым этапом через несколько месяцев выполняют повторную хирургическую обработку раны с удалением спейсера, заменяют модульные компоненты эндопротеза и ушивают рану.

Это относительно новый метод хирургической лечения и реабилитации пациентов с глубокой перипротезной инфекцией, эффективность которого достигает до 85 % [12].

В связи с увеличением устойчивых штаммов бактерий к антибиотикам в настоящее время актуальными стали способы преодоления резистентности раневой микрофлоры к химиотерапии. Одной из новых и перспективных технологий является фотодинамическая терапия (ФДТ), которая эффективно ускоряет деконтаминацию раневой поверхности. Преимущество фотодинамической терапии состоит в том, что гибель микрофлоры достигается за очень короткий промежуток времени, практически

полностью отсутствует устойчивость бактерий к фотодинамической терапии, при этом полностью исключается какое-либо повреждение здоровых тканей. Этот метод является полезной альтернативой применения антибиотиков и антисептиков, оказывает противовоспалительное и стимулирующее репаративные процессы действие [5, 12].

Многочисленными исследованиями показано, что внутривенное лазерное облучение крови оказывает полифакторное положительное действие на функцию органов и систем, важнейшими из которых являются: активация микроциркуляции крови; активация кислородтранспортной функции крови и тканевого дыхания; нормализация реологии крови; восстановление равновесия свертывающей и противосвертывающей систем; противовоспалительное, иммуномодулирующее, стимулирующее репаративные процессы и анальгезирующее действие; повышение уровня трофического обеспечения тканей [2].

Цель исследования: улучшить результаты комплексного хирургического лечения больных с ППИ путем разработки и совершенствования оперативных методов с использованием спейсеров и лазерных технологий.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было проведено обследование и лечение 35 больных с нагноением после эндопротезирования крупных суставов (локтевой, тазобедренный и коленный). У 9 (25,7 %) больных ППИ развилась в сроки от 3 до 12 месяцев после первичного эндопротезирования. В период от 1 до 2 лет после оперативного вмешательства перипротезное инфицирование развилось у 20 (57,1 %) пациентов. В сроки от 2 до 3 лет в 4 (11,4 %) случаях возникло нагноение в области эндопротезирования, а у 2 (5,7 %) человек ППИ развилась в сроки от 3 до 3,5 лет после установки протеза.

По локализации гнойного процесса поражение в области эндопротеза тазобедренного сустава было у 19 (54,3 %) пациентов, коленного сустава – у 14 (40 %) больных и у 2 (5,7 %) человек – в области локтевого сустава.

Возраст больных был от 47 до 70 лет, средний возраст пациентов составлял $59 \pm 4,6$ года. У большинства из них была сопутствующая патология: сахарный диабет, гипертоническая болезнь, ХИБС, ХОБЛ, пиелонефрит, ожирение 3–4-й степени, хроническая венозная и артериальная недостаточность, лечение которых осуществляли узкие специалисты.

Клиническое обследование больных включало, в числе прочего, микробиологическое исследование отделяемого из гнойного очага в предоперационном периоде. Использовали общепринятые методы посева, выделения и идентификации микроорганизмов. Чувствительность к антибиотикам определяли диско-диффузионным методом.

Нестабильность эндопротеза как инородного тела с наличием гнойных свищей и многомесячного существования инфекции в перипротезных тканях являлась показанием к удалению эндопротеза и санации гнойного очага.

Противопоказаниями к операции были наличие декомпенсированной сердечно-сосудистой или дыхательной недостаточности, ОНМК, деменция, тяжелое состояние больного за счет сопутствующих заболеваний.

В зависимости от способа лечения больных разделили на две группы: 20 пациентов составили основную группу и 15 – контрольную. Больные обеих групп были сопоставимы по возрасту, полу, тяжести течения гнойного процесса, наличию сопутствующей патологии. Больным основной группы, после удаления элементов эндопротеза и девитализированных тканей, проводили ФДТ. Операцию заканчивали установкой спейсера, импрегнированного двумя антибиотиками широкого спектра действия, согласно чувствительности к антибиотикам у выделенной перед операцией микрофлоры. Больным контрольной группы после удаления эндопротеза и девитализированных тканей устанавливали спейсер – приспособление на основе биосовместимого материала (полиметилметакрилат) с включением в его состав двух антибиотиков широкого спектра действия, согласно антибиотикограмме выделенной микрофлоры.

Предложенный нами способ лечения с применением лазерных технологий (получен патент на изобретение: № 2712806 от 31.01.2020 г.) заключается в следующем. Предварительно, по данным КТ и 3D-моделирования изготавливали гипсовую модель сустава пациента со всеми дефектами. С помощью гипсовой модели отливали силиконовую форму протеза. За 30 минут до оперативного вмешательства проводили предоперационную инфузионную терапию, включающую в себя помимо поляризационной смеси и коллоидных растворов внутривенное введение фотосенсибилизатора «Фотодитазин» (производное хлорина Е-6, производство фирмы «Вета Гранд», Россия) в дозе 0,8 мг/кг на 100 мл физиологического раствора натрия хлорида. Во время оперативного вмешательства вначале повторно осуществляли забор не менее 4–6 образцов из глубины тканей для определения состава микрофлоры и чувствительности к антибиотикам, затем удаляли эндопротез, иссекали нежизнеспособные и пропитанные гноем ткани до видимо здоровых. Следующим этапом проводили световое воздействие с экспозицией 1 мин на раневую поверхность излучением лазерного аппарата «Аткус-2» с рассеивающей насадкой К1, с длиной волны излучения $661 \pm 0,3$ нм. Плотность энергии излучения на поверхности раны составляла 30–40 Дж/см². Затем в предварительно изготовленную стерильную силиконовую форму отливали артикулирующий спейсер из костного цемента, в массе сухого вещества от 120

до 160 г смешанного с двумя порошкообразными антибиотиками (чаще гентамицин и ванкомицин), из расчета 1 г каждого антибиотика на 40 г костного цемента. Полученный артикулирующий спейсер устанавливали в очищенное ложе эндопротеза. Через контрапертуры проводили дренажную трубку, рану ушивали наглухо. Следует отметить, что проведение ФДТ не усложняло и существенно не увеличивало продолжительность оперативного вмешательства.

Послеоперационное лечение включало инфузионно-детоксикационную терапию, антибактериальную терапию, перевязки послеоперационной раны с промыванием дренажной трубки. По показаниям вводились анальгетики, проводилось лечение сопутствующих заболеваний, клинико-лабораторные и инструментальные исследования в динамике, лечебную физкультуру. В контрольной группе антибиотикотерапию проводили от 4 до 12 недель, в основной группе – до 3 недель с учетом результатов посева во время операции (в стационаре – парентерально, амбулаторно – перорально). Больным основной и контрольной групп проводили ВЛОК с помощью аппарата «Матрикс-ВЛОК» (НИЦ «Матрикс», Россия), использовали длину волны 450 нм, мощность излучения на торце световода – 1 мВт, экспозиция – 20 мин, курс составлял 10 сеансов. Пациентам рекомендовали ходьбу с костылями с дозированной нагрузкой на оперированную ногу. Швы снимали на 10–12-е сутки.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Микробный пейзаж гнойных очагов у больных был разнообразным, включал как грамположительные, так и грамотрицательные микроорганизмы в монокультуре или в ассоциации (табл. 1).

При поступлении в посевах гноя из ран или свищей выделяли, в основном, грамотрицательную микрофлору (*E. coli*, *Ps. aeruginosa*, *Pr. mirabilis*) в концентрации 10^3 – 10^9 КОЕ/г, реже выделяли *St. aureus* в высокой (10^8 – 10^9 КОЕ/г) концентрации.

Характерным являлось наличие у выделенной микрофлоры устойчивости к большинству используемых антибиотиков (табл. 2).

Таблица 1

Частота выделения возбудителей из раны

Table 1

Frequency of excretion of pathogen from the wound

Тип возбудителя Pathogen type	Монокультура Pure culture		Ассоциация Association	
	абс. absolute number	%	абс. absolute number	%
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	22,8	1	2,9
<i>Escherichia coli</i>	11	31,4	7	23
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	–	–	3	7,1
<i>Proteus mirabilis</i>	1	2,9	4	10,1
Всего Total	20	57,1	15	42,9

Таблица 2
**Чувствительность выделенной микрофлоры
 к антибиотикам**

Table 2

Antibiotic sensitivity to the isolated microflora

Антибиотик Antibiotic	Чувствительность, % Sensitivity, %
Ванкомицин Vancomycin	99,9 ± 0,1
Линезолид Linezolid	98,1 ± 0,2
Меропенем Meropenem	72,8 ± 1,8
Амоксилав Amoxiclav	60,8 ± 1,8
Ципрофлоксацин Ciprofloxacin	50,5 ± 2,2
Гентамицин Gentamicin	50,2 ± 2,2
Амикацин Amikacin	45,8 ± 2,2
Цефазолин Cefazolin	51,5 ± 2,8
Линкомицин Lincomycin	26,5 ± 2,2
Доксициклин Doxycycline	17,6 ± 1,2
Ампициллин Ampicillin	10,8 ± 1,2

У больных основной группы было гладкое течение послеоперационного периода – раннее купирование болевого синдрома, быстрое разрешение воспалительного процесса в области хирургического вмешательства, заживление ран первичным натяжением.



Рис. 1. Больная Ф., рентгенограмма левого тазобедренного сустава до лечения

Fig. 1. Patient F., X-ray image of the left hip joint before treatment

В контрольной группе у 2 (13,3 %) пациентов отмечено нагноение послеоперационной раны на 5-е и 6-е сутки. Продолжительность стационарного лечения у больных контрольной группы составила $14 \pm 0,8$ дня, а в основной группе – $12,2 \pm 0,4$ дня ($p < 0,05$). В отдаленном периоде (от 3 месяцев до 2 лет) у пациентов основной группы обострений воспалительного процесса в области операции не отмечено. В контрольной группе у 2 (13,3 %) больных в течение 3 месяцев после выписки из стационара развился абсцесс в области операции, потребовавший хирургической обработки гнойного очага.

У больных обеих групп, благодаря установке цементного спейсера, сохранилась опороспособность. В сроки от 6 до 11 месяцев после установки антибиотик-интегрированного спейсера 6 пациентам основной группы выполнено ревизионное эндопротезирование.

Таким образом, интраоперационное применение ФДТ с установкой антибиотик-импрегнированного спейсера в лечении ППИ позволило снизить количество послеоперационных осложнений, сократить сроки стационарного лечения, уменьшить медикаментозную нагрузку на больного и получить хорошие функциональные результаты на протяжении срока наблюдения до 2 лет.

Для иллюстрации применения способа лечения приводим описание двух клинических случаев.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ 1

Больная Ф., 70 лет, поступила в клинику с диагнозом: глубокая перипротезная инфекция левого тазобедренного сустава, остеомиелит бедренной кости, свищевая форма с образованием свища с обильным гнойным отделяемым (рис. 1).

В анамнезе: 10 месяцев назад было произведено эндопротезирование тазобедренного сустава. Через 2 недели после операции возникло нагноение в области операции.

Множественно лечилась в стационарах с временным улучшением, но рана полностью не заживала. В посевах из гноя выделена ассоциация микроорганизмов: *St. aureus*, чувствительный к меропенему, имипенему, рифампицину, амоксиклаву и амикацину, а также *Proteus mirabilis*, чувствительный к меропенему, имипенему, рифампицину, тобрамицину. При рентгенографии тазобедренного сустава – несостоятельность эндопротеза с дефектами вертлужной впадины. Больной выполнена операция: хирургическая обработка гнойного очага с удалением инфицированного эндопротеза и девитализированных тканей, проведение ФДТ по вышеизложенной методике и установка артикулирующего цементного спейсера, импрегнированного двумя антибиотиками широкого спектра действия.

В результате лечения достигнуто купирование гнойно-воспалительного процесса, рана зажила первичным натяжением, больная выписана через 10 дней после оперативного вмешательства. Через 6 месяцев больной произвели операцию – реэндопротезирование,



Рис. 2. Больная Ф., рентгенограмма после установки спейсера
Fig. 2. Patient F., X-ray image after the spacer installation

в ходе которой спейсер заменили на постоянный эндопротез. Через 6 месяцев больная жалоб не предъявляет, ходит с палочкой.

КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ 2

Больная Г., 52 года, поступила в клинику с диагнозом: перелом плечевой кости с дислокацией элементов эндопротеза в мягкие ткани; глубокая перипротезная инфекция, остеомиелит локтевой и плечевой костей, свищевая форма (рис. 3).

Больной выполнена операция: хирургическая обработка гнойного очага с удалением инфицированного эндопротеза, проведение лазерной ФДТ по вышеизложенной методике и установка артикулирующего цементного спейсера, импрегнированного двумя антибиотиками широкого спектра действия (рис. 4, 5). В результате достигнуто полное купирование гнойно-воспалительного процесса, через 10 дней швы сняты, рана зажила первичным натяжением. Больная выписана с рекомендацией выполнить через 6 месяцев реэндопротезирование.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение разработанного нами нового комплексного метода лечения больных перипротезной инфекцией после эндопротезирования сустава с использованием интраоперационной ФДТ способствует быстрому купированию гнойно-воспалительного процесса, позволяет снизить количество послеоперационных осложнений, сократить сроки стационарного лечения, получить хорошие функциональные результаты и в кратчайшие сроки провести следующий этап – реэндопротезирование.



Рис. 3. Больная Г., рентгенограмма сустава при поступлении
Fig. 3. Patient G., X-ray image of the joint on admission



Рис. 4. 3D-элементы антибактериального спейсера
Fig. 4. 3D-elements of antibacterial spacer



Рис. 5. Больная Г., рентгенограмма после установки антибактериального спейсера
Fig. 5. Patient G., X-ray image after the installation of the antibacterial spacer

На предложенный нами метод получен патент РФ № 2712806 от 31.01.2020 г. «Способ лечения больных перипротезной инфекцией после эндопротезирования сустава».

ЛИТЕРАТУРА

1. Артюх В.А., Божкова С.А., Кочиш А.Ю. Диагностика и лечение перипротезной инфекции тазобедренного сустава. В кн.: *Руководство по хирургии тазобедренного сустава*; под ред. Р.М. Тихилова, И.И. Шубнякова. 2015; 2: 208–257.
2. Толстых П.И. Теоретические и практические аспекты фотодинамической терапии ран различного генеза. Прологомены; под ред. П.И. Толстых, О.Э. Луцевича. М.: Альтаир; 2012: 249.
3. Баитов В.С., Ганчуков Е.Б. Инфекционные осложнения при тотальном эндопротезировании коленного сустава. *Современные проблемы науки и образования*. 2017; 5.
4. Кэмпбелл М.Д. Борьба с инфекцией при тотальной артропластике коленного сустава. В кн.: *Ревизионное эндопротезирование коленного сустава: руководство для врачей*; под ред. Д.Дж. Джакофски, Э.К. Хедли; пер. с англ. под ред. Н.В. Загородного. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2015: 320.
5. Раджабов А.А., Дербенев В.А. и др. Антибактериальная фотодинамическая терапия гнойных ран мягких тканей. *Лазерная медицина*. 2017; 21 (2): 24–26.
6. Инфекция, ассоциированная с ортопедическими имплантатами: Клинические рекомендации Ассоциации травматологов-ортопедов России (АТОР). 2020: 5.
7. Белов Б.С., Макаров С.А., Бялик Е.И. Инфекция протезированного сустава: современные подходы к диагностике и лечению. *Антибиотики и химиотерапия*. 2015; 60 (1–2): 47–52.
8. Bertani A., Drouin C., Demortière E., et al. A prosthetic joint infection caused by *Streptococcus pneumoniae*: A case report and review of the literature. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2006; 92 (6): 610–614.
9. Estes C.S., Beauchamp C.P., Clarke H.D., et al. A two-stage retention debridement protocol for acute periprosthetic joint infections. *Clin Orthop Relat Res*. 2010; 468 (8): 2029–2038.
10. Жарова Т.А., Иванников С.В., Странадко Е.Ф. и др. Перспективы применения фотодинамической терапии и реконструктивных артроскопических технологий с использованием лазерного излучения при артрозах крупных суставов. *Лазерная медицина*. 2014; 18 (4): 40–41.
11. Janz V., Bartek B., Wassilew G.I., et al. Validation of synovial aspiration in girdlestone hips for detection of infection persistence in patients undergoing 2-stage revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2016; 31 (3): 684–687.
12. Шпиняк С.П., Барабаш А.П., Лясникова А.В. Применение спейсеров в лечении инфекционных осложнений тотального эндопротезирования коленного сустава. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; 5.

REFERENCES

1. Artyukh V.A., Bozhkova S.A., Kochish A.Yu. Diagnosis and treatment of periprosthetic hip infection. Guide to hip surgery;

- R.M. Tikhilov, I.I. Shunnyakov (eds). 2015; 2: 208–257. [In Russ.].
2. Tolstykh P.I. Theoretical and practical aspects of photodynamic therapy of wounds of various origins. Prolegomena; Tolstykh P.I., Lutsevich O.E. (eds). Moscow: Altair, 2012; 249 p. [In Russ.].
3. Baitov V.S., Ganchukov E.B. Infectious complications in total knee arthroplasty. *Modern problems of science and education*. 2017; 5. [In Russ.].
4. Campbell M.D. Fighting infection in total knee arthroplasty; In: Revision knee arthroplasty: A guide for doctors; ed. D.J. Jacofsky, E.K. Headley. Moscow: GEOTAR-Media, 2015; 320 p. [In Russ.].
5. Radzhabov A.A., Dербенев V.A., et al. Antibacterial photodynamic therapy of purulent wounds of soft tissues. *Laser medicine*. – 2017; 21 (2): 24–26. [In Russ.].
6. Infection associated with orthopedic implants: Clinical guidelines of the Association of Orthopedic Traumatologists of Russia. 2020; 5. [In Russ.].
7. Belov B.S., Makarov S.A., Bialik E.I. Prosthetic joint infection: Modern approaches to diagnosis and treatment. *Antibiotics and chemotherapy*. 2015; 60 (1–2): 47–52. [In Russ.].
8. Bertani A., Drouin C., Demortière E., et al. A prosthetic joint infection caused by *Streptococcus pneumoniae*: A case report and review of the literature. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2006; 92 (6): 610–614.
9. Estes C.S., Beauchamp C.P., Clarke H.D., et al. A two-stage retention debridement protocol for acute periprosthetic joint infections. *Clin Orthop Relat Res*. 2010; 468 (8): 2029–2038.
10. Zharova T.A., Ivannikov S.V., Stranadko E.F., et al. Prospects for the use of photodynamic therapy and reconstructive arthroscopic technologies using laser radiation in arthrosis of large joints. *Laser medicine*. 2014; 18 (4): 40–41. [In Russ.].
11. Janz V., Bartek B., Wassilew G.I., et al. Validation of synovial aspiration in girdlestone hips for detection of infection persistence in patients undergoing 2-stage revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2016; 31 (3): 684–687.
12. Shpinyak S.P., Barabash A.P., Lyasnikova A.V. The use of spacers in the treatment of infectious complications of total knee arthroplasty. *Modern problems of science and education*. 2015; 5. [In Russ.].

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Conflict of interests

The authors state that this work, its topic, subject and content do not have competing interests.

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 all rights of people participating in the trial including the informed consent when it is necessary and all requirements for treating animals were observed.

Информация об авторах

Гусейнов Али Исрафилович – кандидат медицинских наук, заведующий отделением гнойной хирургии, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 2 Департамента здравоохранения города Москвы»; e-mail: ali-gus@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1455-9214>

Раджабов Абдугани Абдукаюмович – доктор медицинских наук, руководитель отделения хирургической инфекции, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О. К. Скобелкина ФМБА России»; e-mail: oxford.07@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8954-0374>

Баранов Алексей Викторович – доктор медицинских наук, директор ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О. К. Скобелкина ФМБА России»; e-mail: aleksey-baranov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7995-758X>

Карандашов Владимир Иванович – доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения лазерных биотехнологий и клинической фармакологии, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О. К. Скобелкина ФМБА России»; e-mail: kvi42@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0026-8862>.

Дербенев Валентин Аркадьевич – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отделения хирургической инфекции, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О. К. Скобелкина ФМБА России»; e-mail: profderbenev@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1673-7800>.

Александрова Наталья Павловна – доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела медицинской реабилитации ГБУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы»; e-mail: anatalyp@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4647-4351>.

Information about authors

Guseynov Ali – MD, Cand. Sc. (Med.), Chief of the Department of Purulent Surgery, Hospital for War Veterans N 2, Department of Moscow Healthcare; e-mail: ali-gus@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1455-9214>.

Radzhabov Abdugani – MD, Dr. Sc. (Med.), Head of the Department of Surgical Infection, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, FMBA of Russia; e-mail: oxford.07@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8954-0374>.

Baranov Alexey – MD, Dr. Sc. (Med.), Director of Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, FMBA of Russia; e-mail: aleksey-baranov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7995-758X>

Karandashov Vladimir – MD, Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of Department of Laser Biotechnologies and Clinical Pharmacology, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, FMBA of Russia; e-mail: kvi42@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0026-8862>.

Derbenev Valentin – MD, Dr. Sc. (Med.), Professor, Chief Researcher in the Department of Surgical Infection, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, FMBA of Russia; e-mail: profderbenev@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1673-7800>.

Alexandrova Natalia – MD, Dr. Sc. (Biol.), Professor, Leading Researcher in Department of Medical Rehabilitation, Moscow Scientific-Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine; e-mail: anatalyp@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4647-4351>.

УДК 616.8-008.615

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-1-16-20

НЕВРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОСТКОВИДНОГО СИНДРОМА И ВОЗМОЖНОСТИ РЕАБИЛИТАЦИИ

О.Н. Бахарева¹, С.А. Бахарев², К.Ю. Конов², Д.А. Вантеев², Р.С. Лягушин²

¹ ФГБОУ ВО «Тверской государственный медицинский университет» Минздрава России, Тверь, Россия

² Тверской филиал Московского университета МВД России им В.Я. Кикотя, Тверь, Россия

Резюме

В Международную классификацию болезней десятого пересмотра (МКБ-10) внесены изменения, связанные с COVID-19 – появился отдельный код для описания постковидного синдрома. Нейросоматический статус больных, перенесших COVID-19, среди клинических проявлений заболевания демонстрирует жалобы не только церебрального, но и кардиального и общесоматического характера, которые сочетались с выраженной как личностной, так и реактивной тревожностью и умеренными когнитивными нарушениями и низким уровнем удовлетворенности своим состоянием.

Ключевые слова: COVID-19, неврологические и когнитивные нарушения, реабилитация

Для цитирования: Бахарева О.Н., Бахарев С.А., Конов К.Ю., Вантеев Д.А., Лягушин Р.С. Неврологические проявления постковидного синдрома и возможности реабилитации // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 1. – С. 16–20.

Контакты: Бахарева О.Н., e-mail: olgabach76@gmail.com

NEUROLOGICAL MANIFESTATIONS OF POST-COVID SYNDROME AND POSSIBILITIES OF REHABILITATION

Bakhareva O.N.¹, Bakharev S.A.¹, Konov K.Y.², Vanteev D.A.², Lyagushin R.S.²

¹ Tver State Medical University, Tver, Russia

² Tver Branch of Vladimir Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Tver, Russia

Abstract

Changes related to COVID-19 have been made to the International Classification of Diseases of the Tenth Revision (ICD-10) – a separate code has appeared to describe the postcoid syndrome. The neurosomatic status of patients who had COVID-19 is characterized not only with clinical manifestations of the disease but also with complaints of cerebral, cardiac and general somatic nature. Moreover, they are combined with severe personal and reactive anxiety as well as moderate cognitive impairments and low level of satisfaction of patients with their condition.

Key words: COVID-19, neurological and cognitive impairment, rehabilitation

For citations: Bakhareva O.N., Bakharev S.A., Konov K.Y., Vanteev D.A., Lyagushin R.S. Neurological manifestations of post-COVID syndrome and possibilities of rehabilitation. *Lazernaya medicina*. 2021; 25 (1): 16–20. [In Russ.].

Contacts: Bakhareva O.N., e-mail: olgabach76@gmail.com

АКТУАЛЬНОСТЬ

Понимание патогенеза COVID-19 постоянно расширяется. Временные руководства Минздрава России описали полиморфизм проявлений данной инфекции в остром периоде заболевания. Совершенно очевидно, что наряду с поражением бронхолегочной, данная инфекция поражает нервную и сердечно-сосудистую систему, являясь причиной многих осложнений данного заболевания. Неврологические осложнения COVID-19 встречаются примерно у половины госпитализированных пациентов [8, 9, 12]. У тяжелобольных пациентов доля неврологических осложнений выше, чем у пациентов с менее тяжелыми формами [10]. В Международную классификацию болезней десятого пересмотра (МКБ-10) внесены изменения, связанные с COVID-19. Код U09.9 позволяет связывать состояние пациента с ранее перенесенным заболеванием COVID-19 – *состояние после COVID-19*. Постковидный синдром (post-COVID-19 syndrome), также известный как Long COVID – последствия

коронавирусной инфекции (COVID-19), при которой до 20 % людей, перенесших коронавирусную инфекцию, страдают от долгосрочных симптомов, длящихся до 12 недель, а в 2,3 % случаев – дольше.

Однако остаются недостаточно уточненными неврологические расстройства в исходе перенесенной COVID-19 инфекции и тяжесть этих проявлений. От этих знаний зависит разработка индивидуальных программ реабилитации в зависимости от уровня поражения и характера реабилитационного потенциала пациентов. Если подходы медицинской реабилитации в ангионеврологии давно изучены и структурированы [1, 2, 5–7], то сосудистые осложнения, вызванные COVID-19, требуют разработки новых подходов и методик в реабилитации, значит и расширения арсенала лечебных факторов. Место физических методов лечения – прежде всего кинезотерапии и аппаратной физиотерапии с использованием преформированных физических факторов – постоянно расширяется. Одним из направлений повышения эффективности

реабилитации является применение новых технологий, в том числе лазерной терапии – перспективного и бурно развивающегося метода лечения, благодаря его уникальной эффективности и универсальности достигаемых эффектов. Еще в 1990-х годах В.В. Скупченко и Т.Г. Маховская (1993) убедительно показали целесообразность применения лазерных методов лечения в неврологии [3, 4], которые на современном этапе активно включаются в программы реабилитации сосудистых заболеваний. Исследование механизмов действия лазерных методов лечения, нахождение оптимальных режимов сочетания лазерной терапии в соответствии с клиническим полиморфизмом проявлений COVID-19 с последующим включением их в комплексную программу реабилитации, оценка ее результатов с учетом современных методических подходов являются актуальными задачами клинической нейрореабилитации и физиотерапии на современном этапе.

Цель исследования: изучение клинических особенностей и неврологической симптоматики у пациентов, перенесших COVID-19.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

На базе диагностического центра ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» Минздрава России обследовано 50 больных, перенесших COVID-19 легкой и средней степени тяжести в исходе заболевания $36,3 \pm 1,9$ дня. Средний возраст больных составил $49,4 \pm 4,7$ года.

В группе исследования было 34 женщины, 16 мужчин.

Среди пациентов, перенесших COVID-19, только 26 (52 %) имели подтверждение наличия заболевания, полученное методом ПЦР-исследования мазков носоглотки, 16 (31 %) пациентам было проведено КТ-исследование грудной клетки с подтверждением поражения легочной ткани от 10 до 50 %, 9 (17 %) больных имели признаки перенесенной инфекции без верификации методом ПЦР или КТ грудной клетки. После сбора анамнеза пациентов, обратившихся амбулаторно по поводу последствий ковида, стало известно, что 6 (12 %) проходили стационарное лечение COVID-19, 44 (88 %) – получали лечение амбулаторно. Подтверждение качественного или количественного уровня IgM или IgG антител к COVID-19 спустя 30 дней от перенесенной инфекции получено только у 37 (74 %) больных.

С целью определения уровня тревожности пациентам предлагалось пройти тест по «Шкале оценки реактивной (ситуативной) и личностной тревожности», разработанный Ч.Д. Спилбергером и адаптированный Ю.Л. Ханиным [5, 6]. Эта методика является надежным информативным способом самооценки уровня тревожности в данный момент (оценивается реактивная тревожность как состояние, и личностная тревожность – как устойчивая характеристика человека). Шкала оценки состоит из двух частей,

в которых отдельно оцениваются реактивная и личностная тревожности.

Нарушения высших корковых функций при различных хронических заболеваниях имеют определенное значение в экспертно-психологической практике. В связи с этим были применены методики, позволяющие выявить когнитивные расстройства и их степень выраженности. Одним из самых простых и высокоинформативных тестов на определение когнитивных нарушений является Монреальская шкала оценки когнитивных функций (Montreal Cognitive Assessment – MoCA) [6], которая оценивает скорость мыслительных функций и может применяться для выявления умеренных когнитивных нарушений.

Для оценки качества жизни использовалась визуально-аналоговая шкала ВАШ [7].

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась методом вариационной статистики и корреляционного анализа с помощью пакета программ Microsoft Excel 7.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

За истекший год активной борьбы всего населения земного шара с коронавирусной инфекцией достаточно изучен основной набор симптомов заболевания. У 80 % пациентов оно протекает в легкой форме, наиболее тяжелые формы развивались у пациентов пожилого возраста (60 лет и старше). У заболевших пациентов часто отмечаются такие сопутствующие заболевания, как сахарный диабет (в 20 %), артериальная гипертензия (в 15 %), другие сердечно-сосудистые заболевания (15 %). Однако остаются недостаточно изученными неврологические расстройства в исходе перенесенной COVID-19 инфекции и тяжесть этих проявлений.

Все пациенты COVID-19, принявшие участие в исследовании, подвергались тщательному общеклиническому и неврологическому обследованию. У 16 (32 %) больных, перенесших COVID-19, которым проведено МРТ-сканирование головного мозга, были обнаружены единичные очаги вещества головного мозга дистрофического характера, признаки смешанной гидроцефалии, зоны лейкоареоза.

В клиническом анализе крови у большинства (81 %) пациентов сохранялись повышенная СОЭ, тромбоцитоз, незначительный лейкоцитоз; в биохимическом анализе крови – повышение трансаминаз (АСТ, АЛТ) разной степени выраженности (у 38 %), гипергликемия (у 24 %), гиперкреатинемия (у 14 %), повышение содержания СРБ (у 54 %).

Субъективное обследование позволило выявить наличие жалоб разной степени выраженности у всех пациентов.

Как видно из таблицы 1, основные жалобы больных, перенесших COVID-19, имели характер не только церебральных, но и кардиальных и общесоматических.

Таблица 1
Анализ основных симптомов больных, перенесших COVID-19

Table 1
Analysis of basic symptoms in patients who have had COVID-19

Симптомы Symptoms	%
Головная боль Headache	87
Головокружение Dizziness	61
Шаткость при ходьбе Unsteadiness	54
Нарушения восприятия запахов Anosmia	23
Нарушения восприятия вкуса Disturbances in taste perception	14
Цервикоалгия Cervicalgia	65
Чувствительные расстройства Sensitive disorders	45
Снижение памяти Decreased memory	62
Рассеянность Difficulty focusing	69
Одышка Dyspnea	34
Сердцебиение Palpitations	62
Артериальная гипертензия Arterial hypertension	71
Артериальная гипотензия Arterial hypotension	16
Раздражительность Irritability	74
Снижение настроения Decreased mood	61
Панические атаки Panic attacks	29
Общая слабость General weakness	45

Среди неврологических расстройств основными жалобами были застойные головные боли, сопровождающиеся чувством давления на глазные яблоки, головокружение, цервикоалгия, что может быть связано с тем, что вирус, действуя на рецепторы, которые участвуют в регулировании кровяного давления, вызывает брадикининовый шторм. Сосуды расширяются и становятся более проницаемы, плазма накапливается в тканях, вызывая отек и, действуя на ноцицепторы, вызывает боль. Также с постковидным синдромом связан синдром активации тучных клеток (mast cell activation syndrome – MCAS) – когда тучные клетки выделяют чрезмерное количество медиаторов, что приводит к хроническому воспалению [8].

Кроме того, длительно сохраняющееся снижение памяти, рассеянность, невозможность

сосредоточиться, видимо, связаны с тем, что вирус, размножаясь в эндотелии сосудов, вызывает гиперкоагуляцию. Наличие микротромбов в кровяном русле выводит из строя обильно васкуляризованные органы, такие как железы внутренней секреции (щитовидная железа, надпочечники, гипофиз, гонады и др.), сердце, почки и мозг, что приводит в том числе к ишемии головного мозга [9].

Нередко длительно сохраняются чувствительные расстройства, в том числе нарушения обоняния и вкуса, полинейропатия, что, возможно, связано с тем, что вирус нейротропен, то есть, попадая в нервную систему через обонятельные рецепторы в верхней носовой раковине, может повреждать напрямую структуры головного мозга, такие как лимбическая система, гипоталамус [10], мозжечок и другие.

Среди кардиальных жалоб чаще всего встречались артериальная гипертензия и сердцебиение, реже – одышка и гипотензия. Повреждения *n. vagus* вызывают большое разнообразие симптомов, а также определяют их волнообразный характер. Это нарушение связано с разбалансировкой парасимпатической и симпатической систем – отсюда проблемы с частотой сердечных сокращений, ортостатическая тахикардия, проблемы со сном, подобие панических атак, а также тревожные расстройства [11].

Среди общесоматических жалоб наиболее часто выявлялись раздражительность, снижение настроения и общая слабость, что связано с тем, что нарушение гемостаза вызывает также изменения уровня циркулирующего серотонина, что в свою очередь вызывает мучительные мигрени, глубокие депрессивные состояния. Кроме того, вклад в патогенез осложнений заболевания вносит антифосфолипидный синдром – это обусловлено тем, что вирус, размножаясь во многих тканях и органах, использует для своей оболочки фосфолипиды организма хозяина, которые, соединяясь с белками поверхности (капсида) вируса, представляют из себя цель для антител. Не исключено, что антитела могут помогать вирусу проникать в иммунные клетки по принципу антитело-зависимого усиления инфекции (antibody-dependent enhancement – ADE) [12].

В неврологическом статусе определялись чаще синдром внутрисерпной гипертензии, вестибулокоординаторные, интеллектуально-мнестические и реже чувствительные, двигательные нарушения.

Для изучения характера и выраженности психозомоциональных расстройств больным предлагалось пройти тест по «Шкале оценки реактивной (ситуативной) и личностной тревожности», разработанный Ч.Д. Спилбергером и адаптированный Ю.Л. Ханиным.

Наблюдается тенденция к выраженной как личностной ($51,7 \pm 2,1$), так и реактивной ($47,1 \pm 1,9$) тревожности.

Всем пациентам проведено нейропсихологическое исследование по изучению характера и выраженности когнитивных нарушений по шкале MoCA. Уровень

снижения интеллектуальных способностей составил $23,8 \pm 0,9$ балла, что соответствовало пограничным значениям между легкими и когнитивными нарушениями.

При оценке уровня удовлетворенности своим состоянием по шкале ВАШ его уровень в среднем составил 42 %.

Таким образом, нейросоматический статус больных, перенесших COVID-19, выглядел следующим образом: среди клинических проявлений заболевания регистрировались жалобы не только церебрального, но и кардиального и общесоматического характера, которые сочетались с выраженной как личностной, так и реактивной тревожностью и умеренными когнитивными нарушениями и низким уровнем удовлетворенности своим состоянием.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что у больных, перенесших COVID-19, среди клинических проявлений заболевания регистрировались жалобы не только церебрального, но и кардиального и общесоматического характера. Среди основных неврологических проявлений больных, перенесших COVID-19, чаще определялись синдром внутрисерпной гипертензии, вестибулокоординаторные, интеллектуально-мнестические и реже чувствительные и двигательные нарушения. В профиле психоэмоциональных расстройств больных, перенесших COVID-19, выраженная личностная и реактивная тревожность сочеталась с умеренными когнитивными нарушениями и низким уровнем удовлетворенности своим состоянием.

В связи с мозаичностью выявленных нарушений как церебрального, так и общесоматического характера, в комплексной терапии больных, перенесших COVID-19, требуется назначение не только лекарственного лечения, но и немедикаментозной реабилитации больных. Выявленная мультифакторная симптоматика больных с последствиями ковида, в основе которой, по-видимому, лежит аутоиммунное воспаление, приводящее к гиперкоагуляции и формированию антифосфолипидного синдрома, а также множества сосудистых осложнений, требует разработки индивидуальных программ реабилитации больных, позволяющих оказывать воздействие на нарушения микроциркуляции органов и тканей, в том числе включая возможности комбинированного применения лазерных методов лечения, эффективно применяемых в комплексном лечении больных с ишемическим инсультом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черношюкина И.П., Чичановская Л.В., Бахарева О.Н. и др. Оптимальная модель оказания нейрореабилитационной помощи в Тверской области. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2017; 5: 26–29.
2. Чичановская Л.В., Бахарева О.Н., Веселов С.В. и др. Повышение эффективности лечения в системе медицин-

Таблица 2

Структура неврологических синдромов

Table 2

Structure of neurological syndromes

Неврологические синдромы Neurological syndromes	%
Пирамидный Pyramidal	21
Синдром внутрисерпной гипертензии Intracranial hypertension syndrome	62
Чувствительные расстройства Sensory disorders	37
Вестибулокоординаторные расстройства Vestibulocoordinating disorders	58
Интеллектуально-мнестические расстройства Intellectual-mnestic disorders	54

ской реабилитации больных с сердечно-сосудистыми заболеваниями в Тверской области. *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. 2017; 10: 72–79.

3. Маслов А.С., Новиков А.Е., Основина И.П. и др. Низкоинтенсивное лазерное облучение крови в комплексной терапии пациентов с ишемическим инсультом. *Тромбоз, гемостаз и реология*. 2018; 1 (73): 24–27.
4. Нечипуренко Н.И., Анацкая Л.Н., Матусевич Л.И. Влияние лазерной гемотерапии на некоторые биохимические показатели крови в остром периоде лакунарных инфарктов мозга. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2014; 114 (7): 43–48.
5. *Психологические тесты для профессионалов*. Автор-сост. Н.Ф. Гребень. Минск: Современная школа, 2007; 496 с.
6. *Когнитивные расстройства у лиц пожилого и старческого возраста: клинические рекомендации, утвержденные Минздравом России*. – М., 2020.
7. Мороз И.Н. Инструменты оценки качества жизни, связанные со здоровьем. *Военная медицина*. 2019; 4: 78–85.
8. World Health Organization Director-General's remarks at the media briefing on 2019-nCoV on 11 February 2020. <http://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-remarks-at-the-media-briefing-on-2019-ncov-on-11-february-2020>
9. World Health Organization. Novel Coronavirus (2019-nCoV) technical guidance. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance>
10. Centers for Disease Control and Prevention. 2019 Novel coronavirus, Wuhan, China. Information for Healthcare Professionals. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-nCoV/hcp/index.html>
11. National Institutes of Health. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Treatment Guidelines. <https://covid19treatmentguidelines.nih.gov/>
12. Mao L., Jin H., Wang M., et al. Neurologic manifestations of hospitalized patients with coronavirus disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA Neurol*. 2020; 77: 683.

REFERENCES

1. Chernonoshkina I.P., Chichanovskaya L.V., Bakhareva O.N., et al. Optimal model of neurorehabilitation assistance in the Tver region. *Vestnik неврологии, психиатрии*

- i neyrokhirurgii*. 2017; 5: 26–29. [In Russ.].
2. Chichanovskaya L.V., Bakhareva O.N., Veselov S.V., et al. Improving the effectiveness of treatment in the system of medical rehabilitation of patients with cardiovascular diseases in the Tver region. *Vestnik nevrologii, psikiatrii i neyrokhirurgii*. 2017; 10: 72–79. [In Russ.].
 3. Maslov A.S., Novikov A.E., Osnovina I.P., et al. Low-intensity laser blood irradiation in the complex therapy of patients with ischemic stroke. *Tromboz, gemostaz i reologiya*. 2018; 1 (73): 24–27. [In Russ.].
 4. Nechipurenko N.I., Anatskaya L.N., Matusevich L.I. Influence of laser hemotherapy on some biochemical blood parameters in the acute period of lacunar cerebral infarctions. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova*. 2014; 114 (7): 43–48. [In Russ.].
 5. *Psychological tests for professionals*. Compiled by N.F. Greben. Minsk: Sovremennaya shkola, 2007; 496 p. [In Russ.].
 6. *Cognitive disorders in elderly and senile people: Clinical guidelines approved by the Ministry of Health of Russia*. Moscow, 2020. [In Russ.].
 7. Moroz I.N. Health-related quality of life assessment methods. *Voennaya meditsina*. 2019; 4: 78–85. [In Russ.].
 8. World Health Organization Director-General's remarks at the media briefing on 2019-nCoV on 11 February 2020. <http://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-remarks-at-the-media-briefing-on-2019-ncov-on-11-february-2020>
 9. World Health Organization. Novel Coronavirus (2019-nCoV) technical guidance. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/technical-guidance>
 10. Centers for Disease Control and Prevention. 2019 Novel coronavirus, Wuhan, China. Information for Healthcare Professionals. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-nCoV/hcp/index.html>
 11. National Institutes of Health. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Treatment Guidelines. <https://covid19treatmentguidelines.nih.gov/>
 12. Mao L., Jin H., Wang M., et al. Neurologic manifestations of hospitalized patients with coronavirus disease 2019 in Wuhan, China. *JAMA Neurol*. 2020; 77: 683.

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

Информация об авторах

Бахарева Ольга Николаевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры неврологии, реабилитации и нейрохирургии, ФГБОУ ВО «Тверской ГМУ» Минздрава России; e-mail: olgabach76@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0442-4524>.

Бахарев Станислав Александрович – преподаватель кафедры тактико-специальной, огневой и физической подготовки, Тверской филиал Московского университета МВД России им. В.Я. Кикотя; e-mail: ustass73@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3490-2243>.

Конов Константин Юрьевич – преподаватель кафедры тактико-специальной, огневой и физической подготовки, Тверской филиал Московского университета МВД России им. В.Я. Кикотя; e-mail: ustass73@yandex.ru; spin 8276-9642

Вантеев Дмитрий Алексеевич – старший преподаватель кафедры тактико-специальной, огневой и физической подготовки, Тверской филиал Московского университета МВД России им. В.Я. Кикотя; e-mail: ustass73@yandex.ru.

Лягушин Роман Сергеевич – старший преподаватель кафедры тактико-специальной, огневой и физической подготовки, Тверской филиал Московского университета МВД России им. В.Я. Кикотя; e-mail: ustass73@yandex.ru.

Information about authors

Bakhareva Olga – Associate Professor at the Department of Neurology, Rehabilitation and Neurosurgery, Tver State Medical University; e-mail: olgabach76@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0442-4524>.

Bakharev Stanislav – Lecturer of the Department of Tactical, Special, Weapon and Physical Training, Tver Branch of Vladimir Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia; e-mail: ustass73@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3490-2243>.

Konov Konstantin – Lecturer of the Department of Tactical, Special, Weapon and Physical Training, Tver Branch of Vladimir Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia; e-mail: ustass73@yandex.ru; spin 8276-9642.

Vanteev Dmitry – Senior Lecturer of the Department of Tactical, Special, Weapon and Physical Training, Tver Branch of Vladimir Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia; e-mail: ustass73@yandex.ru.

Lyagushin Roman – Senior Lecturer of the Department of Tactical, Special, Weapon and Physical Training, Tver Branch of Vladimir Kikot Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia; e-mail: ustass73@yandex.ru.

УДК: 616.147.3-002-08:615.849.19

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-1-21-26

ВЛИЯНИЕ ВНУТРИВЕННОЙ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ (ВЛОК) НА ЛИМФОВЕНОЗНЫЙ ОТТОК И СОСТОЯНИЕ ГУМОРАЛЬНОГО И КЛЕТОЧНОГО ИММУНИТЕТА У ПАЦИЕНТОВ С ПОСТТРОМБОФЛЕБИТИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНЬЮ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Г.В. Яровенко, С.Е. Каторкин, А.В. Яшков

ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Самара, Россия

Резюме

Посттромбофлебитическая болезнь нижних конечностей встречается от 14 до 29 % случаев и развивается в течение первых двух лет после перенесенного эпизода тромбоза глубоких вен нижних конечностей у 20–50 % пациентов. *Цель:* применение внутривенной лазеротерапии (ВЛОК) для оптимизации результатов лечения посттромбофлебитической болезни (ПТФБ) нижних конечностей. *Материалы и методы.* ВЛОК проведена 52 пациентам, которые по клиническому признаку разделены на две группы: 1-я группа – 18 чел. в стадии окклюзии, 2-я группа – 34 чел. в стадии реканализации. Курс ВЛОК состоял из 7 процедур с мощностью излучения 3–15 мВт, частотой импульсов 80–3000 Гц, экспозицией 5–15 минут. Ультразвуковым методом контролировали параметры венозного оттока и паховых лимфатических узлов. Радиальной иммунодиффузией определяли содержание IgG, IgM и IgA в плазме и сыворотке крови, турбидиметрией – циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК), Т-лимфоциты – по рецепторам к эритроцитам. Люминесцентно-серологическим и методом комплементарного розеткообразования выявляли содержание В-лимфоцитов. *Результаты и обсуждение.* Выявлено статистически значимое увеличение линейного и объемного кровотока в обеих группах по магистральным сосудам. По большой подкожной вене в 1-й группе линейный кровоток увеличился на 5,2 %, а объемный – до $113,0 \pm 2,14$ мл/мин ($p < 0,01$). Во 2-й группе объемный кровоток замедлялся на 4,1 %. Статистически значимо сокращались паховые лимфоузлы, сужался медуллярный слой до $0,32 \pm 0,05$ см ($p < 0,05$), снижался уровень IgG, IgM и ЦИК, повышалось количество Т-лимфоцитов до $60,2 \pm 1,7$ % ($p < 0,05$). *Заключение.* Эффективное воздействие ВЛОК на венозный отток, лимфатические узлы и состояние гуморального и клеточного иммунитета у пациентов с ПТФБ дает повод для внедрения метода в широкую клиническую практику.

Ключевые слова: посттромбофлебитическая болезнь, внутривенное лазерное облучение крови, венозный отток, лимфатические узлы, гуморальный и клеточный иммунитет

Для цитирования: Яровенко Г.В., Каторкин С.Е., Яшков А.В. Влияние внутривенной лазеротерапии (ВЛОК) на лимфовеенозный отток и состояние гуморального и клеточного иммунитета у пациентов с посттромбофлебитической болезнью нижних конечностей // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 1. – С. 21–26.

Контакты: Яровенко Г.В., e-mail: yarovenko_galina@mail.ru

Работа выполнялась в соответствии с планом научных исследований ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет». Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов авторы не получали.

INFLUENCE OF INTRAVENOUS LASER BLOOD IRRADIATION ON LYMPHOVENOUS OUTFLOW AND THE STATE OF HUMORAL AND CELLULAR IMMUNITY IN PATIENTS WITH POST-THROMBOPHLEBITIC DISEASE OF THE LOWER EXTREMITIES

Yarovenko G.V., Katorkin S.E., Yashkov A.V.

Samara State Medical University, Samara, Russia

Abstract

Post-thrombophlebitis of lower extremities occurs in 14–29 % of cases and develops within the first two years after the episode of deep vein thrombosis of lower extremities in 20–50 % of patients. *Objective:* to apply intravenous laser blood irradiation (ILBI) for optimizing outcomes in patients with post-thrombophlebitic disease of their lower extremities. *Materials and methods.* 52 patients were treated with ILBI. They were randomized into two groups by the following clinical criteria: stage of occlusion – 18 patients (Group 1) and stage of recanalization – 34 patients (Group 2). ILBI course included 7 sessions: irradiation power – 3–15 mW, pulse frequency – 80–3000 Hz, exposure time – 5–15 minutes. Parameters of venous outflow and inguinal lymph nodes were monitored by ultrasound examination. Radial immunodiffusion was used to determine levels of IgG, IgM and IgA in blood plasma and serum; turbidimetry – to determine immune complexes; T-lymphocytes – by the receptors to erythrocytes. B-lymphocyte level was monitored with luminescence-serological and complementary rosette formation techniques. *Results and discussion.* A statistically significant increase in linear and volumetric blood flow in great vessels was revealed in both groups. In Group 1, linear blood flow in the great saphenous vein increased by 5.2 %; volumetric blood flow increased up to 113.0 ± 2.14 mL/min ($p < 0.01$). In Group 2, volumetric blood flow slowed down by 4.1 %. Lymph nodes contracted statistically significantly; the medullary layer narrowed up to 0.32 ± 0.05 cm ($p < 0.05$), level of IgG, IgM and CIC decreased; number of T-lymphocytes increased up to 60.2 ± 1.7 % ($p < 0.05$). *Conclusion.* The revealed effects of intravenous laser blood irradiation at the venous outflow, lymph nodes and humoral and cellular immunity in patients with post-thrombophlebitic disease of lower extremities give a reason to recommend the implementation of the discussed technique into a wide clinical practice.

Key words: post-thrombophlebitic disease, intravenous laser blood irradiation, venous outflow, lymph nodes, humoral and cellular immunity

For citation: Yarovenko G.V., Katorkin S.E., Yashkov A.V. Influence of intravenous laser blood irradiation on lymphovenous outflow and the state of humoral and cellular immunity in patients with post-thrombophlebitic disease of the lower extremities. *Lazernaya medicina*. 2021; 25 (1): 21–26. [In Russ.].

Contacts: Yarovenko G.V., e-mail: yarovenko_galina@mail.ru

Funding: The authors did not receive financial support from pharmpreparation manufacturers.

ВВЕДЕНИЕ

На посттромбофлебитическую болезнь нижних конечностей (ПТФБ) приходится 14–29 % всех случаев хронической венозной недостаточности. ПТФБ развивается у 20–50 % пациентов, перенесших тромбоз глубоких вен нижних конечностей, как правило, в течение первых двух лет после эпизода. Это заболевание является одним из причин развития хронической венозной недостаточности со значительным снижением качества жизни и трудоспособности в возрасте до 60 лет [1, 2].

Клиническая картина ПТФБ вариабельна, выражается в появлении отека пораженной конечности, наличием болевого синдрома и в дальнейшем – трофическими нарушениями в дистальной части конечности [3, 4]. Даже на современном этапе развития медицины коррекция лимфатического оттока у больных ПТФБ является еще до конца не решенной задачей [5]. Наряду с консервативным и оперативным подходом к данной проблеме, для получения максимального эффекта и улучшения качества жизни пациентов с данной нозологией в комплексном лечении использовалось нефармакологическое средство – внутривенное лазерное облучение крови (ВЛОК) [6, 7], что в современной концепции лечения пациентов с ПТФБ, по нашему мнению, является актуальным.

Цель исследования: применение внутривенной лазеротерапии для оптимизации результатов лечения посттромбофлебитической болезни нижних конечностей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В проспективном сравнительном исследовании, проведенном в сосудистом отделении клиники и кафедры госпитальной хирургии ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России в период с 2017 по 2019 г., было изучено состояние венозного оттока, параметров, паховых лимфатических узлов и состояние гуморального и клеточного иммунитета у 52 пациентов с ПТФБ нижних конечностей, получавших ВЛОК.

От каждого пациента было получено информированное согласие на участие в исследовании, которое проводилось в соответствии с утвержденным протоколом, этическими принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (Сеул, 2008), трехсторонним Соглашением по надлежащей клинической практике (ICH GCP) и действующим законодательством РФ.

По клиническому признаку (окклюзия или реканализация патологически измененной вены) все пациенты были разделены на две группы: ПТФБ в стадии окклюзии (1-я группа) – 18 человек, ПТФБ в стадии реканализации (2-я группа) – 34 пациента. Возрастной диапазон составил от 22 до 73 лет, средний возраст пациентов – $43,54 \pm 4,5$ года. Из них 12 (23,1 %) мужчин и 40 (76,9 %) женщин. Длительность заболевания – от 8 месяцев до 6 лет ($3,6 \pm 0,8$ года). Статистических различий между группами по возрасту ($t = 0,2$; $p = 0,831$), полу ($\chi^2 = 0,008$; $p = 0,993$), нозологии ($\chi^2 = 0,004$; $p = 0,995$), давности заболевания ПТФБ ($t = 0,14$; $p = 0,891$) не зафиксировали.

Комплексное лечение всех пациентов включало компрессионную терапию и стандартные схемы назначения флеботоников. Обе группы пациентов получали ВЛОК в процессе консервативного лечения или до оперативного вмешательства. Курс лечения состоял из 7 процедур, проводимых ежедневно или один раз в два дня. Излучение на дистальном конце световода устанавливалось с мощностью 3–15 мВт, частотой импульсов 80–3000 Гц, экспозицией 5–15 минут по индивидуальной схеме с дозой энергии за сеанс, определяемой по формуле: $E = P_{cp} \times T/S$, где: S – площадь светового пятна с торца световода (неизменная величина), P_{cp} – средняя мощность, T – экспозиция [8, 9].

Критерии включения: наличие ПТФБ в стадии окклюзии и реканализации с присутствием периферического отека, но без трофических нарушений. Из исследования исключены пациенты с сопутствующими заболеваниями: геморрагическими васкулитами и патологическими процессами с повышенной кровоточивостью, анемией, сахарным диабетом, декомпенсированными заболеваниями сердечно-сосудистой системы с недостаточностью кровообращения IIБ.

Комплекс исследований проводился перед началом лечения (1-е исследование), в середине курса на 5–7-й день лечения (2-е исследование) и в конце лечения на 7–14-й день (3-е исследование). Исследование включало: 1) сбор медицинского анамнеза; 2) осмотр сосудистым хирургом; 3) ультразвуковое дуплексное сканирование (УСДГ) сосудов нижних конечностей; 4) оценку состояния паховых лимфатических узлов ультразвуковым методом; 5) определение показателей гуморального иммунитета (IgG, IgA, IgM) и ЦИК; 6) изучение состояния клеточного иммунитета (Т- и В-лимфоцитов).

Оценка эффективности применения ВЛОК проводилась на основании следующих критериев: 1) изменение венозного кровотока; 2) линейные размеры и структура

паховых лимфатических узлов; 3) динамика показателей гуморального и клеточного иммунитета.

В процессе проведения ВЛОК для контроля за состоянием венозного оттока и параметрами паховых лимфатических узлов использовали аппараты «SonoAce R» и «SonoScape» (Южная Корея) с секторальным и линейным датчиками. Методом радиальной иммунодиффузии с применением пластмассовых планшет фирмы «РЕАФАРМ», содержащих агаровый гель со специфической антисывороткой против IgG, IgA, IgM, определяли содержание иммуноглобулинов в плазме и сыворотке крови в диапазонах: 1,09–38,54 мг/мл – для IgG, 0,10–8,67 мг/мл – для IgA и 0,11–5,29 мг/мл – для IgM. Циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК) исследовались турбидиметрическим методом. Методы идентификации Т- и В-лимфоцитов крови и лимфоидных органов основаны на свойствах их рецепторов адсорбировать вещества различной природы. В-лимфоциты мы выявляли люминесцентно-серологическим методом по рецепторам к иммуноглобулинам и методом комплементарного розеткообразования. Т-лимфоциты определяли по рецепторам к эритроцитам.

Внутривенное лазерное облучение крови осуществлялось аппаратом «Матрикс-ВЛОК» (Российская Федерация). Курс лечения состоял из 7 процедур, проводимых ежедневно или один раз в два дня [8, 9, 10]. Нами использовалось излучение в красной части спектра, с длиной волны 635 нм. Манипуляция выполнялась с применением стерильных одноразовых световодов КИВЛ-01 с иглой, которые соединялись со специальным разъемом излучателя. Аппарат «Матрикс-ВЛОК» дает возможность контролировать мощность излучения и устанавливать цифровую индикацию длительности процедуры [11].

Полученные результаты представлены в виде абсолютных и относительных величин ($M \pm m$), средних со стандартным отклонением (σ). Значимость различий количественных данных оценивали с использованием t -критерия Стьюдента, при оценке различия долей использовали критерий χ^2 . Для выявления взаимосвязи параметров лимфатических узлов, гуморального и клеточного иммунитета использовали критерий Пирсона (n).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для 1-й группы больных с ПТФБ нижних конечностей в стадии окклюзии было характерно наличие тромботической окклюзии в одном из отделов венозного коллектора, но в совокупности результатов получены средние показатели для всей группы обследованных больных. Для 2-й группы пациентов ПТФБ нижних конечностей в стадии реканализации нами отмечено утолщение стенок реканализированных вен со сниженным кровотоком по измененному сосуду, недостаточность клапанного аппарата. Выявленные изменения линейного и объемного кровотока по поверхностной

бедренной артерии (ПБА), поверхностной бедренной вене (ПБВ), глубокой бедренной вене (ГБВ), большой подкожной (БПВ) и подколенной венам (ПкВ) представлены на рисунке 1.

В процессе и после выполнения процедуры ВЛОК у пациентов ($n = 52$) обеих групп осложнений и аллергических реакций не было зафиксировано. В результате исследования выявлено статистически значимое увеличение линейного и объемного кровотока под действием ВЛОК у пациентов обеих групп по поверхностной бедренной вене и глубокой вене бедра при их неизменной площади, что говорит об усилении коллатерального кровотока. Для пациентов с ПТФБ в стадии окклюзии объемный кровоток по поверхностной бедренной вене составлял $201,17 \pm 2,49$ мл/мин до ВЛОК, после проведенного курса ВЛОК этот параметр составил $240,2 \pm 3,66$ мл/мин ($p < 0,001$). По глубокой вене бедра линейный кровоток соответствовал $12,24 \pm 0,35$ см/сек, объемный – $87,33 \pm 1,26$ мл/мин, после семи сеансов ВЛОК – $16,68 \pm 0,62$ см/сек ($p < 0,001$) и $137,6 \pm 2,04$ мл/мин ($p < 0,001$) соответственно. По большой подкожной вене линейный кровоток увеличился с $12,27 \pm 0,29$ до $12,94 \pm 0,56$ см/сек, т. е. на 5,2 %, а объемный – с $104,83 \pm 1,63$ до $113,0 \pm 2,14$ мл/мин ($p < 0,01$). У пациентов данной группы происходит компенсаторное усиление венозного оттока в системе большой подкожной вены, что подтверждается полученными результатами.

Для пациентов с ПТФБ нижних конечностей в стадии реканализации аналогично увеличивался объемный кровоток по поверхностной бедренной вене – с $113,14 \pm 1,27$ до $128,17 \pm 1,52$ мл/мин ($p < 0,001$). По глубокой бедренной вене усиливался как линейный, так и объемный кровоток – с $9,93 \pm 0,25$ см/сек и $94,5 \pm 0,87$ мл/мин до $11,93 \pm 0,29$ см/сек ($p < 0,001$) и $119,38 \pm 0,94$ мл/мин ($p < 0,001$) соответственно.

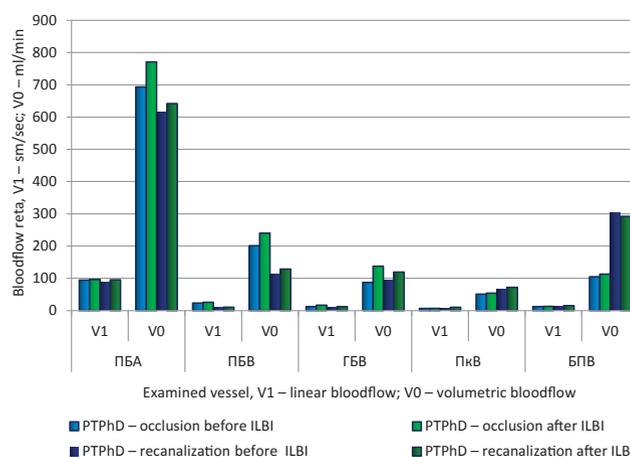


Рис. 1. Изменения макрогемодинамики у больных ПТФБ нижних конечностей ($n = 52$) в стадии окклюзии и реканализации до и после ВЛОК

Fig. 1. Changes in macrohemodynamics in patients with post-thrombotic disease of lower extremities ($n = 52$) at the stage of occlusion and recanalization before and after ILBI

По большой подкожной вене объемный кровоток зафиксирован с незначительным замедлением – с $304,8 \pm 4,66$ до $292,72 \pm 4,63$ мл/мин, в процентном выражении – на 4,1 %. Отмечено, что после проведенного курса лечения ВЛОК (10–14 дней) сонографические данные венозной окклюзии или степени реканализации остаются неизменными.

В обеих группах ($n = 33$: у 8 пациентов – в первой и 25 – во второй группе), так как статистически значимых различий значений между группами не получено, изменения под действием ВЛОК характеризовались уменьшением линейных размеров лимфатических узлов, изменением их структуры (величины паракортикального и медуллярного слоев). Так как прямой путь лимфы по лимфатическому узлу осуществляется по корковому слою (кортикальному и паракортикальному), а не прямой – по медуллярному в воротный синус, то характер изменений структуры лимфатических узлов указывает на усиление тока лимфы по лимфатическому узлу после курса ВЛОК (табл. 1).

Анализируя полученные данные, мы установили, что лимфатические узлы во всех наблюдениях уменьшались в размерах под действием ВЛОК, по нашему мнению, за счет сокращения гладкомышечных волокон, находящихся в капсуле лимфатического узла. Размеры лимфатического узла варьировали: длина – от $2,64 \pm 0,07$ до $1,75 \pm 0,10$ см, ширина – от $1,00 \pm 0,05$ до $0,58 \pm 0,06$ см. Сокращение лимфатического узла способствовало выталкиванию лимфы из депо в корковом слое. Статистически значимо уменьшался медуллярный слой – с $0,44 \pm 0,03$ до $0,32 \pm 0,05$ см. Паракортикальный слой истончался с тенденцией к достоверности с $0,29 \pm 0,03$ до $0,2 \pm 0,04$ см. Полученные изменения в структуре лимфатических узлов мы расценили как усиление тока лимфы по лимфатическому узлу.

Лимфатические узлы участвуют в реакциях иммунитета гуморального и клеточного типа. В настоящее время имеются четкие представления о характере изменений в лимфатических узлах в зависимости от вида иммунологической реакции. Кортикальная зона является местом локализации тимуснезависимых В-лимфоцитов. Эта зона узла ответственна за иммунологическую реакцию выработки гуморальных антител. Паракортикальная зона содержит тимусзависимые Т-лимфоциты, которые пролиферируют в ней в процессе реакции клеточного иммунитета. Мозговые тяжи, так же, как и кортикальная зона, являются местом пролиферации В-лимфоцитов. Поэтому нами изучены изменения В- и Т-лимфоцитов, иммуноглобулинов А, М, G и циркулирующих иммунных комплексов под действием внутрисосудистого лазерного облучения крови (табл. 2). Данное исследование проведено у пациентов обеих групп ($n = 30$): у 8 чел. из 1-й группы и у 22 – из второй, так как статистически значимых различий значений между группами не получено.

Установлено, что под действием ВЛОК статистически значимо снижался уровень IgG (от $16,07 \pm 0,44$ до $13,16 \pm 0,27$ мг/мл) и уменьшались показатели IgM (от $2,0 \pm 0,08$ до $1,58 \pm 0,08$ мг/мл). Изначально высокий уровень ЦИК изменялся от $120,33 \pm 4,36$ до $83,67 \pm 3,31$ усл. ед. Под действием ВЛОК происходит однонаправленное изменение уровня ЦИК у пациентов из обеих групп.

Получены результаты экспрессии поверхностных антигенов лимфоцитов периферической крови в обеих группах пациентов с ПТФБ нижних конечностей. Выявлена статистически значимая тенденция к повышению общего числа Т-лимфоцитов, но не обнаружены различия в степени активации В-клеточного звена иммунитета.

Таблица 1

Изменение линейных размеров и структуры паховых лимфатических узлов под действием ВЛОК

Table 1

Changes in the linear dimensions and structure of the inguinal lymph nodes under the influence of intravenous laser blood irradiation

Параметры паховых лимфатических узлов (см) Parameters of inguinal lymph nodes (cm)	Пациенты с ПТФБ нижних конечностей ($n = 33$) Patients with PTPh of low extremities ($n = 33$)			
	до ВЛОК before ILBI		после ВЛОК after ILBI	
	<i>M</i>	<i>m</i>	<i>M</i>	<i>m</i>
Длина Length	2,64	0,07	$1,75^{***}$ $p < 0,001$	0,10
Ширина Width	1,0	0,05	0,58	0,06
Паракортикальный слой Paracortical layer	0,29	0,03	0,2	0,04
Медуллярный слой Medullar layer	0,44	0,03	$0,32^*$ $p < 0,05$	0,05

Примечание: *, *** – использовался критерий Стьюдента.

Note: *, *** – Student's *t*-criterion was used.

Таблица 2

Изменение IgA, IgM, IgG, ЦИК, В- и Т-лимфоцитов в процессе применения ВЛОК у пациентов с ПТФБ нижних конечностей

Table 2

Changes in IgA, IgM, IgG, CEC, B- and T-lymphocytes during ILBI in patients with post-thrombotic disease of lower extremities

Показатели Indexes	Пациенты с ПТФБ (n = 30) Patients with PTPh (n = 30)			
	до ВЛОК before ILBI		после ВЛОК after ILBI	
	M	m	M	m
IgG (мг/мл) IgG (mg/mL)	16,07	0,44	13,16 *** p < 0,001	0,27
IgA (мг/мл) IgA (mg/mL)	1,84	0,09	2,19	0,21
IgM (мг/мл) IGM (mg/mL)	2,00	0,08	1,58	0,08
ЦИК (усл. ед.) CEC (cond. units)	120,33	4,36	83,67 *** p < 0,001	3,31
Т-лимфоциты (%) T-lymphocytes (%)	48,0	1,4	60,2 * p < 0,05	1,7
В-лимфоциты (%) B-lymphocytes (%)	37,3	2,1	43,7	1,6

Примечание: *, *** – использовался критерий Стьюдента.

Note: *, *** – Student's t-criterion was used.

Полученные данные свидетельствуют о повышении содержания Т-лимфоцитов (с $48,0 \pm 1,4$ до $60,2 \pm 1,7$ %) и В-лимфоцитов (с $37,3 \pm 2,1$ до $43,7 \pm 1,6$ %). Подобные изменения характеризуют дифференцировкой В-лимфоцитов в плазматические клетки в лимфатических узлах и скоплением их в мозговой части узла (тимус-независимой кортикальной и медуллярной области лимфатического узла), выходом Т-лимфоцитов из паракортикального слоя (уменьшение тимус-зависимой, паракортикальной области, места основного скопления Т-лимфоцитов в лимфатическом узле).

При проведении корреляционного анализа Пирсона, нами отмечена однонаправленная тенденция к уменьшению содержания Ig G и Ig M у обеих групп пациентов при $r = 0,68$ в первом случае и $r = 0,67$ во втором. Отмечено повышение содержания Т- и В-лимфоцитов (для Т-лимфоцитов $r = 0,65$) и уменьшение линейных размеров лимфатических узлов ($r = -0,61$ длины и $r = -0,78$ ширины). Эти изменения разнонаправлены.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подтвержденное положительное влияние ВЛОК на венозный отток, лимфатические узлы и состояние гуморального и клеточного иммунитета у пациентов с ПТФБ нижних конечностей как в стадии окклюзии, так и в стадии реканализации, дает повод для внедрения данного метода в широкую клиническую практику.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шанаев И.Н. Современные представления о механизмах развития варикозной и посттромботической болезней. *Кубанский научный медицинский вестник*. 2020; 27 (1): 105–125. DOI: 10.25207/1608-6228-2020-27-1-105-125
2. Шанаев И.Н. Изучение системных гемодинамических нарушений у пациентов с варикозной и посттромботической болезнями. *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2020; 19 (2): 32–37. DOI: 10.24884/1682-6655-2020-19-2-32-37
3. Дунаевская С.С. Хроническая венозная недостаточность – взгляд на проблему. *РМЖ. Медицинское обозрение*. 2018; 2 (11): 60–63.
4. Дуванский В.А., Азизов Г.А. Особенности регионарной микроциркуляции у больных хронической венозной недостаточностью стадии С6. *Лазерная медицина*. 2011; 15 (1): 12–15.
5. Киришин А.А., Киришин А.А., Стяжкина С.Н. и др. Коррекция патофизиологической гемодинамики у больных с посттромбофлебитической болезнью нижних конечностей в стадии трофических расстройств. *Colloquium Journal*. 2019; 36 (12–1): 50–51.
6. 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
7. Гавриленко А.В., Мусаев М.М., Вахрамьян П.Е. Лазерные технологии в лечении трофических язв венозной этиологии. *Лазерная медицина*. 2015; 19 (4): 58–62. DOI: 10.37895/2071-8004-2015-19-4-58-62
8. Москвин С.В., Хадарцев А.А. Лазерное освечивание крови: основные терапевтические методы (систематический

- обзор литературы). *Вестник новых медицинских технологий (Электронное издание)*. 2018; (1): 141–150. DOI: 10.24411/2075-4094-2018-15977
9. Москвин С.В., Борисова О.Н., Беляева Е.А. Внутривенное лазерное освечение крови. *Клиническая медицина и фармакология*. 2017; 3 (1): 21–25. DOI: 10.12737/article_59300a8b187f65.72444083
 10. Гейниц А.В., Москвин С.В. Новые технологии внутривенного лазерного облучения крови: ВЛОК+УФОК и ВЛОК-405. М. – Тверь: Триада; 2010: 96.
 11. Кончугова Т.В., Асхадулин Е.В., Кульчицкая Д.Б. и др. Эффективность комбинированной лазерной терапии пациентов с трофическими язвами нижних конечностей на фоне хронической венозной недостаточности. *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры*. 2020; 97 (5): 45–51. DOI: 10.17116/kurort20209705145

REFERENCES

1. Shanaev I.N. Modern ideas about the mechanisms of development of varicose and post-thrombotic diseases. *Kubanskiy nauchnyy meditsinskiy vestnik*. 2020; 27 (1): 105–125. DOI: 10.25207/1608-6228-2020-27-1-105-125. [In Russ.].
2. Shanaev I.N. Study of systemic hemodynamic disorders in patients with varicose and post-thrombotic diseases. *Regionarnoe krovoobrashchenie i mikrotsirkulyatsiya*. 2020; 19 (2): 32–37. DOI: 10.24884/1682-6655-2020-19-2-32-37. [In Russ.].
3. Dunaevskaya S.S. Chronic venous insufficiency – a point of view on the problem. *RMZh. Meditsinskoe obozrenie*. 2018; 2 (11): 60–63. [In Russ.].
4. Duvansky V.A., Azizov G.A. Features of regional microcirculation in patients with chronic venous insufficiency stage С6. *Lazernaya meditsina*. 2011; 15 (1): 12–15. [In Russ.].
5. Kirshin A.A., Kirshin A.A., Styazhkina S.N. Correction of pathophysiological hemodynamics in patients with post-thrombophlebitic disease of the lower extremities at the stage of trophic disorders. *Colloquium Journal*. 2019; 36 (12–1): 50–51. [In Russ.].
6. Kozlov V.I., Astashov V.V. Photoactivating effect of low-intensity laser radiation on the microcirculation system and lymphoid organs. *Lazernaya meditsina*. 2020; 24 (1): 9–17. DOI: 10.37895/2071-8004-2020-24-1-9-17. [In Russ.].
7. Gavrilenko A.V., Musaev M.M., Vakhratyan P.E. Laser technologies in the treatment of trophic ulcers of venous etiology. *Lazernaya meditsina*. 2015; 19 (4): 58–62. DOI: 10.37895/2071-8004-2015-19-4-58-62. [In Russ.].
8. Moskvina S.V., Khadartsev A.A. Laser blood illumination: basic therapeutic methods (systematic literature review). *Vestnik novykh meditsinskiykh tekhnologiy (Elektronnoe izdanie)*. 2018; 1: 141–150. DOI: 10.24411/2075-4094-2018-15977. [In Russ.].

9. Moskvina S.V., Borisova O.N., Belyaeva E.A. Intravenous laser blood illumination. *Klinicheskaya meditsina i farmakologiya*. 2017; 3 (1): 21–25. DOI: 10.12737/article_59300a8b187f65.72444083. [In Russ.].
10. Geynits A.V., Moskvina S.V. New technologies of intravenous laser blood irradiation: ILBI + UFBI and ILBI-405. Moscow – Tver: Triada, 2010; 96 p. [In Russ.].
11. Konchugova T.V., Askhadulin E.V., Kulchitskaya D.B., et al. The effectiveness of combined laser therapy of patients with trophic ulcers of the lower extremities against the background of chronic venous insufficiency. *Voprosy kurortologii, fizioterapii i lechebnoy fizicheskoy kul'tury*. 2020; 97 (5): 45–51. DOI: 10.17116/kurort20209705145. [In Russ.].

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

Conflict of interest

The authors state that this work, its topic, subject and content do not have competing interests.

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 all rights of people participating in the trial including the informed consent when it is necessary and all requirements for treating animals were observed.

Информация об авторах

Яровенко Галина Викторовна – доктор медицинских наук, доцент кафедры госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; e-mail: yarovenko_galina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5043-7193>

Каторкин Сергей Евгеньевич – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой и клиникой госпитальной хирургии, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; e-mail: katorkinse@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7473-6692>

Яшков Александр Владимирович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской реабилитации, спортивной медицины, физиотерапии и курортологии, ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; e-mail: a_yashkov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1875-572X>

Information about authors

Yarovenko Galina – MD, Dr. Sc. (Med.), Associate Professor at the Department of Hospital Surgery, Samara State Medical University, e-mail: yarovenko_galina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5043-7193>

Katorkin Sergey – MD, Dr. Sc. (Med.), Docent, Head of the Department and Clinic of Hospital Surgery, Samara State Medical University, e-mail: katorkinse@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7473-6692>

Yashkov Alexander – MD, Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Medical Rehabilitation, Sports Medicine, Physiotherapy and Balneology, Samara State Medical University, e-mail: a_yashkov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1875-572X>

УДК: 617.58-005.4-005.1-08-002-089.844:616.13-007.272

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-1-27-35

СОСТОЯНИЕ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА, ГЕМОСТАЗА, ВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ КОРРЕКЦИИ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НЕПРЯМОЙ РЕВАСКУЛЯРИЗАЦИИ У БОЛЬНЫХ С КРИТИЧЕСКОЙ ИШЕМИЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ (КОРРЕЛЯЦИОННО-СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)

Дж.В. Косаев¹, И.А. Гасанов², Н.С. Абушов¹, Г.Т. Таги-заде¹

¹ Научный центр хирургии им. акад. М.А. Топчубашева, Баку, Азербайджан

² Национальный центр онкологии, Баку, Азербайджан

Резюме

Цель: изучить состояние липидного обмена, гемостаза, воспалительной реакции и возможности их коррекции после операций непрямо́й реваскуляризации у больных с критической ишемией нижних конечностей (КИНК) на фоне дистальной стено-окклюзии артерий. **Материал и методы.** Проанализированы изменения гемостаза и динамика его показателей при комплексном хирургическом лечении у 131 больного с КИНК на фоне дистальной стено-окклюзии артерий. При непрямо́й реваскуляризации в периоперационном периоде у 34 больных проводили стандартную терапию (контрольная группа), у 32 больных – стандартную терапию в сочетании с внутривенным лазерным облучением крови (I группа), у 32 больных – стандартную терапию в сочетании с цитокинотерапией с ронколейкином (II группа), у 33 больных – стандартную терапию в сочетании с внутривенным лазерным облучением крови и цитокинотерапией (III группа). В динамике изучали показатели липидного обмена (общий холестерин, липопротеиды очень низкой плотности, липопротеиды высокой плотности, триглицериды), продуктов перекисного окисления липидов (малоновые диальдегиды, конъюгаты, супероксиддисмутаза), медиаторов воспалительной реакции (С-реактивный белок, сialовые кислоты, серомукоиды, фибриноген А, циркулирующие иммунные комплексы), параметры гемостаза (фибриноген, фибринолитическая активность, продукты деградации фибрина, активность анти-тромбина III). Показатели гемостаза сравнивали с идентичными параметрами 48 практически здоровых лиц (референсная группа). **Результаты.** При поступлении в клинику у больных с КИНК при дистальной стено-окклюзии выявлено резкое изменение липидного обмена, воспалительной реакции и гемостаза. **Заключение.** Включение внутривенного лазерного облучения крови и цитокинотерапии в отдельности и в сочетании в комплекс лечебных мероприятий приводило к нивелированию изученных показателей гемостаза. Наилучшие результаты получены при совместном периоперационном применении внутривенного лазерного облучения крови и цитокинотерапии при непрямо́й реваскуляризации.

Ключевые слова: дистальная окклюзия артерий, критическая ишемия нижних конечностей, непрямо́й реваскуляризация, внутривенное лазерное облучение крови, цитокинотерапия

Для цитирования: Косаев Дж.В., Гасанов И.А., Абушов Н.С., Таги-заде Г.Т. Состояние липидного обмена, гемостаза, воспалительной реакции и возможности их коррекции при операциях непрямо́й реваскуляризации у больных с критической ишемией нижних конечностей (корреляционно-статистический анализ) // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 1. – С. 27–35.

Контакты: Косаев Дж.В., e-mail: jvkosayev@mail.ru

THE STATE OF LIPID EXCHANGE, HEMOSTASIS, INFLAMMATORY REACTION AND POTENTIALS FOR THEIR CORRECTION IN INDIRECT REVASCULARIZATION IN PATIENTS WITH CRITICAL ISCHEMIA OF LOWER EXTREMITIES (A CORRELATION STATISTICAL ANALYSIS)

Kosayev J.V.¹, Khasanov I.A.², Abushov N.S.¹, Taghi-zade G.T.¹

¹ Topchubashev Scientific Center of Surgery, Baku, Azerbaijan

² National Center of Oncology, Baku, Azerbaijan

Abstract

Aim: to study the state of lipid metabolism, hemostasis, inflammatory reaction and the potential for their correction after indirect revascularization in patients with distal steno-occlusion of arteries and critical ischemia of lower extremities (critical ILE). **Material and methods.** Changes in hemostasis and dynamics of its parameters during the complex surgical treatment in 131 patients with critical ILE and distal arterial steno-occlusion were analyzed. To achieve the targeted goals, patients were divided into the following groups: 34 patients had traditional care (control group); 32 patients had intravenous laser blood irradiation in combination with standard therapy (Group I); 32 patients had cytokine therapy with roncoleukin in combination with standard therapy (Group II); 33 patients had intravenous laser blood irradiation combined with cytokine therapy and standard therapy (Group III). Parameters of lipid metabolism were studied in dynamics (total cholesterol, very low density lipoproteins, high density lipoproteins, triglycerides); products of lipid peroxidation (malondialdehydes, conjugates, superoxide dismutase); inflammatory mediators (C-reactive protein, sialic acids, seromucoids, fibrinogen A, circulating immune complexes); hemostatic parameters (fibrinogen, fibrinolytic activity, fibrin degradation products, antithrombin III activity). Hemostatic indices were compared with identical parameters of 48 apparently healthy

individuals (reference group). *Results.* On admission, patients with critical ILE and distal wall occlusion had sharp changes in their lipid metabolism, inflammatory reaction, and hemostasis. *Conclusion.* The inclusion of intravenous laser blood irradiation and cytokine therapy separately and in combination in a set of therapeutic measures led to the leveling of the studied homeostasis indicators. The best results were obtained in the group where patients had combined perioperative intravenous laser blood irradiation with cytokine therapy in indirect revascularization.

Key words: distal arterial occlusion, critical lower limb ischemia, indirect revascularization, intravenous laser blood irradiation, cytokine therapy

For citations: Kosayev J.V., Hasanov I.A., Abushov N.S., Taghi-zade G.T. The state of lipid exchange, hemostasis, inflammatory reaction and potentials for their correction in indirect revascularization in patients with critical ischemia of lower extremities (a correlation statistical analysis). *Lazernaya medicina.* 2021; 25 (1): 27–35. [In Russ.].

Contacts: Kosayev J.V., e-mail: jvkosayev@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Облитерирующими заболеваниями артерий нижних конечностей страдает около 3 % населения, среди которых критическая ишемия развивается в 35–65 % случаев. Данная патология выявляется у 5 % населения старше 50 лет. По данным А.В. Покровского (2010), атеросклероз артерий нижних конечностей составляет более 20 % всех видов сердечно-сосудистых заболеваний. В последние годы наблюдается увеличение заболеваемости сердечно-сосудистыми заболеваниями, а также «омоложение» пациентов в структуре патологии [1, 2].

При дистальном поражении артерий из-за невозможности проведения прямой реваскуляризации применяются операции непрямого реваскуляризации – реваскуляризирующая остеотрепанация и поясничная симпатэктомия [3–6].

Прогрессирование облитерирующего процесса приводит к развитию критической ишемии нижней конечности (КИНК) в течение 3–5 лет после появления первых симптомов заболевания. Одним из факторов развития и прогрессирования является развитие эндотелиальной дисфункции. Маркером эндотелиальной дисфункции является гиперкоагуляционный синдром в системе гемостаза. Выявление особенностей изменений в системе гемостаза при КИНК позволит оптимизировать лечение заболевания [7–10].

В патогенезе развития КИНК у больных облитерирующими заболеваниями артерий значительную роль играет нарушения в системе гемостаза. Тяжелая степень хронической ишемии, наряду с тяжелой клинической картиной, характеризуется активацией прокоагулянтной и угнетением антикоагулянтной системы, нарушается гемореология [11–15].

У больных с окклюзивными заболеваниями артерий нижних конечностей (КИНК) наблюдается нарастание уровня проатерогенных фракций липопротеидов, снижается уровень антиатерогенной фракции липопротеидов. Нарушается равновесие в оксидантно-антиоксидантной системе с усилением перекисного окисления липидов. Нарушение липидного обмена, активация оксидантной системы и угнетение антиоксидантной защиты организма усугубляются при развитии критической ишемии [16–21].

Исследованиями последних лет установлена патогенетическая роль асептического и инфекционно-воспаления в развитии критической ишемии. Чем

выше степень ишемии, тем более значительно повышается уровень медиаторов воспалительной реакции [1, 16, 22].

Цель исследования: изучить состояние липидного обмена, гемостаза, воспалительной реакции и возможности их коррекции после операций непрямого реваскуляризации у больных с критической ишемией нижних конечностей на фоне дистальной стено-окклюзии артерий.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Проведено проспективное контролируемое клиническое исследование. На проведение данного исследования было получено разрешение Этического комитета Научного центра хирургии им. акад. М.А. Топчубашева. Все пациенты перед началом лечения были ознакомлены со всеми аспектами комплексного лечения и перед включением в него подписали соответствующее информационное согласие.

Проанализированы изменения гомеостаза и динамика его показателей при комплексном хирургическом лечении у 131 больного с КИНК при дистальной стено-окклюзии артерий в возрасте от 31 до 74 лет. Мужчин было 100 (76,3 %), женщин – 31 чел. (23,7 %). Этиологическими факторами КИНК были облитерирующий атеросклероз (у 87 чел., 66,4 %) и облитерирующий тромбангиит (у 44 чел., 33,6 %). Причиной развития критической ишемии явилась нереконструктабельная окклюзия бедренно-подколенно-тибиального и тибиадно-стопного сегментов артерий. Из сопутствующих заболеваний были отмечены артериальная гипертензия, ишемическая болезнь сердца, хроническое нарушение мозгового кровообращения, сахарный диабет, хронические обструктивные заболевания бронхо-легочной системы, а также почечная недостаточность, эрозивное поражение желудка и 12-перстной кишки.

Из-за невозможности проведения шунтирующих операций для стимуляции регионарного кровообращения были произведены следующие виды непрямого реваскуляризации: реваскуляризирующая остеотрепанация (РОТ) – у 42 больных; поясничная симпатэктомия (ПСЭ) – у 51 больного; ПСЭ + РОТ – у 38 больных.

При непрямого реваскуляризации в периоперационном периоде у 34 больных проводили стандартную терапию (контрольная группа), у 32 больных – стандартную терапию + внутривенное лазерное

облучение крови (ВЛОК) (I группа), у 32 больных – стандартную терапию + цитокинотерапию (ЦТ) с ронколейкином (II группа), у 33 больных – стандартную терапию + ВЛОК + ЦТ (III группа). Параметры ВЛОК: длина волны лазерного излучения – 0,63 мкм, мощность лазерного излучения в конце световода – 5 мВт, экспозиция излучения – 30 мин, курс – 8–10 сеансов. ЦТ проводили двухкратным подкожным введением препарата ронколейкин («Биотех», Санкт-Петербург) в дозе 1 000 000 МЕ через 3 дня.

Для установления диагноза КИНК и оценки результатов лечения прослежены изменения в клиническом статусе пациента, проводили ультразвуковую доплерографию с ангиосканированием, мультиспиральную компьютерно-томографическую ангиографию, реовазографию, определили сатурацию кожи кислородом в дистальной части.

В динамике изучали показатели липидного обмена (общий холестерин (ОХ), липопротеиды очень низкой плотности (ЛПОНП), липопротеиды высокой плотности (ЛПВП), триглицериды (ТГ)), продуктов перекисного окисления липидов (малоновые диальдегиды (МД), диеновые конъюгаты (ДК), супероксиддисмутаза (СОД)), медиаторов воспалительной реакции (С-реактивный белок (СРБ), сиаловые кислоты (СК), серомукоиды (СМ), фибриноген А (Ф-А), циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК)), параметры гемостаза: фибриноген (Ф), фибринолитическая активность (ФА), продукты деградации фибрина (ПДФ), активность антитромбина III (АА-III). Показатели гомеостаза сравнивали с идентичными параметрами 48 практически здоровых лиц (референсная группа).

Полученные лабораторные данные были обработаны с вычислением средней арифметической (\bar{X}), ее средней ошибки (s_x), критерия согласия (χ^2) и коэффициента корреляции (r) Пирсона при уровне доверительной вероятности $p = 0,95$ ($p \leq 0,05$) и показателе точности $C_{sx} \leq 9,1\%$ [23].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

При поступлении в клинику у обследуемых больных нами выявлена выраженная дислипидемия с увеличением уровня ОХ, ТГ и проатерогенных ЛПОНП и уменьшением уровня ЛПВП. Так, при поступлении в клинику уровень ОХ, ТГ и ЛПОНП увеличился соответственно на 26,4–31,2 % ($p < 0,05$), 92,1–98,7 % ($p < 0,05$) и 117,3–134,6 % ($p < 0,05$), уровень ЛПВП снизился на 30,2–34,7 % ($p < 0,05$). У больных контрольной группы в завершении лечения изменения уровней липидного обмена оказались незначительными и недостоверными. При использовании ВЛОК и ЦТ в отдельности и в сочетании в периоперационном периоде к завершению лечения в стационаре наблюдали достоверное нивелирование липидограммы. Так, к завершению лечения у больных основных групп уровень ОХ, ТГ и ЛПОНП снизился соответственно

на 14,3–17,7 % ($p < 0,05$), 18,5–41,9 % ($p < 0,05$), 16,8–27,4 % ($p < 0,05$), констатировано нарастание уровня ЛПВП на 18,8–34,7 % ($p < 0,05$).

Корреляционно-статистическим анализом изучали взаимосвязь между нивелированием параметров липидного обмена и тактикой проведенного лечения в периоперационном периоде (табл. 1). Выявлено, что нивелирование параметров липидного обмена в зависимости от тактики лечения в периоперационном периоде статистически значимо ($p < 0,05$ – $0,01$ – $0,001$) и между этими факторами имеется тесная корреляционная связь ($r = 0,4$ – $0,5$ – $0,6$).

Первоначальными исследованиями выявлен дисбаланс оксидантно-антиоксидантной системы у больных с КИНК: угнетение антиоксидантной защиты и активация перекисного окисления липидов. Уровень показателей МД и ДК повышен на 119,0–133,3 % ($p < 0,05$) и 161,8–182,4 % ($p < 0,05$), уровень показателя СОД уменьшен на 58,1–58,1 % ($p < 0,05$).

Повторное исследование в конце лечения выявило незначительные и недостоверные изменения показателей указанных параметров у больных контрольной группы. У больных основных групп нами констатировано нарастание уровня СОД на 46,5–64,3 % ($p < 0,05$), уменьшение уровня МД и ДК соответственно на 40,5–43,8 % ($p < 0,05$) и 41,9–56,2 % ($p < 0,05$).

Корреляционно-статистический анализ показал, что к завершению лечения уменьшение МД и ДК, повышение СОД статистически значимо ($p < 0,01$ – $0,001$), между динамикой этих параметров и тактикой периоперационного лечения имеется тесная корреляционная связь ($r = 0,4$ – $0,5$ – $0,6$) (табл. 2).

При поступлении в клинику в сравнении с показателями референсной группы у больных контрольной и основных групп (I, II и III группы) наблюдали резко выраженное нарастание уровня Ф соответственно на 36,2 % ($p < 0,05$), 43,3 % ($p < 0,05$), 40,9 % ($p < 0,05$) и 38,6 % ($p < 0,05$), ПДФ – соответственно на 142 % ($p < 0,05$), 145,9 % ($p < 0,05$), 134,5 % ($p < 0,05$) и 146,4 % ($p < 0,05$), зафиксировано резкое уменьшение уровня ФА соответственно на 40,5 % ($p < 0,05$), 38,8 % ($p < 0,05$), 36,4 % ($p < 0,05$) и 37,2 % ($p < 0,05$), АА-III – соответственно на 22,4 % ($p < 0,05$), 24,2 % ($p < 0,05$), 81,6 % ($p < 0,05$) и 21,2 % ($p < 0,05$).

В контрольной группе больных в завершении лечения констатирована незначительная положительная динамика коагулологических показателей. Так, наблюдали тенденцию к уменьшению уровня показателей Ф, ПДФ соответственно на 2,9 % ($p > 0,05$) и 15,3 % ($p > 0,05$), тенденцию к увеличению уровня ФА и АА-III соответственно на 13,8 % ($p < 0,05$) и 6,6 % ($p > 0,05$).

Применение ВЛОК в периоперационном периоде приводило к достоверному нивелированию показателей гемостаза. В сравнении с исходными данными в конце комплексного хирургического лечения наблюдали снижение уровня Ф и ПДФ соответственно на 14,5 % ($p < 0,05$) и 35,5 % ($p < 0,05$), нарастание

Таблица 1

Взаимосвязь изменения липидного обмена с характером лечения в периоперационном периоде при непрямо́й реваскуляризации у пациентов с критической ишемией нижних конечностей (количество больных; χ^2 ; p ; r)

Table 1

Relation of changes in lipid metabolic parameters and curative modality at the perioperative period in indirect revascularization in patients with critical lower limb ischemia (number of patients, χ^2 ; p ; r)

Показатели Parameters		Группы исследования Groups						
		Контрольная группа Control group (n = 34)	I группа Group I (n = 32)	II группа Group II (n = 32)	III группа Group III (n = 33)			
Общий холестерин Total cholesterol	уменьшен decreased	11	23	$\chi^2 = 10,399$ $p < 0,01$ $r = 0,5$	20	$\chi^2 = 6,015$ $p < 0,05$ $r = 0,4$	25	$\chi^2 = 12,690$ $p < 0,001$ $r = 0,6$
	без изменения no changes	23	9		12		8	
Липопротеиды очень низкой плотности Very low density lipoproteins	уменьшен decreased	12	24	$\chi^2 = 10,482$ $p < 0,01$ $r = 0,5$	22	$\chi^2 = 7,387$ $p < 0,01$ $r = 0,4$	25	$\chi^2 = 11,088$ $p < 0,001$ $r = 0,5$
	без изменения no changes	22	8		10		8	
Липопротеиды высокой плотности High density lipoproteins	повышен increased	15	27	$\chi^2 = 11,545$ $p < 0,001$ $r = 0,5$	24	$\chi^2 = 6,504$ $p < 0,05$ $r = 0,4$	28	$\chi^2 = 12,085$ $p < 0,001$ $r = 0,6$
	без изменения no changes	19	5		8		5	
Триглицериды Triglycerides	уменьшен decreased	14	25	$\chi^2 = 9,310$ $p < 0,01$ $r = 0,5$	23	$\chi^2 = 6,307$ $p < 0,05$ $r = 0,4$	27	$\chi^2 = 11,648$ $p < 0,001$ $r = 0,5$
	без изменения no changes	20	7		9		6	

Примечание. I группа – стандартная терапия + внутривенное лазерное облучение крови; II группа – стандартная терапия + цитокиноterapia; III группа – стандартная терапия + внутривенное лазерное облучение крови + цитокиноterapia.

Note. Group I – standard therapy + intravenous laser blood irradiation; Group II – standard therapy + cytokine therapy; Group III – standard therapy + intravenous laser blood irradiation + cytokine therapy.

Таблица 2

Взаимосвязь изменения параметров перекисного окисления липидов с характером лечения в периоперационном периоде при непрямо́й реваскуляризации (количество больных; χ^2 ; p ; r) у пациентов с критической ишемией нижних конечностей

Table 2

Relation of changes in lipid peroxidation parameters depending on the curative modality at the perioperative period in indirect revascularization in patients with critical lower limb ischemia (number of patients, χ^2 ; p ; r)

Показатели Parameters		Группы исследования Groups						
		Контрольная группа Control group (n = 34)	I группа Group I (n = 32)	II группа Group II (n = 32)	III группа Group III (n = 33)			
МД MD	уменьшен decreased	16	26	$\chi^2 = 8,328$ $p < 0,01$ $r = 0,5$	25	$\chi^2 = 6,761$ $p < 0,01$ $r = 0,4$	28	$\chi^2 = 10,608$ $p < 0,01$ $r = 0,5$
	без изменения no changes	18	6		7		5	
ДК DC	уменьшен decreased	15	26	$\chi^2 = 9,659$ $p > 0,01$ $r = 0,5$	24	$\chi^2 = 6,504$ $p < 0,05$ $r = 0,4$	28	$\chi^2 = 12,085$ $p < 0,001$ $r = 0,6$
	Без изменения no changes	19	6		8		5	
СОД SOD	повышен increased	15	26	$\chi^2 = 9,959$ $p > 0,01$ $r = 0,5$	24	$\chi^2 = 6,604$ $p < 0,05$ $r = 0,4$	28	$\chi^2 = 12,085$ $p < 0,001$ $r = 0,6$
	без изменения no changes	19	6		8		5	

Примечание. I группа – стандартная терапия + внутривенное лазерное облучение; II группа – стандартная терапия цитокиноterapia; III группа – стандартная терапия + внутривенное лазерное облучение + цитокиноterapia; МД – малоновые диальдегиды; ДК – диеновые конъюгаты; СОД – супероксиддисмутаза.

Note. Group I – standard therapy + intravenous laser blood irradiation; Group II – standard therapy + cytokine therapy; Group III – standard therapy + intravenous laser blood irradiation + cytokine therapy; MD – malondialdehyde; DC – conjugated dienes; SOD – superoxide dismutase.

уровня ФА, АА-III соответственно на 22,9 % ($p < 0,05$) и 24,2 % ($p < 0,05$).

Проведение цитокинотерапии в периоперационном периоде в сравнении с исходными данными в конце комплексного хирургического лечения значительно нивелировало коагулологические показатели. Уровень Ф и ПДФ снизился соответственно на 20,9 % ($p < 0,05$) и 25,4 % ($p < 0,05$), уровень ФА, АА-III повысился соответственно на 19,4 % ($p < 0,05$) и 18,1 % ($p < 0,05$).

Сочетанное применение ВЛОК и ЦТ в периоперационном периоде в сравнении с контрольной и двумя предыдущими группами значительно улучшило показатели гемостаза. Так, в конце лечения динамика показателей гемостаза характеризовалась снижением уровня Ф и ПДФ соответственно на 18,7 % ($p < 0,05$) и 40,1 % ($p < 0,05$), повышением уровня ФА, АА-III соответственно на 34,2 % ($p < 0,05$) и 21,1 % ($p < 0,05$).

Проводили корреляционно-статистический анализ зависимости нивелирования гемостаза от тактики лечения в периоперационном периоде и выявлено, что коррекция свертывающей и противосвертывающей систем в результате проводимого лечения статистически значима ($p < 0,05–0,01$), и между этими

факторами имеется тесная корреляционная связь ($r = 0,3–0,4–0,5$) (табл. 3).

До начала лечения показатели медиаторов воспалительной реакции у больных с КИНК оказались высокими. В соответствии с тяжестью общего состояния больных и манифестацией асептического и инфекционного воспаления уровень СРБ, СК, СМ, Ф-А и ЦИК был повышен соответственно на 162,9–193,0 % ($p < 0,05$), 28,9–31,3 % ($p < 0,05$), 27,8–29,1 % ($p < 0,05$), 198,3–208,1 % ($p < 0,05$) и 35,5–39,0 % ($p < 0,05$).

В конце лечения у больных контрольной группы мы наблюдали незначительное уменьшение показателей воспалительных медиаторов. Включение ВЛОК и ЦТ в отдельности и в сочетании в комплекс лечебных мероприятий в периоперационном периоде при непрямо́й реваскуляризации достоверно нивелировало уровень указанных параметров. Так, у больных основных групп нами констатировано достоверное уменьшение уровня СК, СМ, Ф-А и ЦИК соответственно на 16,5–16,7 % ($p < 0,05$), 17,3–17,8 % ($p < 0,05$), и 19,7–20,8 % ($p < 0,05$). Коррекция уровня СРБ в I группе больных оказалась статистически незначимой ($p < 0,05$), а в II, III группах наблюдали статистически значимое уменьшение ($p > 0,05$) уровня СРБ.

Таблица 3

Взаимосвязь изменения гемостаза с характером лечения в периоперационном периоде при непрямо́й реваскуляризации у пациентов с критической ишемией нижних конечностей (количество больных; χ^2 ; p ; r)

Table 3

Relation of changes in hemostatic parameters depending on the curative modality at the perioperative period in indirect revascularization in patients with critical lower limb ischemia (number of patients, χ^2 ; p ; r)

Показатели Parameters		Группы исследования Groups						
		Контрольная группа Control group ($n = 34$)	I группа Group I ($n = 32$)	II группа Group II ($n = 32$)		III группа Group III ($n = 33$)		
Ф F	уменьшен decreased	15	23	$\chi^2 = 5,930$ $p < 0,05$ $r = 0,4$	22	$\chi^2 = 4,061$ $p < 0,05$ $r = 0,3$	26	$\chi^2 = 8,477$ $p < 0,01$ $r = 0,5$
	без изменения no changes	19	9		10		7	
ФА FA	повышен increased	14	22	$\chi^2 = 5,055$ $p < 0,05$ $r = 0,4$	21	$\chi^2 = 3,956$ $p < 0,05$ $r = 0,3$	25	$\chi^2 = 8,232$ $p < 0,01$ $r = 0,5$
	без изменения no changes	20	10		11		8	
ПДФ PFD	уменьшен decreased	14	22	$\chi^2 = 5,995$ $p < 0,05$ $r = 0,4$	21	$\chi^2 = 3,956$ $p < 0,05$ $r = 0,3$	26	$\chi^2 = 9,847$ $p < 0,01$ $r = 0,5$
	без изменения no changes	20	10		11		7	
АА-III AA-III	повышен increased	13	28	$\chi^2 = 6,163$ $p < 0,05$ $r = 0,3$	21	$\chi^2 = 4,951$ $p < 0,05$ $r = 0,4$	24	$\chi^2 = 8,057$ $p < ,01$ $r = 0,5$
	без изменения no changes	21	4		11		9	

Примечание. I группа – стандартная терапия + внутривенное лазерное облучение крови; II группа – стандартная терапия + цитокинотерапия; III группа – стандартная терапия + внутривенное лазерное облучение крови + цитокинотерапия; Ф – фибриноген; ФА – фибринолитическая активность; ПДФ – продукты деградации фибрина; АА-III – активность антитромбина III.

Note. Group I – standard therapy + intravenous laser blood irradiation; Group II – standard therapy + cytokine therapy; Group III – standard therapy + intravenous laser blood irradiation + cytokine therapy; F – fibrinogen; FA – fibrinolytic activity; PFD – products of fibrin degradation; AA-III – activity of antithrombin III.

Корреляционно-статистический анализ показал, что коррекция параметров воспалительной реакции в зависимости от тактики периоперационного лечения при непрямо́й реваскуляризации у пациентов с критической ишемией нижних конечностей статистически значима ($p < 0,05-0,01-0,001$), и между коррекцией параметров и факторами периоперационного лечения имеется тесная корреляционная связь ($r = 0,3-0,4-0,5-0,6$) (табл. 4).

Выявленные нами изменения липидного обмена и антиоксидантной защиты организма, свертывающей и противосвертывающей системы, усиление активности воспалительной реакции соответствуют данным исследований других авторов, проведенных у больных с КИНК [8–13, 17]. У больных КИНК при дистальной стено-окклюзии артерий выявлено повышение атерогенных фракций липопротеидов, уменьшение антиоксидантной активности крови, усиление активации гиперкоагуляции, воспалительной реакции, причем более высокие показатели отмечены у больных с поражением артерий бедренно-подколенного,

подколенно-берцового сегментов, с мультиэтажным поражением сосудов и тяжелыми сопутствующими патологиями. Активация гиперкоагуляции сопровождается прогрессированием облитерирующего процесса, усугублением степени ишемии и развитием осложнений в мягких тканях. Применение ВЛОК и ЦТ в периоперационном периоде при непрямо́й реваскуляризации в отдельности и в сочетании достоверно нивелирует показатели липидного обмена, гемостаза и воспалительной реакции. Сбалансирование коагулянтного и антикоагулянтного звеньев гемостаза, улучшение реологии крови в результате коррекции липидного обмена и воспалительной реакции способствуют увеличению числа функционирующих сосудов микроциркуляторного русла, нарастанию кислородной обеспеченности тканей в ишемизированной конечности.

Включение ВЛОК и ЦТ в отдельности и в сочетании в комплекс лечебных мероприятий в периоперационном периоде при операциях непрямо́й реваскуляризации у больных с КИНК на фоне дистальной

Таблица 4

Взаимосвязь изменения медиаторов воспалительной реакции с характером лечения в периоперационном периоде при непрямо́й реваскуляризации у пациентов с критической ишемией нижних конечностей (количество больных; χ^2 ; p ; r)

Table 4

Relation of changes in inflammatory mediators depending on the curative modality at the perioperative period in indirect revascularization in patients with critical lower limb ischemia (number of patients, χ^2 ; p ; r)

Показатели Parameters		Группы исследования Groups			
		Контрольная группа Control group (n = 34)	I группа Group I (n = 32)	II группа Group II (n = 32)	III группа Group III (n = 33)
С-реактивный белок C-reactive protein	уменьшен decreased	13	20 $\chi^2 = 3,882$ $p < 0,05$ $r = 0,3$	24 $\chi^2 = 9,046$ $p < 0,01$ $r = 0,5$	26 $\chi^2 = 11,321$ $p < 0,001$ $r = 0,5$
	без изменения no changes	21	12	8	7
Серомукоиды Seromukoids	уменьшен decreased	11	23 $\chi^2 = 10,309$ $p < 0,01$ $r = 0,5$	22 $\chi^2 = 8,735$ $p < 0,01$ $r = 0,5$	25 $\chi^2 = 12,609$ $p < 0,001$ $r = 0,6$
	без изменения no changes	23	9	10	8
Сиаловые кислоты Sialic acids	уменьшен decreased	12	25 $\chi^2 = 12,277$ $p < 0,001$ $r = 0,6$	24 $\chi^2 = 10,482$ $p < 0,01$ $r = 0,5$	27 $\chi^2 = 14,900$ $p < 0,001$ $r = 0,6$
	без изменения no changes	22	7	8	6
Фибриноген А Fibrinogen A	уменьшен decreased	14	25 $\chi^2 = 9,310$ $p < 0,01$ $r = 0,5$	23 $\chi^2 = 6,307$ $p < 0,05$ $r = 0,4$	27 $\chi^2 = 11,648$ $p < 0,001$ $r = 0,5$
	без изменения no changes	20	7	9	6
Циркулирующий иммунный комплекс Circulating immune complexes	уменьшен decreased	13	25 $\chi^2 = 10,739$ $p < 0,01$ $r = 0,5$	24 $\chi^2 = 9,046$ $p < 0,01$ $r = 0,5$	27 $\chi^2 = 13,221$ $p < 0,001$ $r = 0,6$
	без изменения no changes	21	7	8	6

Примечание. I группа – стандартная терапия + внутривенное лазерное облучение крови; II группа – стандартная терапия + цитокинотерапия; III группа – стандартная терапия + внутривенное лазерное облучение крови + цитокинотерапия.

Note. Group I – standard therapy + intravenous laser blood irradiation; Group II – standard therapy + cytokine therapy; Group III – standard therapy + intravenous laser blood irradiation + cytokine therapy.

стено-окклюзии артерий достоверно корригирует показатели большинства показателей гомеостаза и между этими факторами имеется тесная корреляционная связь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отдельное и сочетанное применение ВЛОК и ЦТ в периоперационном периоде для коррекции показателей липидного обмена, гемостаза и воспалительной реакции при операциях непрямо́й реваскуляризации у больных КИНК при дистальной стено-окклюзии артерий является патогенетически обоснованным. Учитывая статистически значимую зависимость, динамику этих показателей можно рекомендовать в качестве критерия оценки эффективности коррекции нарушений липидного обмена, гемостаза и воспалительной реакции у больных КИНК при дистальной стено-окклюзии артерий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Национальные рекомендации по диагностике и лечению заболеваний артерий нижних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2019; 25 (2): 110 с.
2. *Покровский А.В.* Состояние сосудистой хирургии в 2009 г. М.: Медицина, 2010; 112 с.
3. *Зусманович Ф.Н.* Реваскуляризирующая остеотрпанация в лечении хронической критической ишемии нижних конечностей. *Хирургия*. 1999; 4: 10–12.
4. *Кохан Е.П., Пинчук О.В.* Размышление о поясничной симпатэктомии: годы и практика. К 90-летию применения метода в России (обзор литературы). *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2017; 23 (2): 186–190.
5. *Косаев Дж.В.* Ближайшие результаты консервативного лечения и операций непрямо́й реваскуляризации у больных с критической ишемией нижних конечностей на фоне дистальной стено-окклюзии артерий. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2020; 8: 55–60. DOI: 10.17116/hirurgia202008155
6. *Червяков Ю.В., Староверов И.Н., Власенко О.Н. и др.* Отдаленные результаты лечения больных с хронической ишемией нижних конечностей методами непрямо́й реваскуляризации и генотерапии. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2016; 22 (1): 29–36.
7. *Казанцев А.В., Корымасов Е.А.* Облитерирующий атеросклероз сосудов нижних конечностей: возможности диагностики прогрессирующего типа течения. *Кубанский научный вестник*. 2010; 8: 88–92.
8. *Cassar K., Bachoo P., Ford I., Greaves M., Brittenden J.* Markers of coagulation activation, endothelial stimulation and inflammation in patients with peripheral arterial disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2005; 29 (2): 171–176. DOI: 10.1016/j.ejvs.2004.11.001
9. *Rayt H.S., Merker L., Davies R.S.* Coagulation, fibrinolysis and platelet activation following open surgical or percutaneous angioplasty revascularization for symptomatic lower limb chronic ischemia. *Vasc Endovasc Surg*. 2015; 50 (3): 193–201. DOI: 10.1177/1538574416638759
10. *Коваленко В.И., Темрезев М.Б., Климович Л.Г., Борсов М.Х.* Факторы риска тромботических осложнений у больных с критической ишемией нижних конечностей. *РМЖ*. 2012; 1: 34–37.
11. *Петухов Е.Б., Кузнецов М.Р., Федин А.И. и др.* Геморегологические проблемы при хронической артериальной недостаточности нижних конечностей. *Ангиология и сосудистая терапия*. 2009; 2 (15): 13–18.
12. *Hussain M.A., Al-Orman M., Creager M.A. et al.* Antithrombotic therapy for peripheral artery disease: Recent advances. *J Am Coll Cardiol*. 2018; 71 (21): 2450–2467.
13. *Anand S.S., Bosh J., Eikelboom J.W. et al.* Rivaroxaban with or without aspirin in patients with stable peripheral or carotid artery disease: An international, randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet*. 2018; 391 (10117): 219–229.
14. *Косаев Дж.В.* Немедикаментозная коррекция гемореологии у больных с критической ишемией нижних конечностей после операций непрямо́й реваскуляризации. *Российский кардиологический журнал*. 2020; 25 (доп. вып. (март)): 7–8.
15. *Косаев Дж.В., Гасанов И.А., Абушов Н.С., Таги-заде Г.Т.* Возможности коррекции гемостаза и гемореологии с применением внутривенного лазерного облучения крови и цитокинотерапии в периоперационном периоде при непрямо́й реваскуляризации у больных с критической ишемией нижних конечностей. *Лазерная медицина*. 2020; 24 (2–3): 45–53.
16. *Косаев Дж.В.* Изменения гомеостаза и некоторые аспекты его коррекции после непрямо́й реваскуляризации у больных дистальной стено-окклюзией артерий с критической ишемией нижних конечностей. *Евразийский научно-медицинский журнал «Сино»*. 2020; 1–2: 41–48.
17. *Ежов М.В., Сергиенко И.В., Аронов Д.М. и др.* Диагностика и коррекция нарушений липидного обмена с целью профилактики и лечения атеросклероза. *Атеросклероз и дислипидемии*. 2017; 3 (28): 5–22.
18. *Лазаренко В.А., Бобровская Е.А., Белшков Л.Н.* Динамика липидного профиля и гемореологии у больных облитерирующим атеросклерозом артерий нижних конечностей на этапах пред- и послеоперационного периода. *Архив внутренней медицины*. 2019; 9 (3): 206–212. DOI: 10.20514/2226-6704-2019-9-3-206-212
19. *Antoniu G.A., Fisher R.K., Georgiadis G.S., et al.* Statin therapy in lower limb peripheral arterial disease: Systematic review and meta-analysis. *Vasc Pharmacol*. 2014; 63 (2): 79–87.
20. *Gerhand-Herman M.D., Gornik H.L., Barret C. et al.* 2016 AHA/ACC Guideline on the management of patients with lower peripheral artery disease: Executive summary: A report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2017; 69 (11): 1465–1508.
21. *Kumbhani D.J., Steg P.C., Cannon C.P., et al.* Statin therapy and long-term adverse limb outcomes in patients with peripheral artery disease: insights from the REACH registry. *Eur Heart J*. 2014; 35 (41): 2864–2872.
22. *Косаев Дж.В., Наджафов Н.А.* Системная воспалительная реакция у больных дистальной окклюзией артерий нижних конечностей в зависимости от тактики лечения. *Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания*. М., 2019; 20 (11): 161.
23. *Гржибовский А.М.* Корреляционный анализ. *Экология человека*. 2008; 9: 50–60.

REFERENCES

1. National guidelines for the diagnosis and treatment of diseases of the arteries of the lower extremities. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2019; 25 (2): 110 p. [In Russ.].
2. Pokrovsky A.V. The state of vascular surgery in 2009. Moscow: Meditsina, 2010; 112 p. [In Russ.].
3. Zusmanovich F.N. Revascularizing osteotrepation in the treatment of chronic critical ischemia of the lower extremities. *Khirurgiya*. 1999; 4: 10–12. [In Russ.].
4. Kokhan E.P., Pinchuk O.V. Reflections on lumbar sympathectomy: years and practice. On the occasion of the 90th anniversary of the application of the method in Russia (literature review). *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2017; 23 (2): 186–190. [In Russ.].
5. Kosaev Dzh.V. Immediate results of conservative treatment and indirect revascularization operations in patients with critical ischemia of the lower extremities on the background of distal steno-occlusion of arteries. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2020; 8: 55–60. DOI: 10.17116/hirurgia202008155. [In Russ.].
6. Chervyakov Yu.V., Staroverov I.N., Vlasenko O.N., et al. Long-term results of treatment of patients with chronic lower limb ischemia by methods of indirect revascularization and gene therapy. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2016; 22 (1): 29–36. [In Russ.].
7. Kazantsev A.V., Korymasov E.A. Obliterating atherosclerosis of the vessels of the lower extremities: The possibility of diagnosing a progressive type of course. *Kubanskiy nauchnyy vestnik*. 2010; 8: 88–92. [In Russ.].
8. Cassar K., Bachoo P., Ford I., Greaves M., Brittenden J. Markers of coagulation activation, endothelial stimulation and inflammation in patients with peripheral arterial disease. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2005; 29 (2): 171–176. DOI: 10.1016/j.ejvs.2004.11.001
9. Rayt H.S., Merker L., Davies R.S. Coagulation, fibrinolysis and platelet activation following open surgical or percutaneous angioplasty revascularization for symptomatic lower limb chronic ischemia. *Vasc Endovasc Surg*. 2015; 50 (3): 193–201. DOI: 10.1177/1538574416638759
10. Kovalenko V.I., Temrezov M.B., Klimovich L.G., Borsov M.Kh. Risk factors for thrombotic complications in patients with critical lower limb ischemia. *RMZh*. 2012; 1: 34–37. [In Russ.].
11. Petukhov E.B., Kuznetsov M.R., Fedin A.I., et al. Hemorheological problems in chronic arterial insufficiency of the lower extremities. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2009; 2 (15): 13–18. [In Russ.].
12. Hussain M.A., Al-Orman M., Creager M.A. et al. Anti-thrombotic therapy for peripheral artery disease: Recent advances. *J Am Coll Cardiol*. 2018; 71 (21): 2450–2467.
13. Anand S.S., Bosh J., Eikelboom J.W. et al. Rivaroxaban with or without aspirin in patients with stable peripheral or carotid artery disease: An international, randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Lancet*. 2018; 391 (10117): 219–229.
14. Kosaev Dzh.V. Non-drug correction of hemorheology in patients with critical ischemia of the lower extremities after indirect revascularization operations. *Rossiyskiy kardiologicheskii zhurnal*. 2020; 25 (March): 7–8. [In Russ.].
15. Kosaev J.V., Gasanov I.A., Abushov N.S., Tagi-zade G.T. Possibilities of correcting hemostasis and hemorheology using intravenous laser blood irradiation and cytokine therapy in the perioperative period with indirect revascularization in patients with critical lower limb ischemia. *Lazernaya meditsina*. 2020; 24 (2–3): 45–53. [In Russ.].
16. Kosaev Dzh.V. Changes in homeostasis and some aspects of its correction after indirect revascularization in patients with distal steno-occlusion of arteries with critical ischemia of the lower extremities. *Evraziyskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal "Sino"*. 2020; 1–2: 41–48. [In Russ.].
17. Ezhov M.V., Sergienko I.V., Aronov D.M., et al. Diagnostics and correction of lipid metabolism disorders for the prevention and treatment of atherosclerosis. *Ateroskleroz i dislipidemii*. 2017; 3 (28): 5–22. [In Russ.].
18. Lazarenko V.A., Bobrovskaya E.A., Belshkov L.N. Dynamics of the lipid profile and hemorheology in patients with obliterating atherosclerosis of the arteries of the lower extremities at the stages of the pre- and postoperative period. *Arkhiv vnutrenney meditsiny*. 2019; 9 (3): 206–212. DOI: 10.20514/2226-6704-2019-9-3-206-212. [In Russ.].
19. Antoniou G.A., Fisher R.K., Georgiadis G.S., et al. Statin therapy in lower limb peripheral arterial disease: Systematic review and meta-analysis. *Vasc Pharmacol*. 2014; 63 (2): 79–87.
20. Gerhand-Herman M.D., Gornik H.L., Barret C. et al. 2016 AHA/ACC Guideline on the management of patients with lower peripheral artery disease: Executive summary: A report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2017; 69 (11): 1465–1508.
21. Kumbhani D.J., Steg P.C., Cannon C.P., et al. Statin therapy and long-term adverse limb outcomes in patients with peripheral artery disease: insights from the REACH registry. *Eur Heart J*. 2014; 35 (41): 2864–2872.
22. Kosaev Dzh.V., Najafov N.A. Systemic inflammatory response in patients with distal occlusion of the arteries of the lower extremities, depending on the tactics of treatment. *Byulleten' NTSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN. Serdechno-sosudistye zabolvaniya*. Moscow, 2019; 20 (11): 161. [In Russ.].
23. Grzhibovskiy A.M. Correlation analysis. *Ekologiya cheloveka*. 2008; 9: 50–60. [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

Косаев Джамаладдин Вахидоглы – кандидат медицинских наук, главный научный сотрудник отделения хирургии сосудов, Научный центр хирургии им. акад. М.А. Топчубашева; e-mail: jvkosayev@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6625-2698>

Гасанов Ильгар Алиханоглы – доктор медицинских наук, доцент, руководитель лаборатории патоморфологии, Национальный центр онкологии; e-mail: ihasanov61@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2040-6580>

Абушов Насраддин Садррадиноглы – доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения хирургии сосудов, Научный центр хирургии им. акад. М.А. Топчубашева; e-mail: abushov1950@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5978-7800>

Таги-заде Гюлара Тагикызы – кандидат медицинских наук, главный научный сотрудник отделения хирургии сосудов, Научный центр хирургии им. акад. М.А. Топчубашева; e-mail: Gulara08@mail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8913-0674>

Information about authors

Kosayev Jamaladdin – MD, Cand. Sc. (Med.), Chief Researcher at the Department of Vascular Surgery, Topchubashev Scientific Center of Surgery; e-mail: jvkosayev@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6625-2698>

Hasanov Ilgar – MD, Dr. Sc. (Med.), Docent, Head of the Laboratory of Pathocytomorphology, Oncological National Center; e-mail: ihasanov61@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2040-6580>

Abushov Nasraddin – MD, Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department of Vascular Surgery, Topchubashev Scientific Center of Surgery; e-mail: abushov1950@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5978-7800>

Address (work): index AZ1122, Baku, st.Sharifzadeh, 196.

Tagh-izade Gulara – MD, Cand. Sc. (Med.), Senior Researcher, Department of Vascular Surgery, Topchubashev Scientific Center of Surgery; e-mail: Gulara08@mail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8913-0674>

УДК 616.8-089

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-1-36-44

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С КОМПРЕССИОННО-ИШЕМИЧЕСКОЙ НЕВРОПАТИЕЙ

М.В. Шпагин¹, А.В. Яриков², С.С. Павлов², А.А. Соколов³¹ Нижегородский межобластной нейрохирургический центр им. проф. А.П. Фраермана, Нижний Новгород, Россия² ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА России, Нижний Новгород, Россия³ ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, Нижний Новгород, Россия

Резюме

Цель исследования. Разработка способа лечения повреждений нервов, обеспечивающего снижение травматичности, опасности побочных реакций и повышение эффективности лечения компрессионно-ишемической невропатии. **Материалы и методы.** В исследование включены 22 пациента с компрессионно-ишемической невропатией. Для проведения лазеротерапии использовали лазерный аппарат низкоинтенсивного лазерного излучения «АЛОК-1», позволяющий воздействовать непосредственно на ткани лазерным лучом диаметром 0,8 мм и мощностью 1 мВт (длина волны излучения – 0,63 мкм). **Результаты.** Разработанным способом лазеротерапии удалось достичь субъективного, объективного и, по данным инструментального обследования, существенного улучшения по сравнению с дооперационным периодом. **Заключение.** Интраоперационная лазеротерапия компрессионно-ишемической невропатии показала достаточную эффективность, о чем свидетельствуют значительное уменьшение выраженности симптомов, вплоть до полного их регресса, а также высокий уровень удовлетворенности пациентов результатами операции.

Ключевые слова: лазеротерапия, компрессионно-ишемическая невропатия

Для цитирования: Шпагин М.В., Яриков А.В., Павлов С.С., Соколов А.А. Применение лазеротерапии в комплексном лечении больных с компрессионно-ишемической невропатией // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 1 – С. 36–44.

Контакты: Шпагин М.В., e-mail: shpagin-maksim@rambler.ru

LASER THERAPY IN THE COMPLEX TREATMENT OF PATIENTS WITH COMPRESSION-ISCHEMIC NEUROPATHY

Shpagin M.V.¹, Yarikov A.V.², Pavlov S.S.², Sokolov A.A.³¹ Fraerman Nizhegorodsky Neurosurgical Center, Nizhny Novgorod, Russia² Privolzhsky District Medical Center, Nizhny Novgorod, Russia³ Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract

Purpose. To develop a technique for treating nerve injuries to reduce injury traumatism, to reduce risks of side effects and to increase the effectiveness of treatment in patients with compression-ischemic neuropathy (CIN). **Material and methods.** Twenty-two patients with compression-ischemic neuropathy were included into the study. Low-level laser device “ALOK-1” was used for laser therapy. Its beam impacts tissues directly; its power is 1 mW, wavelength – 0.63 μm, spot diameter – 0.8 mkm. **Results.** Subjective, objective and instrumental findings became significantly better, if to compare with the pre-operative period. **Conclusion.** The developed technique has shown its good efficiency. The intraoperative laser therapy CIN patients decreased the severity of symptoms up to their complete regression; patients were highly satisfied with their postoperative outcomes.

Key words: laser therapy, compression-ischemic neuropathy

For citations: Shpagin M.V., Yarikov A.V., Pavlov S.S., Sokolov A.A. Laser therapy in the complex treatment of patients with compression-ischemic neuropathy. *Lazernaya medicina*. 2021; 25 (1): 36–44. [In Russ.].

Contacts: Shpagin M.V., e-mail: shpagin-maksim@rambler.ru

ВВЕДЕНИЕ

Среди заболеваний периферической нервной системы компрессионно-ишемические невропатии (КИН) составляют от 25 до 45 % [1]. На долю верхней конечности приходится 80 % случаев всех туннельных невропатий, что связано с большой профессиональной и бытовой нагрузкой на верхние конечности и плечевой пояс [2, 3]. Туннельные синдромы – это группа заболеваний, клинические проявления которых обусловлены компрессией нервного ствола в анатомическом туннеле, что приводит в свою очередь к раздражению и нарушению проводимости заинтересованного нерва

[4, 5]. КИН часто приводит к ограничению повседневной активности, ухудшению сна, лекарственной зависимости, снижению качества жизни, депрессии, а иногда – к потере трудоспособности [6, 7].

КИН является полиэтиологическим заболеванием, которое возникает под воздействием различных факторов [8, 9]. Острые и хронические травмы верхних конечностей, заболевания и состояния, сопровождающиеся отеками верхних конечностей (почечная недостаточность, беременность и ожирение), изменениями в суставах, костной ткани, мышцах и сухожилиях (ревматоидный артрит, ревматизм, подагра, ожирение,



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

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

**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. Странадко;
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

Куратор учебных курсов
Финаева Ольга Александровна

Уважаемые коллеги!

Приглашаем вас принять участие
в научно-практической конференции с международным участием

«ЛАЗЕРЫ В МЕДИЦИНЕ 2021»,
посвященной 35-летию
ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России».

Организатор: ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России».

Дата проведения: 15 октября 2021 г.

Место проведения: г. Москва, Смоленская улица, д. 5, отель «Золотое кольцо».

В рамках работы конференции пройдет выставка медицинского оборудования и медицинских препаратов.

Регистрация участников проводится в электронном виде на сайте конференции.

Форма участия: устное сообщение, публикация тезисов,
личное участие в качестве слушателя.

Документация по данному учебному мероприятию будет представлена в Комиссию по оценке учебных мероприятий и материалов для НМО (www.sovetnmo.ru).

Подробная информация по основным научным направлениям конференции и организационному комитету размещена на сайте конференции www.conf.goslasmed.ru.

Участие в конференции **бесплатное**, **публикация** тезисов **платная**.

Стоимость публикации тезисов – **500 рублей за 1 тезис**.

Срок подачи тезисов до 1 июня 2021 г.

Правила оформления тезисов размещены на сайте конференции.

Подача тезисов в электронном виде на сайте конференции.

Оплата за публикацию тезисов осуществляется по ссылке на сайте конференции после уведомления о принятии их к публикации по электронной почте.

Планируется издание тематического выпуска журнала «ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА» с публикацией тезисов. Журнал индексируется в РИНЦ, включен в Перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки РФ.

Надеемся увидеть вас в числе участников нашей конференции!

С уважением
оргкомитет конференции

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

Контакты: тел. 8-495-661-01-85, e-mail: conference-goslasmed@yandex.ru,

сайт конференции: www.conf.goslasmed.ru

В 2021 году

**ФГБУ «Государственный научный центр
лазерной медицины им. О.К. Скобелкина
Федерального медико-биологического агентства»
(ФГБУ «ГНЦ ЛМ им. О.К. Скобелкина ФМБА России»)
отмечает свое 35-летие**

Применение лазерных технологий в медицине относится к числу наиболее крупных открытий прошлого века и оказывает существенное влияние на развитие инновационных методов диагностики, эффективных средств лечения и профилактики. Значительную роль в объединении ведущих разработок, внедрении и распространении передового опыта лазерной медицины в России и за рубежом играет ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА России».

Решение Правительства от марта 1986 г. о преобразовании ЦНИЛ 4 ГУ при МЗ СССР в НИИ лазерной хирургии МЗ СССР стало важнейшим шагом для развития лазерной медицины в нашей стране. Позднее НИИ лазерной хирургии был преобразован в НИИ лазерной медицины. На него были возложены функции головного учреждения по проблемам развития лазерной медицины в стране. Распоряжением Правительства Российской Федерации с 2008 года Центр находится в ведомственном подчинении Федерального медико-биологического агентства.



Первым директором Центра был его основатель – член-корреспондент РАМН, профессор Олег Ксенофонтович Скобелкин. С сентября 2017 года ФГБУ «ГНЦ ЛМ ФМБА России» носит его имя.

Более пяти лет Центром руководит доктор медицинских наук А.В. Баранов, в возглавляемом им научном коллективе сочетаются энтузиазм молодых ученых и мудрость ветеранов.

Научная школа, фундамент которой был заложен видными учеными – основателями лазерной медицины в стране, позволила Центру разрабатывать и внедрять в клиническую практику передовые лазерные технологии. Центр

оказывает организационно-методическую помощь специалистам научно-практических лазерных центров и кабинетов. Врачи из всех регионов Российской Федерации проходят здесь курсы повышения квалификации по лазерной медицине.

За время существования Центра его сотрудниками внесен значительный вклад в развитие лазерной медицины в России:

- защищено более 150 докторских и кандидатских диссертаций;
- опубликовано более 400 научных статей в журналах;
- издано 68 монографий, более 180 учебных пособий и методических рекомендаций для врачей, более 30 сборников научных трудов;
- получено более 170 патентов на изобретение, в том числе 15 иностранных;
- проведено более 40 международных и все-российских конференций, около 150 школ-семинаров в России и странах СНГ.

В Центре обучилось более 20 000 врачей, ординаторов и аспирантов.

Центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина является учредителем и издателем журнала «Лазерная медицина», который включен в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ, индексируется в РИНЦ и RSCI (на платформе Web of Science). Важнейшие научные достижения по направлению «лазерная медицина» отражаются в статьях, публикуемых в журнале, авторами которых являются ученые и специалисты практического здравоохранения как России, так и зарубежных стран.

Все научные подразделения ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина Федерального медико-биологического агентства» возглавляют признанные в Российской Федерации и за рубежом специалисты, деятельность которых преследует одну цель: повышение эффективности лечения широкого спектра заболеваний за счет разработки и внедрения новейших лазерных медицинских технологий в широкую клиническую практику.

гипотиреоз, системная склеродермия) и опухоли мягких тканей, вызывающие компрессию нервов, являются факторами риска КИН [3, 10].

Нервы чаще могут быть сдавлены при прохождении через анатомические туннели (карпальный, кубитальный или фибулярный каналы и др.) [11]. Так, КИН лучевого нерва развивается при сдавлении на уровне подмышечной впадины («костыльный неврит»), средней трети плеча в области спирального канала («паралич субботней ночи», «синдром парковой скамейки»), нижней трети предплечья («синдром Вартенберга», «синдром наручных часов»). КИН срединного нерва – при сдавлении на уровне верхней трети предплечья («синдром Сейфарта», «синдром круглого пронатора»).

При КИН возникают следующие патофизиологические изменения [6]:

- 1) нарушение венозного оттока в нерве;
- 2) истончение миелиновой оболочки;
- 3) ишемия нерва.

Несмотря на то, что КИН довольно распространены, охарактеризовать изменения, которые происходят в сдавленном нерве, трудно, потому что неэтично изучать нервную ткань у живого человека. При патологоанатомическом исследовании субклинического ущемления срединного и локтевого нервов было отмечено утолщение эндоневрия, периневрия и эпиневирия [12]. Смоделированные туннельные невропатии у экспериментальных животных показали, что когда нервные волокна подвергаются сжатию, патологическая реакция зависит от силы, приложенной к месту, и продолжительности воздействия. Острая кратковременная компрессия приводит к локальной блокаде проводимости в результате локальной ишемии, которая обратима, если компрессия носит временный характер. При длительном очаговом сжатии появляются ишемические изменения, за которыми следует отек эндоневрия и вторичное утолщение периневрия. Эти гистологические изменения усугубят изменения микроциркуляторного кровообращения и увеличат чувствительность оболочки нейрона к ишемии. Если компрессия продолжается, развивается очаговая демиелинизация, которая обычно приводит к большему вовлечению двигательных, чем сенсорных нервных волокон. Даже на этом этапе клинические и электрофизиологические признаки могут исчезнуть в течение нескольких недель или месяцев.

Когда длительность компрессии превышает несколько часов, развивается диффузная демиелинизация, приводящая к повреждению самих аксонов. Этот процесс начинается на дистальном конце компрессии или травмы, и этот процесс называется валлеровской дегенерацией. Эти нервные изменения могут проявляться неоднородно по всей нервной оболочке в зависимости от распределения сжимающих сил, вызывая смешанное демиелинизирующее и аксональное повреждение в результате комбинации механического

искажения нерва, ишемического повреждения и нарушения аксонального потока [13].

Вторично по отношению к валлеровской дегенерации, шванновские клетки подвергаются запрограммированной дедифференцировке, включая подавление белков миелина и клеточную пролиферацию, что в итоге приводит к демиелинизации [14, 15].

КИН представлены следующими группами клинических симптомов [7, 16, 17]:

- 1) чувствительные расстройства в виде онемения и парестезий в зоне иннервации нерва;
- 2) двигательные расстройства;
- 3) атрофия мышц;
- 4) вегетативные нарушения в виде отека мягких тканей, трофических изменений кожи, ногтей, изменения цвета кожи.

В комплекс консервативного лечения КИН входит НПВП, глюкокортикостероиды, антиоксидантные, антихолинэстеразные препараты, лекарственные средства, улучшающих микроциркуляцию, витамины группы В, ношение жестких ортезов и кинезиотейпирование [18, 19, 20]. Помимо медикаментозного лечения применяются методы физиотерапии – лазерная терапия, магнитотерапия, ультразвуковая терапия, дарсонвализация, электрофорез лекарственных препаратов, импульсные токи, массаж и рефлексотерапия; которые имеют низкий уровень доказательности в лечении КИН [21, 22]. Консервативное лечение КИН может быть эффективно лишь в случаях легких электрофизиологических нарушений, при умеренных или тяжелых нарушениях необходимо нейрохирургическое вмешательство [19, 23].

Хирургическая декомпрессия нервов при туннельных синдромах применяется пациентам, прошедшим курс консервативного лечения без эффекта, у которых имеются положительные провокационные тесты (Тинеля, Фалена и др.) и симптомы заболевания [22, 24]. Хирургическая декомпрессия может быть применена в посттравматических ситуациях с целью невролиза, удаления рубцовой ткани и достижения декомпрессии.

Наиболее часто для хирургического лечения КИН применяется простая декомпрессия из открытого доступа, в ходе которой проводят невролиз (высвобождают нерв от рубцовых сращений с окружающими тканями) [25–29]. Преимущества простой декомпрессии – несложная техника выполнения операции, возможность тщательно осмотреть операционное поле, малая деваскуляризация нерва во время операции, малый послеоперационный рубец. В соответствии с данными крупного контролируемого исследования 70 % пациентов с КИН, перенесших простую декомпрессию, достигают значимого клинического улучшения [30, 31]. Декомпрессия с транспозицией по сравнению с простой декомпрессией одинаково эффективна в лечении КИН как по клиническим, так и по нейрофизиологическим показателям. Но при декомпрессии

с транспозицией отмечено большее число послеоперационных осложнений – раневых инфекций (как поверхностных, так и глубоких), чем при простой декомпрессии [32].

Известен способ лечения повреждений нервов путем прямой электростимуляции [33]. При этом во время операции на поврежденный участок нерва устанавливают и фиксируют клеем и кетгутотом через эпиневррий два электрода, которые выводят через дополнительные проколы рядом с операционной раной. Со вторых суток после операции проводят электростимуляцию по 30 минут 4 раза в день в течение 3–5 недель. Недостатком способа является травматичность за счет оставления в операционной ране инородных тел (электродов) на длительный срок, что может вызвать стойкие болезненные ощущения, отек, нагноение.

Существуют способы лечения повреждений периферических нервов путем подведения световода через иглу к нерву и облучения его низкоинтенсивным лазерным излучением. Интраоперационные клинические исследования показали, что прямое лазерное облучение улучшает функциональную активность хирургически обработанного нерва. В пилотном двойном слепом рандомизированном исследовании Rochkind et al. показали, что у пациентов с неполным долгосрочным повреждением периферических нервов лазерное облучение прогрессивно улучшает функцию периферических нервов, что приводит к значительному функциональному восстановлению [34, 35]. Исследования на животных и клинические исследования продемонстрировали стимулирующее действие лазеротерапии на регенерацию периферических нервов [36, 37]. Однако чрескожное введение иглы и световода (инородных тел) оказывает повреждающее действие на нерв и прилегающие ткани, в т. ч. сосуды. Следствием являются боль, микрокровоизлияния и макрокровоизлияния вплоть до гематом, отек, нагноение.

Известны способы воздействия низкоэнергетическим сканирующим красным и инфракрасным лазерным излучением на поврежденный нерв и прилегающие ткани дистанционно [38, 39]. Минусами данной методики лазеротерапии являются недостаточная эффективность, т. к. происходит снижение плотности потока энергии облучения при прохождении лазерного луча через ткани; непостоянный режим воздействия (характеристика гелий-неонового лазера) – не физиологичный и не стимулирующий для нерва и нервно-рецепторного аппарата; отсутствие визуального контроля облучения.

При всех достигнутых успехах, вопросы улучшения своевременной диагностики и выбора метода лечения или разработка новых методик у пациентов с КИН остаются неразрешенными. Это можно объяснить как низкой настороженностью врачей поликлинического звена, так и слабыми знаниями вопросов

клиники, диагностики и лечения данной патологии практикующими нейрохирургами, а также отсутствием четких показаний к проведению той или иной методики хирургического лечения [40–42].

Цель исследования: разработка способа лечения повреждений нервов, обеспечивающего снижение травматичности и опасности побочных реакций, а также повышающего эффективность лечения компрессионно-ишемической невропатии.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Клинические исследования проводились на базе Нижегородского межрегионального нейрохирургического центра им. проф. А.П. Фраермана, ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА России (г. Нижний Новгород), а также клинической базе кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ПИМУ.

Разработан способ лечения КИН, обеспечивающий снижение травматичности, и опасности побочных реакций, и повышающий эффективность лечения (патент RU 2494777 C2).

Целью изобретения являлось восстановление функции пораженного нерва путем усиления регенерации нерва, улучшения местного кровообращения, снятия отека в месте компрессии нерва и, в итоге, сокращение сроков лечения.

Сущность изобретения заключается в следующем: интраоперационно, после освобождения нерва из рубцовой ткани, под эпиневррий устанавливали световод аппарата низкоинтенсивного лазерного излучения «АЛОК-1». Диаметр части световода, предназначенного для введения под эпиневррий, – 0,8 мм. В течение 20 минут проводилось воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением с длиной волны 0,63 мкм и мощностью 1,0 мВт (рис. 1, 2). Не извлекая световод из-под эпиневррия, другой его конец выводился наружу. Рана ушивалась. Через установленный таким образом световод после операции проводится курс лечения – 10 ежедневных процедур низкоинтенсивного лазерного облучения аппаратом «АЛОК-1» в течение 10 минут каждая.

В исследование включены 22 пациента (15 мужчин и 7 женщин) с КИН локтевого нерва на уровне кубитального канала, в возрасте от 38 до 58 лет (средний возраст – $48,6 \pm 10,8$ года). У всех пациентов причиной КИН являлась травма с анамнезом $12,2 \pm 2,8$ месяца. Проводился сбор жалоб, анамнеза, оценка неврологического статуса, анкетирование, электронейромиографическое исследование и, по показаниям, нейровизуализация (МРТ, КТ или УЗИ нервов). Оценка состояния проводилась при поступлении пациентов в нейрохирургическое отделение, спустя сутки после операции, на 7-й день после операции и в день выписки (табл. 1).

Для оценки результатов хирургического лечения были использованы шкалы тяжести симптомов

(Symptom Severity Scale, SSS) и шкалы функциональных нарушений кисти (Functional Severity Scale, FSS) [43, 44].

Динамику интенсивности болевого синдрома измеряли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ).

Удовлетворенность пациентов хирургическим лечением оценивали по шкале от 1 до 5 баллов: 1 балл – «полностью удовлетворен», 2 балла – «удовлетворен», 3 балла – «затрудняюсь ответить», 4 балла – «не удовлетворен», 5 баллов – «крайне не удовлетворен» [45].

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Statistica версии 6.0. Для анализа полученных данных применяли методы описательной статистики (минимальное и максимальное значения, среднее, стандартное отклонение). Данные представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее арифметическое, а m – статистическая погрешность.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении клинического обследования выраженные нарушения чувствительности (от 3 до 5 баллов) выявлены у 13 пациентов (59 %, $n = 22$), умеренные нарушения чувствительности (от 1 до 3 баллов) – у 9 пациентов (41 %, $n = 22$). Для пациентов с нейропатиями локтевого нерва на уровне кубитального канала характерен длительный период восстановления функции нерва. Оценка результатов лечения, связанных с восстановлением чувствительности, проведена через 12 месяцев после операции у 17 пациентов (77,2 %, $n = 22$): у 13 пациентов (76,5 %, $n = 17$) отмечено хорошее восстановление чувствительности, у 4 пациентов (23,5 %, $n = 17$) – умеренное. По данным литературы, при декомпрессии с транспозицией отмечалось хорошее восстановление чувствительности от 64 до 75 % прооперированных [23, 31, 46, 47].

В среднем по шкале ВАШ болевой синдром до операции составлял $5,51 \pm 3,73$ балла. В послеоперационном периоде отмечалось снижение болевого синдрома до $1,15 \pm 1,8$ балла. В отдаленном послеоперационном периоде (12 месяцев) у 9 пациентов (52,9 %, $n = 17$) болевой синдром отсутствовал. Оценка эффективности при декомпрессии с транспозицией показала, что в отдаленном послеоперационном периоде (более 12 месяцев) болевой синдром отсутствовал от 48,4 до 52 % пациентов [23, 31, 46, 47].

Атрофия мышц встречалась у 16 пациентов (72,7 %, $n = 22$), когтеобразная деформация кисти – у 7 пациентов (31,8 %, $n = 22$). У всех пациентов отмечался положительный симптом Фромана: у 15 пациентов (68 %, $n = 22$) – умеренно выраженный, у 7 пациентов (32 %, $n = 22$) – выраженный. После проведенной операции у 19 пациентов (86 %, $n = 22$) симптом Фромана не проявлялся, у 4 пациентов (14 %, $n = 22$) сохранялось умеренное проявление симптома

Таблица 1

Результаты интраоперационной лазеротерапии КИН локтевого нерва

Table 1

Outcomes after intraoperative laser therapy in ulnar nerve CIN

Показатель Parameter	До операции Before surgery	На момент выписки At discharge	Через 12 мес. In 12 months
ВАШ VAS	$5,51 \pm 3,73$	$1,15 \pm 1,8$	$0,22 \pm 0,96$
SSS	$2,74 \pm 0,36$	$1,66 \pm 0,44$	$1,16 \pm 0,24$
FSS	$2,74 \pm 0,76$	$2,22 \pm 0,64$	$1,26 \pm 0,68$

(по данным литературы, при декомпрессии с транспозицией – 87 и 13 % соответственно,).

При ЭНМГ-исследовании у всех пациентов выявлено локальное замедление скорости проведения импульса (СПИ) в области локтевого сгиба. Через 12 месяцев после операции 17 пациентам была проведена ЭНМГ. Во всех случаях отмечалась положительная динамика электрофизиологических показателей: увеличение амплитуды М- и S-ответов, уменьшение резидуальной латентности, увеличение скорости проведения по моторным и сенсорным волокнам.

Оценка результатов хирургического лечения по шкалам SSS (11 вопросов, касающихся выраженности, интенсивности и продолжительности болевых, чувствительных нарушений) и FSS (8 вопросов, позволяющих получить представление о ежедневных видах бытовой физической активности пациента) показали положительную динамику: средние показатели по SSS уменьшились с 2,74 до 1,66 балла, по FSS – с 2,74 до 2,22 балла. Через 12 месяцев после операции средние показатели по SSS уменьшились до 1,16 балла, по FSS – до 1,26 балла. Средний балл ≥ 2 считается неудовлетворительным результатом. Полученные данные согласуются с результатами других авторов [23, 31].

Зафиксирована высокая удовлетворенность пациентов результатами лечения: полностью удовлетворены исходами лечения 77,3 % пациентов, удовлетворены – 9,1 %, не удовлетворены – 13,6 %.

При сравнении количества койко-дней, приведенных в стационаре, пациентов после интраоперационной лазеротерапии с данными литературы о результатах хирургического лечения другими методами существенного различия не найдено.

КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

Пациент Д., 1948 г.р., поступил в нейрохирургическое отделение с жалобами на боль в правой кисти, слабость и ограничение движений в IV–V пальцах правой кисти, снижение чувствительности в правой кисти. Со слов больного 6 месяцев назад получил травму в области правого локтевого сустава, после

чего выросла слабость и нарушение чувствительности в правой кисти. Объективно: болезненный рубец в нижней трети правого плеча, глубокое нарушение проводимости по локтевому нерву: парез мышц кисти – 1 балл, гипестезия в зоне иннервации локтевого нерва – 2 балла. Выполнена операция: невролиз локтевого нерва, установка эпинеурально световода аппарата лазеротерапии. В положении больного лежа на спине в нижней трети правого плеча выполнен разрез 10 см в проекции локтевого нерва. Острым и тупым путем на протяжении разреза выделен локтевой нерв. Нерв белого цвета, без сосудистого рисунка. Подэпинеурально введен световод аппарата низкоинтенсивного лазерного излучения (рис. 1–3).

В течение 20 минут проводилось воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением с длиной волны 0,63 мкм и мощностью 1,0 мВт. Гемостаз, контроль на отсутствие инородных тел. Не вынимая из-под эпинеурии световод, другой его конец выведен из операционной раны наружу. Внутрικοжный шов. Спирт.



Рис. 1. Выделение поврежденного нерва из рубцов

Fig. 1. Isolation of the damaged nerve from scars



Рис. 2. Установленный по эпинеурии поврежденного нерва (1) световод (2) аппарата низкоинтенсивного лазерного излучения

Fig. 2. Light guide (2) of low-level laser device adjusted along the epineurium of the damaged nerve (1)

Асептическая повязка на рану. В послеоперационном периоде через выведенный конец световода выполнялась лазеротерапия (10 процедур по 10 минут). На фоне лазеротерапии отмечена положительная динамика в виде нарастания силы в IV–V пальцах правой кисти.

Эпинеурий представляет достаточно толстую и плотную соединительно-тканную оболочку, защищающую нервные волокна от какого-либо внешнего воздействия. И в случае дистанционного воздействия эпинеурий будет поглощать большую часть лазерного излучения. Поэтому мы видим смысл ввести световод под эпинеурий для непосредственного воздействия на поврежденные нервы без потери энергии излучения.

Как показало проведенное исследование, с использованием лазеротерапии удалось достичь субъективного, объективного и, по данным инструментального обследования, существенного улучшения по сравнению с дооперационным периодом. При сравнении разработанного способа лазеротерапии КИН с другими методами результаты лечения сопоставимы. Показатели восстановления чувствительности при применении лазеротерапии были несколько лучше.



Рис. 3. Проведение интраоперационной лазеротерапии

Fig. 3. Intraoperative laser therapy

Снижение травматичности и опасности побочных реакций достигнуто за счет непосредственного воздействия световода малого диаметра только на поврежденные нервные волокна. Повышение эффективности лечения обеспечивается:

– воздействием низкоэнергетического красного лазерного излучения непосредственно на поврежденную нервную ткань, так как облучение стимулирует регенеративные процессы и улучшает обмен веществ в ишемизированных тканях;

– возможностью постоянного воздействия на поврежденную нервную ткань.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, интраоперационная лазеротерапия КИН обладает достаточной эффективностью, о чем свидетельствуют значительное уменьшение выраженности симптомов, вплоть до полного их регресса, а также высокий уровень удовлетворенности пациентов результатами операции. Необходимо проведение более широкомасштабных исследований для оценки эффективности нового способа в лечении КИН и уточнения показаний к нему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федяков А.Г., Дубровина О.Н., Древаль О.Н. и др. Применение интраоперационного электрофизиологического мониторинга при декомпрессии локтевого нерва в области локтевого сустава. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2014; 78 (6): 43–49.
2. Новиков А.В., Щедрина М.А., Мотякина О.П. Современные представления об этиологии и механизмах патогенеза компрессионно-ишемических невропатий верхней конечности (обзор литературы). *Вопросы травматологии и ортопедии*. 2012; 3 (4): 35–39.
3. Мухина О.В., Кузнецов А.В., Древаль О.Н. Синдром кубитального канала: диагностика и выбор тактики лечения. *Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки*. 2020; (8): 187–193.
4. Орлов А.Ю., Комков Д.Ю., Джиганя Р. и др. К вопросу о состоянии кровотока по микрососудистому руслу периферических нервов конечностей при туннельных невропатиях. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2018; 10 (3–4): 55–60.
5. Юсупова Д.Г., Супонева Н.А., Зимин А.А. и др. Валидация Бостонского опросника по оценке карпального туннельного синдрома (Boston Carpal Tunnel Questionnaire) в России. *Нервно-мышечные болезни*. 2018; 8 (1): 38–45.
6. Головачева В.А., Парфенов В.А., Головачева А.А. и др. Синдром кубитального канала: современные принципы диагностики и лечения. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2019; 11 (S1): 89–97.
7. Вершинин А.В., Гуца А.О., Арестов С.О. и др. Метод хирургического лечения карпального туннельного синдрома с применением эндоскопического контроля и электрофизиологического мониторинга. *Анналы клинической и экспериментальной неврологии*. 2017; 11 (3): 41–46.
8. Шток А.В., Коновалов Н.А., Оноприенко Р.А. и др. Результаты хирургического лечения пациентов с синдромом карпального канала методом декомпрессии с применением эндоскопической ассистенции. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2017; 9 (4): 54–63.
9. Башлачев М.Г., Евзиков Г.Ю., Парфенов В.А. и др. Динамическая невропатия общего малоберцового нерва на уровне головки малоберцовой кости (клиническое наблюдение и обзор литературы). *Нейрохирургия*. 2019; 21 (1): 54–59.
10. Mendoza J.L., Salgado A.A. Compression neuropathies. Ed. N. Souayah. 2013; P. 103.
11. Белова Н.В., Юсупова Д.Г., Лагода Д.Ю. и др. Современные представления о диагностике и лечении карпального туннельного синдрома. *РМЖ*. 2015; 23 (24): 1429–1432.
12. Pham K., Gupta R. Understanding the mechanisms of entrapped neuropathies. *Neurosurgical focus*. 2009; 26 (2): E7.
13. Mackinnon S.E. Pathophysiology of nerve compression. *Hand clinics*. 2002; 18 (2): 231–241.
14. Tomita K., Kubo T., Matsuda K. et al. Myelin-associated glycoprotein reduces axonal branching and enhances functional recovery after sciatic nerve transection in rats. *Glia*. 2007; 1498–1507.
15. Thatté M.R., Mansukhani K.A. Compressive neuropathy in the upper limb. *Indian J Plast Surg*. 2011; 44 (2): 283.
16. Байтингер А.В., Черданцев Д.В. Синдром карпального канала: современное состояние вопроса. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии*. 2018; 65 (2): 12–18.
17. Байтингер А.В. Опыт применения эндоскопической декомпрессии срединного нерва в карпальном канале. *Современные технологии лечения пациентов с травмой опорно-двигательного аппарата и центральной нервной системы: сб. ст. научн.-практ. конф.* 2019: 34–38.
18. Гильев А.С., Парфенов В.А., Евзиков Г.Ю. Вопросы диагностики и лечения синдрома запястного канала. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2019; 11 (S1): 46–51.
19. Яриков А.В., Туткин А.В., Бояршинов А.А. и др. Карпальный туннельный синдром: клиника, диагностика и современные подходы к лечению (краткий обзор). *Медицинский альманах*. 2020; 3 (64): 27–35.
20. Юсупова Д.Г., Зимин А.А., Гришина Д.А. и др. Карпальный туннельный синдром: оценка необходимости реабилитационно-восстановительного лечения после эндоскопической декомпрессии срединного нерва в позднем и отдаленном послеоперационных периодах. *Нервно-мышечные болезни*. 2019; 9 (4): 34–43.
21. Нысанбаева Г.А. Особенности комплексного лечения больных с невропатиями верхних конечностей. *Вестник КазНМУ*. 2014; (1): 232–233.
22. Гильев А.С., Парфенов В.А., Евзиков Г.Ю. Проблемы диагностики и лечения компрессионной невропатии срединного нерва: анализ типичной врачебной практики. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова*. 2018; 118 (11): 30–34.
23. Мухина О.В., Кузнецов А.В., Древаль О.Н. Хирургическое лечение синдрома кубитального канала (литературный обзор). *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова*. 2018; 10 (3–4): 98–108.

24. Dang A.C., Rodner C.M. Unusual compression neuropathies of the forearm. Part I: Radial Nerve. *J Hand Surg.* 2009; 34A: 1906–1914.
25. Dong Q., Jacobson J.A., Jamadar D.A., et al. Entrapment neuropathies in the upper and lower limbs: Anatomy and MRI features. *Radiol Res Pract.* 2012; 2012: 230673. DOI: 10.1155/2012/230679
26. Bismak O. Effectiveness of the program for restoring the function of the upper limb in traumatic and compression-ischemic injuries of the peripheral nerves and brachial plexus. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport.* 2020; 8 (1): 17–22.
27. Лейдерман Н.Е., Щекина Р.В., Зайончковская И.М. Опыт лечения компрессионно-ишемических невропатий в амбулаторных условиях. *Медицинский вестник МВД.* 2015; 6 (79): 35–38.
28. Меркулова Д.М., Меркулов Ю.А., Никитин С.С. Туннельные невропатии. Диагностика и принципы патогенетической терапии. *Consilium medicum (неврология, ревматология).* 2012; 2 (14): 32–38.
29. Harder K., Lukschu S., Dunda S.E., et al. Results after simple decompression of the ulnar nerve in cubital tunnel syndrome. *GMS Interdisciplinary Plastic and Reconstructive Surgery DGPW.* 2015; 4. DOI: 10.3205/ipsr000078
30. Wojewnik B., Bindra R. Cubital tunnel syndrome – Review of current literature on causes, diagnosis and treatment. *J Hand Microsurg.* 2009; 1 (2): 76–81.
31. Bartels R.H., Verhagen W.I., van der Wilt G.J. et al. Prospective randomized controlled study comparing simple decompression versus anterior subcutaneous transposition for idiopathic neuropathy of the ulnar nerve at the elbow: Part 1. *Neurosurgery.* 2005; 56 (3): 522–530. DOI: 10.1227/01.neu.0000154131.01167.03
32. Caliandro P., La Torre G., Padua R., et al. Treatment for ulnar neuropathy at the elbow. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016; 11 (11): CD006839. DOI: 10.1002/14651858.CD006839.pub4.
33. Бочкарев П.Н., Горшков П.П., Меламуд Э.Е. и др. Многолетний опыт прямой электростимуляции нервных стволов в лечении компрессионных и тракционных повреждений периферических нервов. *Современные аспекты электростимуляции и новые технологии в нейрохирургии и неврологии.* 1998: 61–63.
34. Rochkind S. Review of 30-years experience: Laser phototherapy in neuroscience and neurosurgery. Part I – muscle and nerve. *Laser Therapy.* 2009; 18 (1): 27–38.
35. Rochkind S. Review of 30-years experience: Laser phototherapy in neuroscience and neurosurgery. Part II – nerve cells, brain and spinal cord. *Laser Therapy.* 2009; 18 (3): 127–136.
36. Bae C.S., Lim S.C., Kim K.Y., et al. Effect of Ga-As laser on the regeneration of injured sciatic nerves in the rat. *In Vivo.* 2004; 18 (4): 489–495.
37. Bagis S., Comelekoglu U., Coskun B. Effect of GaAs (904 nm) laser irradiation on the intact skin of the injured rat sciatic nerve. *Lasers Med Sci.* 2003; 18 (2): 83–88.
38. Способ лечения поврежденных нервов: Пат. № 2185214 Рос. Федерация; МПК А61N 5/067 (2000.01) / Берснев В.П., Тышкевич Т.Г., Яковенко И.В., Шукри А., Яштыков Б.А.; заявитель и патентообладатель Российский научно-исследовательский нейрохирургический инсти- тут им. проф. А.Л. Поленова. – № 99123455/14; заявл. 05.11.1999, опубл. 20.07.2002. – Бюл. № 20.
39. Рокхинд С. Инновационный подход к лазерной фототерапии для лечения повреждения периферических нервов и сохранности денервированной мышцы. *Лазерная медицина.* 2014; 18 (4): 69–70.
40. Еськин Н.А., Голубев В.Г., Приписнова С.Г. Современные возможности диагностики и лечения туннельных синдромов верхней конечности. *Актуальные вопросы ортопедии и травматологии.* Киев: АМН Украины; 2004: 464–469.
41. Джигания Р., Орлов А.Ю., Короткевич М.М. и др. Анализ неудовлетворенных результатов хирургического лечения пациентов с синдромом кубитального канала. *Материалы Всероссийской научно-практической студенческой конференции с международным участием.* СПб.; 2018: 160.
42. Байтингер А.В., Черданцев Д.В., Рыбаков В.Е. Сравнительный анализ эффективности открытой и эндоскопической декомпрессии срединного нерва при первичном синдроме карпального канала. *Вопросы реконструктивной и пластической хирургии.* 2019; 2 (69): 71–78.
43. Hudak P.L., Amadio P.C., Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: The DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med.* 1996; 29 (6): 602–608.
44. Levine D.W., Simmons B.P., Koris M.J., et al. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am.* 1993; 75 (11): 1585–1592.
45. Гильев А.С., Парфенов В.А., Евзиков Г.Ю. Ближайшие и отдаленные результаты декомпрессии срединного нерва при синдроме запястного канала. *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика.* 2018; 10 (3): 79–85.
46. Jeon I.-H. Simple in situ decompression for idiopathic cubital tunnel syndrome using minimal skin incision. *Med Pregl.* 2010; 63 (9–10): 601–606.
47. Kang H.J., Koh I.-K., Chun Y.-M., et al. Ulnar nerve stability-based surgery for cubital tunnel syndrome via a small incision: A comparison with classic anterior nerve transposition. *J Orthop Surg Res.* 2015; 10. DOI: 10.1186/s13018-015-0267-8
48. Джигания Р. Персонализированный выбор метода хирургического лечения невропатии локтевого нерва на уровне кубитального канала: дис. ... канд. мед. наук. СПб.; 2019.

REFERENCES

1. Fedyakov A.G., Dubrovina O.N., Dreval O.N., et al. Application of intraoperative electrophysiological monitoring during decompression of the ulnar nerve in the elbow joint area. *Voprosy neyrokhirurgii im. N.N. Burdenko.* 2014; 78 (6): 43–49. [In Russ.].
2. Novikov A.V., Shchedrina M.A., Motyakina O.P. Modern concepts of the etiology and mechanisms of pathogenesis of compression-ischemic neuropathies of the upper limb (literature review). *Voprosy travmatologii i ortopedii.* 2012; 3 (4): 35–39. [In Russ.].
3. Mukhina O.V., Kuznetsov A.V., Dreval O.N. Cubital canal syndrome: Diagnosis and choice of treatment tactics. *Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki.* 2020; 8: 187–193. [In Russ.].

4. Orlov A.Yu., Komkov D.Yu., Dzhiganiya R., et al. To the question of the state of blood flow along the microvascular bed of peripheral nerves of the extremities in tunnel neuropathies. *Rossiyskiy neyrokhirurgicheskiy zhurnal im. professora A.L. Polenova*. 2018; 10 (3–4): 55–60. [In Russ.].
5. Yusupova D.G., Suponeva N.A., Zimin A.A., et al. Validation of the Boston Carpal Tunnel Questionnaire in Russia. *Nervno-myshechnye bolezni*. 2018; 8 (1): 38–45. [In Russ.].
6. Golovacheva V.A., Parfenov V.A., Golovacheva A.A., et al. Syndrome of the cubital canal: Modern principles of diagnosis and treatment. *Nevrologiya, neyropsikhiatriya, psikhosomatika*. 2019; 11 (S1): 89–97. [In Russ.].
7. Vershinin A.V., Gushcha A.O., Arestov S.O., et al. Method of surgical treatment of carpal tunnel syndrome using endoscopic control and electrophysiological monitoring. *Annaly klinicheskoy i eksperimental'noy nevrologii*. 2017; 11 (3): 41–46. [In Russ.].
8. Shtok A.V., Kononov N.A., Onoprienko R.A., et al. Results of surgical treatment of patients with carpal tunnel syndrome by the method of decompression with the use of endoscopic assistance. *Rossiyskiy neyrokhirurgicheskiy zhurnal im. professora A.L. Polenova*. 2017; 9 (4): 54–63. [In Russ.].
9. Bashlachev M.G., Evzikov G.Yu., Parfenov V.A. et al. Dynamic neuropathy of the common peroneal nerve at the level of the fibular head (clinical observation and literature review). *Neyrokhirurgiya*. 2019; 21 (1): 54–59. [In Russ.].
10. Mendoza J.L., Salgado A.A. Compression neuropathies. Ed. N. Souayah. 2013; P. 103.
11. Belova N.V., Yusupova D.G., Lagoda D.Yu., et al. Modern concepts of diagnosis and treatment of carpal tunnel syndrome. *RMZh*. 2015; 23 (24): 1429–1432. [In Russ.].
12. Pham K., Gupta R. Understanding the mechanisms of entrapment neuropathies. *Neurosurgical focus*. 2009; 26 (2): E7.
13. Mackinnon S.E. Pathophysiology of nerve compression. *Hand clinics*. 2002; 18 (2): 231–241.
14. Tomita K., Kubo T., Matsuda K. et al. Myelin-associated glycoprotein reduces axonal branching and enhances functional recovery after sciatic nerve transection in rats. *Glia*. 2007; 1498–1507.
15. Thatte M.R., Mansukhani K.A. Compressive neuropathy in the upper limb. *Indian J Plast Surg*. 2011; 44 (2): 283.
16. Baytinger A.V., Cherdantsev D.V. Carpal tunnel syndrome: Current state of the art. *Voprosy rekonstruktivnoy i plasticheskoy khirurgii*. 2018; 65 (2): 12–18. [In Russ.].
17. Baytinger A.V. Experience of using endoscopic decompression of the median nerve in the carpal canal. *Sovremennye tekhnologii lecheniya patsientov s travmoy opornodvigatel'nogo apparata i tsentral'noy nervnoy sistemy: sb. st. nauchn.-prakt. konf*. 2019: 34–38. [In Russ.].
18. Gilweg A.S., Parfenov V.A., Evzikov G.Yu. Diagnosis and treatment of carpal tunnel syndrome. *Nevrologiya, neyropsikhiatriya, psikhosomatika*. 2019; 11 (S1): 46–51. [In Russ.].
19. Yarikov A.V., Tutkin A.V., Boyarshinov A.A., et al. Carpal tunnel syndrome: Clinical picture, diagnosis and modern approaches to treatment (brief review). *Meditsinskiy al'manakh*. 2020; 3 (64): 27–35. [In Russ.].
20. Yusupova D.G., Zimin A.A., Grishina D.A. Carpal tunnel syndrome: Assessment of the need for rehabilitation and rehabilitation treatment after endoscopic decompression of the median nerve in the late and late postoperative periods. *Nervno-myshechnye bolezni*. 2019; 9 (4): 34–43. [In Russ.].
21. Nysanbaeva G.A. Features of the complex treatment of patients with neuropathies of the upper extremities. *Vestnik KazNMU*. 2014; 1: 232–233. [In Russ.].
22. Gilweg A.S., Parfenov V.A., Evzikov G.Yu. Problems of diagnosis and treatment of median nerve compression neuropathy: Analysis of typical medical practice. *Zhurnal nevrologii i psikhiiatrii im. C.C. Korsakova*. 2018; 118 (11): 30–34. [In Russ.].
23. Mukhina O.V., Kuznetsov A.V., Dreval O.N. Surgical treatment of cubital canal syndrome (literature review). *Rossiyskiy neyrokhirurgicheskiy zhurnal im. professora A.L. Polenova*. 2018; 10 (3–4): 98–108. [In Russ.].
24. Dang A.C., Rodner C.M. Unusual compression neuropathies of the forearm. Part I: Radial Nerve. *J Hand Surg*. 2009; 34A: 1906–1914.
25. Dong Q., Jacobson J.A., Jamadar D.A., et al. Entrapment neuropathies in the upper and lower limbs: Anatomy and MRI features. *Radiol Res Pract*. 2012; 2012: 230673. DOI: 10.1155/2012/230679
26. Bismak O. Effectiveness of the program for restoring the function of the upper limb in traumatic and compression-ischemic injuries of the peripheral nerves and brachial plexus. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*. 2020; 8 (1): 17–22.
27. Leiderman N.E., Shchekina R.V., Zayonchkovskaya I.M. Experience in the treatment of compression-ischemic neuropathies on an outpatient basis. *Meditsinskiy vestnik MVD*. 2015; 6 (79): 35–38. [In Russ.].
28. Merkulova D.M., Merkulov Yu.A., Nikitin S.S. Tunnel neuropathies. Diagnostics and principles of pathogenetic therapy. *Consilium medicum (nevrologiya, revmatologiya)*. 2012; 2 (14): 32–38. [In Russ.].
29. Harder K., Lukschu S., Dunda S.E., et al. Results after simple decompression of the ulnar nerve in cubital tunnel syndrome. *GMS Interdisciplinary Plastic and Reconstructive Surgery DGPW*. 2015; 4. DOI: 10.3205/iprs000078
30. Wojewnik B., Bindra R. Cubital tunnel syndrome – Review of current literature on causes, diagnosis and treatment. *J Hand Microsurg*. 2009; 1 (2): 76–81.
31. Bartels R.H., Verhagen W.I., van der Wilt G.J. et al. Prospective randomized controlled study comparing simple decompression versus anterior subcutaneous transposition for idiopathic neuropathy of the ulnar nerve at the elbow: Part 1. *Neurosurgery*. 2005; 56 (3): 522–530. DOI: 10.1227/01.neu.0000154131.01167.03
32. Caliendo P., La Torre G., Padua R., et al. Treatment for ulnar neuropathy at the elbow. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016; 11 (11): CD006839. DOI: 10.1002/14651858.CD006839.pub4.
33. Bochkarev P.N., Gorshkov R.P., Melamud E.E., et al. Long-term experience of direct electrical stimulation of nerve stems in the treatment of compression and traction injuries of peripheral nerves. *Sovremennye aspekty elektroneyrostimulyatsii i novye tekhnologii v neyrokhirurgii i nevrologii*. 1998: 61–63. [In Russ.].
34. Rochkind S. Review of 30-years experience: Laser phototherapy in neuroscience and neurosurgery. Part I – muscle and nerve. *Laser Therapy*. 2009; 18 (1): 27–38.
35. Rochkind S. Review of 30-years experience: Laser phototherapy in neuroscience and neurosurgery. Part II – nerve cells, brain and spinal cord. *Laser Therapy*. 2009; 18 (3): 127–136.

36. Bae C.S., Lim S.C., Kim K.Y., et al. Effect of Ga-As laser on the regeneration of injured sciatic nerves in the rat. *In Vivo*. 2004; 18 (4): 489–495.
37. Bagis S., Comelekoglu U., Coskun B. Effect of GaAs (904 nm) laser irradiation on the intact skin of the injured rat sciatic nerve. *Lasers Med Sci*. 2003; 18 (2): 83–88.
38. Bersnev V.P., Tyshkevich T.G., Yakovenko I.V., Shukri A., Yashtykov B.A. Method for treating nerve damage: Patent N 2185214 of the Russian Federation. [In Russ.].
39. Rokhind S. An innovative approach to laser phototherapy for the treatment of peripheral nerve damage and the preservation of denervated muscle. *Lazernaya meditsina*. 2014; 18 (4): 69–70. [In Russ.].
40. Eskin N.A., Golubev V.G., Pripisnova S.G. Modern possibilities of diagnosis and treatment of tunnel syndromes of the upper limb. *Aktual'nye voprosy ortopedii i travmatologii*. Kiev: AMN Ukraini; 2004: 464–469. [In Russ.].
41. Dzhiganiya R., Orlov A.Yu., Korotkevich M.M., et al. Analysis of unsatisfied results of surgical treatment of patients with cubital canal syndrome. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy studencheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. Saint-Petersburg; 2018: 160. [In Russ.].
42. Baytinger A.V., Cherdantsev D.V., Rybakov V.E. Comparative analysis of the effectiveness of open and endoscopic decompression of the median nerve in primary carpal tunnel syndrome. *Voprosy rekonstruktivnoy i plasticheskoy khirurgii*. 2019; 22 (2 (69)): 71–78. [In Russ.].
43. Hudak P.L., Amadio P.C., Bombardier C. Development of an upper extremity outcome measure: The DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand) [corrected]. The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med*. 1996; 29 (6): 602–608.
44. Levine D.W., Simmons B.P., Koris M.J., et al. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. *J Bone Joint Surg Am*. 1993; 75 (11): 1585–1592.
45. Gilweg A.S., Parfenov V.A., Evzikov G.Yu. Immediate and long-term results of median nerve decompression in carpal tunnel syndrome. *Nevrologiya, neyropsikhiatriya, psikhosomatika*. 2018; 10 (3): 79–85. [In Russ.].
46. Jeon I.-H. Simple in situ decompression for idiopathic cubital tunnel syndrome using minimal skin incision. *Med Pregl*. 2010; 63 (9–10): 601–606.
47. Kang H.J., Koh I.-K., Chun Y.-M., et al. Ulnar nerve stability-based surgery for cubital tunnel syndrome via a small incision: A comparison with classic anterior nerve transposition. *J Orthop Surg Res*. 2015; 10. DOI: 10.1186/s13018-015-0267-8
48. Djigania R. Personalized choice of the method of surgical treatment of ulnar nerve neuropathy at the level of the cubital canal: Dissertation thesis of Candidate of Medical Sciences. Saint-Petersburg, 2019. [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 the rights of people who participated in the study are respected, including obtaining informed consent when necessary, and rules for the treatment of animals when they are used in study.

Информация об авторах

Шпагин Максим Владимирович – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург, Нижегородский межобластной нейрохирургический центр им. проф. А.П. Фраермана; e-mail: shpagin-maksim@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9847-3807>.

Яриков Антон Викторович – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург, ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА России; e-mail: anton-yarikov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4437-4480>.

Павлов Сергей Сергеевич – врач-нейрохирург, ФБУЗ «Приволжский окружной медицинский центр» ФМБА России; e-mail: pavlovsergeysergeevich@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4367-9610>.

Соколов Артем Андреевич – студент 3-го курса, ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России; e-mail: sokolartem2015@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4367-9610>.

Information about authors

Shpagin Maxim – MD, Cand. Sc. (Med.), Neurosurgeon, Fraerman Nizhegorodsky Interregional Neurosurgical Center, e-mail: shpagin-maksim@rambler.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9847-3807>.

Yarikov Anton – MD, Cand. Sc. (Med.), Neurosurgeon, Privolzhsky District Medical Center; e-mail: anton-yarikov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4437-4480>.

Pavlov Sergey – MD, Neurosurgeon, Privolzhsky District Medical Center; e-mail: pavlovsergeysergeevich@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4367-9610>.

Sokolov Artyom – 3rd year student, Privolzhsky Research Medical University; e-mail: sokolartem2015@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4399-9318>.

УДК 616.231; 616-006.66

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-1-45-49

ПЕРВЫЙ ОПЫТ РЕКАНАЛИЗАЦИИ ТРАХЕИ МЕТОДОМ РЕЗЕКЦИИ ОПУХОЛИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ YAG-LASER

И.Ю. Коржева^{1,2}, Н.Е. Чернеховская², Н.В. Кормнова^{1,2}, В.В. Степанова²¹ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Россия²ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

Резюме

Актуальность работы. Рак трахеи встречается достаточно редко и представляет менее 0,2 % от общего числа онкологических заболеваний. В настоящее время отмечается увеличение количества пациентов с нарушением проходимости трахеи опухолевой этиологии. Для восстановления и поддержания просвета трахеи наиболее часто применяются различные эндоскопические вмешательства. Основным методом лечения первичного рака трахеи является хирургический, однако из-за поздней диагностики опухоль часто является неоперабельной. Химиотерапия при раке трахеи малоэффективна и практически не применяется. Эндоскопическая реканализация трахеи методом лазерной вазоризации на сегодняшний день является методом выбора для лечения неоперабельных опухолей трахеи. **Цель:** улучшение результатов лечения больных с неоперабельным первичным раком трахеи с помощью неодимового YAG-лазера в качестве либо первого компонента этапной лечебной тактики, либо окончательного объема лечения. **Методы.** Больная К., 75 лет, поступила в больницу с жалобами на одышку в покое, слабость, кровохарканье. Из анамнеза известно, что ухудшение дыхания пациентка отмечает в течение последних 6 месяцев. По данным КТ выявлено объемное образование (опухоль) шейно-грудного отдела трахеи (на 8,0 см выше бифуркации), стенозирующее просвет на 90 %. При выполнении трахеобронхоскопии в шейно-грудном отделе трахеи на задней стенке обнаружена бугристая опухоль на широком основании, протяженностью 5 см, стенозирующая просвет трахеи на 2/3. При морфологическом исследовании биопсийного материала – картина аденокистозной карциномы. **Результаты.** Проведенное эндоскопическое исследование с использованием неодимового YAG-лазера показало преимущество данного метода у пациентки с неоперабельной опухолью трахеи. **Заключение.** Доказана эффективность лечения больных с неоперабельным раком трахеи и улучшения их качества жизни при эндоскопической реканализации трахеи с использованием неодимового YAG-лазера.

Ключевые слова: первичный рак трахеи, YAG-Laser, реканализация трахеи, резекция опухоли

Для цитирования: Коржева И.Ю., Чернеховская Н.Е., Кормнова Н.В., Степанова В.В. Первый опыт реканализации трахеи методом резекции опухоли с использованием YAG-laser // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 1 – С. 45–49.

Контакты: Коржева И.Ю., e-mail: korg-2@yandex.ru

THE FIRST EXPERIENCE OF TRACHEAL RECANALIZATION BY TUMOR RESECTION WITH ND-YAG-LASER

Korzheva I.Y.^{1,2}, Chernehovskaya N.E.², Kormnova N.V.^{1,2}, Stepanova V.V.²¹S.P. Botkin City Clinical Hospital, Moscow, Russia²The Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

Abstract

Actuality. Tracheal cancer is a rare disease which amounts up to 0.2% of the total number of cancers. Currently, there is an increase in the number of patients with impaired tracheal patency. Endoscopic procedures are most commonly used to restore and maintain the tracheal lumen. The key treatment for primary cancer is a surgical one; however, due to late diagnostics, the tumor is often inoperable. Chemotherapy for tracheal cancer is ineffective, and practically is not used. At present, endoscopic tracheal recanalization with laser vaporization is a method of choice in patients with inoperable tracheal tumors. **Objective:** to improve outcomes in patients with inoperable primary tracheal cancer using Nd-YAG laser either as the first component of staged treatment strategy, or as the final volume treatment. **Methods.** Patient K., 75 years old, was admitted to the hospital with complaints of dyspnea at rest, weakness and hemoptysis. As anamnesis showed, the patient had noticed a deterioration in her breathing during the last 6 months. CT scan revealed a volumetric formation (tumor) of the cervicothoracic trachea (8.0 cm above the bifurcation) with 90% stenosing in the lumen. When performing tracheobronchoscopy in the cervicothoracic trachea, a broad-based lumpy tumor, 5 cm long, stenosing the tracheal lumen by 2/3 was found on the posterior wall. Morphological examination of biopsy material revealed adenocystic carcinoma. **Results.** The performed endoscopic examination with neodymium YAG laser recanalization demonstrated the advantage of this technique in patients with inoperable tracheal tumors. **Conclusion.** Endoscopic recanalization of the trachea with neodymium YAG laser has been proven to be effective in patients with inoperable tracheal cancer. It improves their quality of life as well.

Key words: primary tracheal cancer, Nd-YAG laser, tracheal recanalization, tumor resection

For citations: Korzheva I.Y., Chernehovskaya N.E., Kormnova N.V., Stepanova V.V. The first experience of tracheal recanalization by tumor resection with Nd-YAG-laser. *Lazernaya medicina*. 2021; 25 (1): 45–49. [In Russ.].

Contacts: Korzheva I.Y., e-mail: korg-2@yandex.ru

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время отмечается увеличение количества пациентов с нарушением проходимости трахеи опухолевой этиологии. Для восстановления и поддержания просвета трахеи наиболее часто применяются различные эндоскопические вмешательства [1]. Опухоли трахеи встречаются в 4–5 % случаев по отношению ко всем трахеобронхиальным опухолям. Они делятся на первичные и вторичные. Первичные опухоли исходят из стенки трахеи, при этом чаще поражается мембранозная часть стенки, богатая слизистыми железами, а вторичные являются результатом прорастания трахеи опухолями других органов (гортань, пищевод, щитовидная железа).

Первичные раки трахеи составляют 0,1–0,2 % всех злокачественных новообразований [2]. Заболеваемость первичным раком трахеи составляет 2,6 случая на 1 миллион человек в год [3]. По международной гистологической классификации типичными злокачественными опухолями трахеи являются плоскоклеточный (50 %) и аденоидный кистозный рак, который составляет от 11 до 45,8 % от всех опухолей трахеи и бронхов [4]. Опухоль характеризуется высоким инвазивным потенциалом, но редко метастазирует.

Для злокачественного процесса в трахее характерно длительное бессимптомное течение заболевания. Это связано с тем, что трахея – орган, который хорошо приспособляется к постепенному стенозированию. Поэтому первичный рак трахеи диагностируется поздно и прогноз неблагоприятный – 5-летняя выживаемость составляет не более 6–7 % [5].

На ранней стадии клинические проявления рака трахеи (одышка, затрудненное дыхание, непродуктивный кашель) сходны с клиническими проявлениями таких заболеваний, как бронхиальная астма, дистония трахеи, хронический бронхит [6]. При проведении дифференциального диагноза следует обращать

внимание на отсутствие эффекта от терапии бронходилататорами и гормональными препаратами [7].

По мере увеличения размеров опухоли и степени стенозирования просвета трахеи нарастает одышка (у 65 % пациентов) вплоть до стридора (у 21 % больных), появляется кровохарканье (у 29 % пациентов), непродуктивный кашель (у 55 % больных), при этом нередко с мокротой выделяются кусочки опухоли. Отмечается лихорадка (у 7 % пациентов), появляется осиплость голоса (у 10 % больных), при сдавлении опухолью пищевода может развиться дисфагия (у 7 % пациентов).

Наиболее частыми осложнениями рака трахеи являются стеноз трахеи (у 32–60 % больных) и кровотечение (у 60–100 % пациентов), от которого больные, как правило, и погибают.

По рентгенологической и эндоскопической картине выделяют узловую (рис. 1), инфильтративную и смешанную формы рака трахеи.

Основным методом лечения первичного рака трахеи является хирургический, однако из-за поздней диагностики опухоль часто является неоперабельной. Химиотерапия при раке трахеи малоэффективна и практически не применяется [8]. Опубликовано лишь несколько сообщений, в которых была показана эффективность комбинированной химиотерапии схемой «паклитаксел + карбоплатин» [9], однако в самостоятельном режиме химиотерапия используется крайне редко, в основном в сочетании с лучевой терапией [10]. Рак трахеи, в частности аденокистозный рак, сравнительно радиочувствителен, поэтому можно, а в некоторых клинических ситуациях – необходимо, применять лучевую терапию, как в виде адьювантной терапии, так и в качестве самостоятельного радикального лечения [11]. Современные методики конформной лучевой терапии позволяют избирательно облучить опухоль трахеи с максимальной защитой близлежащих тканей [12].

Наиболее точным методом диагностики рака трахеи является трахеобронхоскопия с биопсией [13].

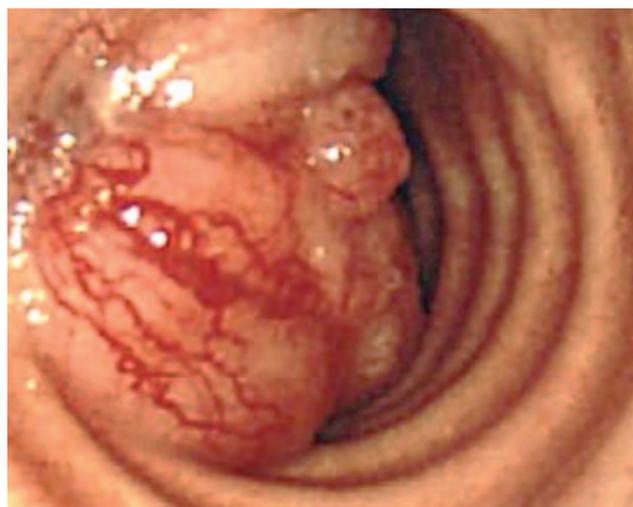


Рис. 1. Рак трахеи, узловая форма. Эндофото

Fig. 1. Tracheal cancer, nodular form. Endophoto

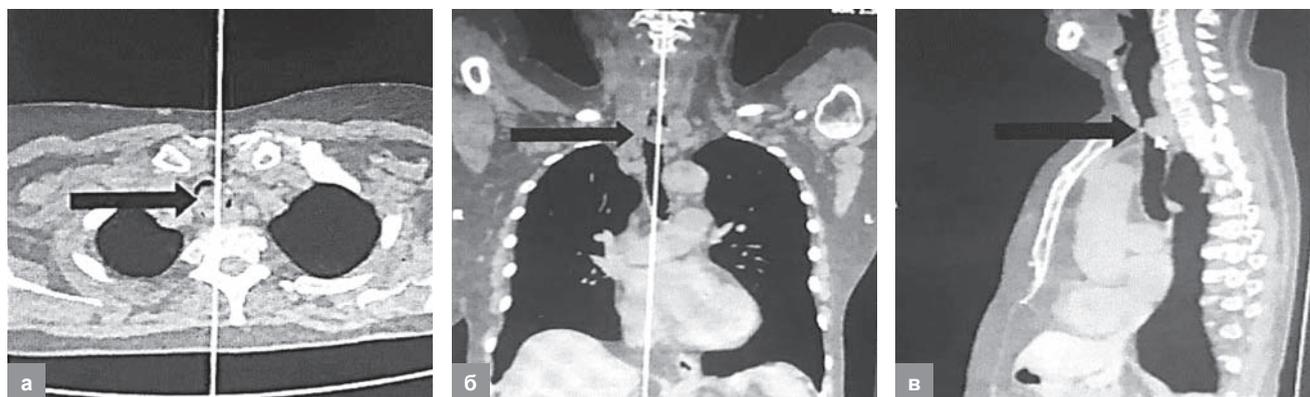


Рис. 2. Больная К., 75 лет. КТ: а, б – объемное образование шейно-грудного отдела трахеи (на 8,0 см выше бифуркации), в – стеноз просвета трахеи на 90 %

Fig. 2. Patient K., 75 years old. CT: a, б – volumetric formation of the cervicothoracic trachea (8.0 cm above the bifurcation), в – tracheal lumen stenosis by 90 %

На сегодняшний день определенную диагностическую ценность представляют рентгеноконтрастное исследование органов шеи и грудной клетки; ультразвуковое исследование шейно-надключичных лимфоузлов и органов брюшной полости; исследование функции внешнего дыхания; компьютерная томография (КТ) органов грудной клетки и головного мозга (с внутривенным введением контрастного вещества); магниторезонансная томография (МРТ) или позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ-КТ).

Однако при кровотечении из опухоли ни химио-, ни лучевая терапия не показаны. В этом случае проводится симптоматическая терапия, которая включает местный эндоскопический гемостаз на фоне системной гемостатической терапии, установку саморасправляющегося стента в зону опухолевого стеноза, эндоскопическую реканализацию трахеи (электродеструкция или лазерная резекция опухоли) [14].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Больная К., 75 лет, поступила в больницу с жалобами на одышку в покое, слабость, кровохарканье. Из анамнеза известно, что ухудшение дыхания пациентка отмечает в течение последних 6 месяцев. Наблюдалась у эндокринолога по поводу диффузного зоба и аутоиммунного тиреоидита, получала L-тироксин 100 мг/д. Лабораторные показатели в норме. При отоларингологическом осмотре: без видимой патологии. При рентгеноконтрастном исследовании обнаружено мягкотканное образование в шейно-грудном отделе трахеи со стенозом просвета на 2/3 на уровне C_{VII}–Th_I. КТ выявила объемное образование (опухоль) шейно-грудного отдела трахеи (на 8,0 см выше бифуркации), стенозирующее просвет на 90 % (рис. 2). При УЗИ органов шеи и грудной клетки диагностирован диффузный узловой зоб.

При выполнении трахеобронхоскопии в шейно-грудном отделе трахеи на задней стенке обнаружена бугристая опухоль на широком основании, протяженностью 5 см, стенозирующая просвет трахеи на 2/3

(рис. 3). При инструментальной пальпации опухоль ригидная, при взятии биопсии – выраженная контактная кровоточивость.

При морфологическом исследовании биопсийного материала – картина аденокистозной карциномы (рис. 4).

Больная консультирована кардиологом – диагностированы синдром слабости синусового узла, синдром тахи-брадикардии, пароксизмальная форма фибрилляции предсердий. Гипертоническая болезнь II стадии, 3-й степени, риск сердечно-сосудистых осложнений. Операция: имплантация двухкамерного частотно-адаптивного электрокардиостимулятора Элестим-кардио 460DR. Хирургическое лечение рака трахеи противопоказано.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Пациентке была выполнена операция – эндоскопическая реканализация трахеи с помощью Nd:YAG хирургического лазера Limax® 120 Gebruder Martin / KLS Martin Group (Германия), работающего на длине



Рис. 3. Рак трахеи, узловая форма со стенозом трахеи на 2/3. Эндофото

Fig. 3. Tracheal cancer, nodular form with tracheal stenosis by 2/3. Endophoto

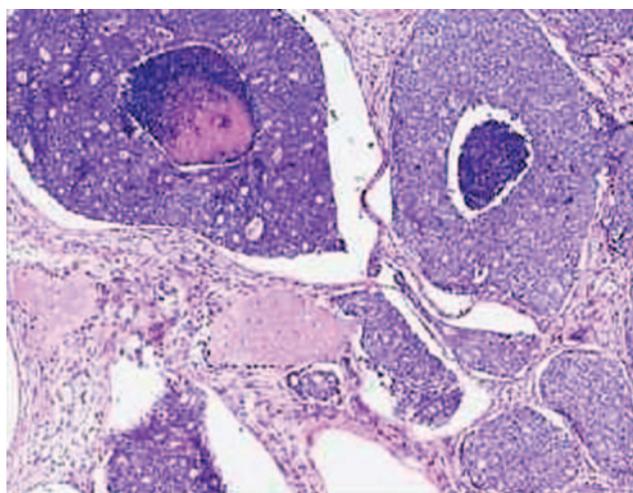


Рис. 4. Аденокистозная карцинома трахеи

Fig. 4. Adenocystic carcinoma of the trachea

волны 1318 нм с высоким значением коэффициентов поглощения в воде и гемоглобине, что позволяет предотвратить кровотечение. Продолжительность операции составила 2 часа 10 минут. При контрольной бронхоскопии через 5 дней просвет трахеи восстановлен (рис. 5). Больная жалоб не предъявляет. Выписана через 10 дней после операции в удовлетворительном состоянии под наблюдение хирурга и пульмонолога.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При больших размерах опухоли и противопоказаниях к хирургическому лечению методом выбора на сегодняшний день является эндоскопическая реканализация трахеи методом лазерной вапоризации. Таким образом, трахеобронхоскопия является не только важным диагностическим, но и лечебным методом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дробязин Е.А., Чикинев Ю.В., Судовых И.Е. и др. Эндоскопические вмешательства при опухолях трахеи и бронхов. *Вестник хирургии*. 2017; 4: 18–21.
2. Po-Yi Yang, Maw-Sen Liu, Chih-Hung Chen, Chin-Ming Lin, Thomas Chang Yao Tsao. Adenoid cystic carcinoma of the trachea: A report of seven cases and literature review. *Chang Gung Med J*. 2015; 28: 357–363.
3. Honings J., Geissert H.A., Verhagen A.F. et al. Undertreatment of tracheal cancer: A multidisciplinary audit of epidemiological data. *Ann Surg Oncol*. 2009; 16(2): 246–253. DOI: 10.1245/s10434-008-0241-3
4. Харченко В.П., Чхиквадзе В.Д., Гваришвили А.А. и др. Аденокистозный рак. *Хирургия*. 2016; 2 (11): 4–11.
5. *Рак трахеи: клинические рекомендации*. Ассоциация онкологов России. 2018: 23.
6. Li Wen, Hua Wen, Yan Fu-Gui, Shen Hua-Hao, Xu Hao. Adenoid cystic carcinoma of trachea: A case report and review of literature. *Chin Med J*. 2012; 125 (12): 2238–2239.
7. Madariaga M.L.L., Gaissert H.A. Overview of malignant tracheal tumors. *Ann Cardiothorac Surg*. 2018; 7 (2): 244–254. DOI: 10.21037/acs.2018.03.04
8. Allen A.M., Rabin M.S., Reilly J.J., Mentzer S.J. Unresect-



Рис. 5. Больная К. Через 5 дней после операции просвет трахеи восстановлен. Эндосфото

Fig. 5. Patient K. Five days after the operation, the tracheal lumen was restored. Endophoto

able adenoid cystic carcinoma of the trachea treated with chemoradiation. *J Clin Oncol*. 2017; 25: 5521–5523.

9. Joshi N.P., Haresh K.P., Das P., Kumar R., Prabhakar R., Sharma D.N., et al. Unresectable basaloid squamous cell carcinoma of the trachea treated with concurrent chemoradiotherapy: A case report with review of literature. *J Cancer Res Ther*. 2015; 6: 321–323.
10. Yang P.Y., Liu M.S., Chen C.H. Adenoid cystic carcinoma of the trachea. *Chang Gung Med J*. 2015; 28 (5): 357–363.
11. Halperin E.C., Perez C.A., Brady L.W. Perez and Brady's principles and practice of radiation oncology. 2008: 2106.
12. Habby B.G., Wilson L.D. Handbook of radiation oncology: Basic principles and clinical protocols. 2013: 797.
13. Чернеховская Н.Е., Федченко Г.Г., Андреев В.Г., Поваляев А.В. Рентгенография и эндоскопия органов дыхания. М.: БИНОМ; 2020: 253.
14. Чернеховская Н.Е., Гейниц А.В., Ловачева О.В., Поваляев А.В. Лазеры в эндоскопии. М.: МЕДпресс-информ; 2011: 142.

REFERENCES

1. Drobzyazin E.A., Chikinev Yu.V., Sudovykh I.E., et al. Endoscopic interventions for tumors of the trachea and bronchi. *Vestnik khirurgii*. 2017; 4: 18–21. [In Russ.].
2. Po-Yi Yang, Maw-Sen Liu, Chih-Hung Chen, Chin-Ming Lin, Thomas Chang Yao Tsao. Adenoid cystic carcinoma of the trachea: A report of seven cases and literature review. *Chang Gung Med J*. 2015; 28: 357–363.
3. Honings J., Geissert H.A., Verhagen A.F. et al. Undertreatment of tracheal cancer: A multidisciplinary audit of epidemiological data. *Ann Surg Oncol*. 2009; 16(2): 246–253. DOI: 10.1245/s10434-008-0241-3
4. Kharchenko V.P., Chkhikvadze V.D., Gvarishvili A.A., et al. Adenocystic cancer. *Khirurgiya*. 2016; 2 (11): 4–11. [In Russ.].
5. *Tracheal cancer: clinical guidelines*. Association of Oncologists of Russia. 2018: 23. [In Russ.].
6. Li Wen, Hua Wen, Yan Fu-Gui, Shen Hua-Hao, Xu Hao. Adenoid cystic carcinoma of trachea: A case report and review of literature. *Chin Med J*. 2012; 125 (12): 2238–2239.
7. Madariaga M.L.L., Gaissert H.A. Overview of malignant tracheal tumors. *Ann Cardiothorac Surg*. 2018; 7 (2): 244–254. DOI: 10.21037/acs.2018.03.04

8. Allen A.M., Rabin M.S., Reilly J.J., Mentzer S.J. Unresectable adenoid cystic carcinoma of the trachea treated with chemoradiation. *J Clin Oncol.* 2017; 25: 5521–5523.
9. Joshi N.P., Haresh K.P., Das P., Kumar R., Prabhakar R., Sharma D.N., et al. Unresectable basaloid squamous cell carcinoma of the trachea treated with concurrent chemoradiotherapy: A case report with review of literature. *J Cancer Res Ther.* 2015; 6: 321–323.
10. Yang P.Y., Liu M.S., Chen C.H. Adenoid cystic carcinoma of the trachea. *Chang Gung Med J.* 2015; 28 (5): 357–363.
11. Halperin E.C., Perez C.A., Brady L.W. Perez and Brady's principles and practice of radiation oncology. 2008: 2106.
12. Habby B.G., Wilson L.D. Handbook of radiation oncology: Basic principles and clinical protocols. 2013: 797.
13. Chernehovskaja N.E., Fedchenko G.G., Andreev V.G., Povaljaev A.V. Respiratory radiography and endoscopy. Moscow: BINOM; 2020: 253. [In Russ.].
14. Chernehovskaja N.E., Gejnic A.V., Lovacheva O.V., Povaljaev A.V. Lasers in endoscopy. Moscow: MEDpress-inform; 2011: 142. [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

Коржева Ирина Юрьевна – доктор медицинских наук; заведующая отделением эндоскопии, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения города Москвы; заведующая кафедрой эндоскопии, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; e-mail: korg-2@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5984-5660>

Чернеховская Наталья Евгеньевна – доктор медицинских наук, профессор, заведующая учебной частью кафедры эндоскопии, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; e-mail: chernekhovskaya@mail.ru

Кормнова Наталья Владимировна – врач-эндоскопист, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения города Москвы

Степанова Валерия Викторовна – ординатор кафедры эндоскопии, ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; e-mail: valerivist@icloud.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2917-9967>

Information about the authors

Korzheva Irina – MD, Dr. Sc. (Med.); Head of Endoscopy Department, S.P. Botkin City Clinical Hospital; Head of the Department of Endoscopy, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education; e-mail: korg-2@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5984-5660>

Chernekhovskaya Natalia – MD, Professor, Head of the Educational Department of the Endoscopy Department, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education; e-mail: chernekhovskaya@mail.ru

Kormnova Natalia – Endoscopist, S.P. Botkin City Clinical Hospital

Stepanova Valeria – Resident of the Department of Endoscopy, Russian Medical Academy of Continuing Professional Education; e-mail: valerivist@icloud.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2917-9967>

УДК 621.373.826

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-1-50-54

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 1270 НМ НА РЕПЛИКАЦИЮ ВИРУЛЕНТНЫХ ФАГОВЫХ ВИРИОНОВ

С.В. Фиалкина¹, Ю.В. Алексеев², В.А. Дуванский^{2,4}, Е.В. Давыдов^{2,3,5}

¹ ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени Н.Ф. Гамалеи» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва, Россия

² ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины имени О.К. Скобелкина ФМБА России», Москва, Россия

³ ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств», Москва, Россия

⁴ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва, Россия

⁵ Ветеринарный центр «РосВет», Москва, Россия

Резюме

В работе представлены данные по исследованию влияния облучения лазерным излучением длиной волны 1270 нм фаговых частиц вирулентного клебсиеллезного бактериофага. В качестве объекта изучения использовали лечебный производственный клебсиеллезный бактериофаг. В качестве тест-культуры использовали штамм *Klebsiella pneumoniae* № 296, чувствительный к выбранному фагу. В качестве источника излучения использован экспериментальный прибор производства ООО «Новые хирургические технологии». Аппарат имеет непрерывный режим излучения лазерных полупроводниковых диодов с длиной волны 1270 нм (1268–1272 нм). Количество жизнеспособных фаговых частиц в исходном растворе клебсиеллезного бактериофага составило 5×10^8 . Облучение фага лазерным излучением с длиной волны 1270 нм привело к снижению количества жизнеспособных фаговых частиц до 10^5 . Результаты практически не зависели от времени облучения, т. е. титры фага были в равной мере снижены при воздействии лазерного луча в течение как 5 мин, так и 10 мин и 15 мин. Облучение клебсиеллезного бактериофага лазерным излучением длиной волны 1270 нм приводит к снижению количества жизнеспособных фаговых частиц на 3 порядка логарифма (исходный титр – 10^8 , после обработки – 10^5 негативных фаговых колоний), что говорит об их повреждении. Механизмы повреждения фаговых частиц нуждаются в дальнейшем изучении с целью выяснения возможности применения излучения с этими длинами волн в медицинской практике.

Ключевые слова: светокислородный эффект, лазерное излучение, синглетный кислород, вирионы бактериофага

Для цитирования: Фиалкина С.В., Алексеев Ю.В., Дуванский В.А., Давыдов Е.В. Изучение воздействия лазерного излучения 1270 нм на репликацию вирулентных фаговых вирионов // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 1 – С. 50–54.

Контакты: Алексеев Ю.В., e-mail: ural377@mail.ru

EFFECTS OF 1270 NM LASER IRRADIATION AT THE REPLICATION OF VIRULENT PHAGE VIRIONS

Fialkina S.V.¹, Alekseev Yu.V.², Duvanskiy V.A.^{2,4}, Davydov E.V.^{2,3,5}

¹ Gamaleya National Research Center of Epidemiology and Microbiology, Moscow, Russia

² Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, Moscow, Russia

³ Moscow State University of Food Production, Moscow, Russia

⁴ Russian University of Peoples' Friendship, Moscow, Russia

⁵ Veterinary Center "RosVet", Moscow, Russia

Abstract

Effects of 1270 nm laser light irradiation at phage particles of virulent klebsiellosis bacteriophage were studied. The medical klebsiellosis bacteriophage, manufactured industrially, was taken as the study object. *Klebsiella pneumoniae* N 296, sensitive to the selected phage, was used as a test-culture. An experimental device manufactured by LTD «New surgical technologies» was used as a source of light. Semiconductor diodes generate light with wavelength 1270 nm (1268–1272 nm) in the continuous mode. The number of viable phage particles in the initial solution of klebsiellosis bacteriophage was 5×10^8 . Irradiation of the phage with 1270 nm laser light decreased the number of viable phage particles to 10^5 . Results did not practically depend on the exposure time, i. e. phage titers were equally reduced when exposed to laser light for 5 min, 10 min and 15 min. Irradiation of *Klebsiella* bacteriophage with 1270 nm laser light reduced the number of viable phage particles by 3 log orders (initial titer was 10^8 ; after irradiation – 10^5 negative phage colonies). It is indicative of their damage. Mechanisms of phage particle damage should be the object of further research so as to define if laser irradiation with the above mentioned wavelengths can be used in medical practice.

Key words: light-oxygen effect, laser irradiation, singlet oxygen, bacteriophage virions

For citations: Fialkina S.V., Alekseev Yu.V., Duvanskiy V.A., Davydov E.V. Effects of 1270 nm laser irradiation at the replication of virulent phage virions. *Lazernaya medicina*. 2021; 25 (1): 50–54. [In Russ.].

Contacts: Alexeev Yu.V., e-mail: ural377@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в нашей стране и за рубежом уделяется большое внимание изучению возможностей применения прямой фотогенерации синглетного кислорода ($^1\text{O}_2$) в медицинской практике [1, 2]. Следует отметить, что возможность воздействия синглетного кислорода, образующегося посредством лазерного излучения в спектре его поглощения, на биологические объекты была высказана, а затем и подтверждена еще в конце 1980-х годов отечественными учеными [3, 4]. В последствии этот эффект получил название «светокислородного» эффекта – СКЭ [5]. Наиболее изучены механизмы реализации $^1\text{O}_2$ в биологических системах при фотодинамическом эффекте (ФДЭ), который давно применяется в клинической практике для лечения ряда заболеваний, хотя и здесь остается много невыясненных деталей [6, 7, 8]. ФДЭ является трехкомпонентным, т. к. для генерации синглетного кислорода используется фотосенсибилизатор + излучение в спектре его поглощения → с образованием $^1\text{O}_2$. При СКЭ – это двухкомпонентный процесс: излучение в спектре поглощения кислорода (акцептор O_2) → образование $^1\text{O}_2$ [9, 10]. Таким образом, общим для них является образование одного и того же фотопродукта O_2 , зависимость результатов воздействия на биологические объекты от поглощенной дозы (доза-эффект) [11, 12, 13]. Различия обусловлены квантовым выходом $^1\text{O}_2$ (при ФДЭ он значительно выше), локализацией в биологических объектах (при ФДЭ он в основном реализуется в мембранных структурах клеток, при СКЭ он рассредоточен) и путем дезактивации. При ФДЭ дезактивация происходит в основном химическим путем, а при СКЭ значительно выше вероятность физического пути со сбросом возбуждения в окружающую водную матрицу с последующей ее структуризацией. Имеются косвенные доказательства, что СКЭ реализуется через образование синглетного кислорода в субклеточных структурах, возможно в цепи цитохромзависимых окислительно-восстановительных реакций. При определенной мощности действующего излучения не исключается и развитие некоторого термического эффекта на клеточном и субклеточном уровнях, влияющего на протекающие в них физико-химические процессы. Есть также предположения о способности $^1\text{O}_2$ приводить к конформационным изменениям белковых структур [14]. При проведении фотодинамической терапии в клинической практике наблюдается ее противовирусный эффект [15, 16]. Поэтому изучение воздействия СКЭ на вирусы представляет большой интерес из-за некоторой общности ФДЭ, связанной с генерацией синглетного кислорода. Сложность работы с вирусами, вызывающими различные острые и хронические инфекционные заболевания определило наш интерес к модели бактериофагов, являющиеся прототипами вирусов, лизирующих чувствительные к фагу бактериальные клетки. Известно, что в результате

контакта происходит прикрепление фагов к поверхности поражаемой бактериальной клетки и после возникновения устойчивой связи между специфическим рецепторным участком и вирионом адсорбция фага становится необратимой. Далее фаговая ДНК поступает в цитоплазму бактериальной клетки, вызывает блокирование синтеза ее белков и после репликации и сборки зрелых вирионов наступает лизис клеточной стенки изнутри с выходом вирионов во внешнюю среду. Система фаголизиса базируется на наступающем в определенный специфический момент последовательном ферментативном гидролизе цитоплазматической мембраны. Гидрофобный мембранный белок-холин обеспечивает за счет разрушения цитоплазматической мембраны доступ второго фермента к клеточной стенке, который связан с аутолизом [17].

Цель: изучение влияния облучения лазерным излучением длиной волны 1270 нм на фаговые частицы вирулентного клебсиеллезного бактериофага.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе использовали лечебный производственный клебсиеллезный бактериофаг. В качестве тест-культуры использовали штамм *Klebsiella pneumoniae* № 296, чувствительный к выбранному фагу. В качестве источника излучения использован экспериментальный прибор производства ООО «Новые хирургические технологии». Аппарат имеет непрерывный режим излучения лазерных полупроводниковых диодов с длиной волны 1270 нм (1268–1272 нм). Максимальная регулируемая мощность излучения – до 3 Вт. Аппарат является моноблоком. В состав блока входят: полупроводниковый излучатель, совмещенный с оптическими элементами и световодами вывода излучения, источник питания, блок управления лазером. В проводимом эксперименте мощность излучения составляла 150 мВт. Вначале определяли количество активных фаговых частиц (титр бактериофага). Для этого пипеткой отбирали 1,0 мл исходной концентрации бактериофага и вносили в пробирку с 9,0 мл 0,85%-ного раствора хлорида натрия (рН 7,0) или фосфатного буфера (рН 7,0), чтобы получить исходное разведение в 10 раз, т. е. первое десятикратное разведение. Далее готовили ряд пробирок с 4,5 мл мясоептонного бульона (МПБ) и приготавливали дальнейшие десятикратные разведения. Для этого в расставленные в штативе бактериологические пробирки (№ 2–9) вносили по 4,5 мл стерильного МПБ. Из 1-го разведения стерильной пипеткой объемом 1 мл с неповрежденным концом переносили 0,5 мл первого десятикратного разведения бактериофага в пробирку № 2, содержащую, как и весь ряд, 4,5 мл МПБ. При этом кончик пипетки прислоняли к внутренней стенке пробирки, не касаясь содержащейся в ней жидкости. После этого пипетку сбрасывали, брали другую такую же пипетку и перемешивали разведение в пробирке № 2 путем

пипетирования не менее 5 раз. После перемешивания этой же пипеткой переносили 0,5 мл в следующую пробирку, соблюдая те же правила. Из приготовленных разведений отбирали 0,5 мл бактериофага и вносили в 4,5 мл расплавленного и остуженного до 45 °С полужидкого 0,5%-ного агара, перемешивали, затем вносили 0,1 мл 10 млрд взвеси суточной бульонной культуры клебсиелл и выливали вторым слоем на заранее подготовленные чашки с 1,5%-ным мясопептонным агаром (первый слой). Инкубировали в термостате в течение суток, учитывали на каждой чашке количество негативных (фаговых) колоний и рассчитывали исходный титр используемого бактериофага.

Опыты с облучением. Первоначально в ряд полистероловых виал вносили по 0,5 мл фага, содержащего 10^8 фаговых частиц в 1 мл. Предварительно верхнюю часть виалы с крышечкой срезали и вставляли в апертуру лазерного аппарата. Окончательные размеры срезанной виалы: диаметр – 5 мм, длина – 44 мм, вместимость – 0,5 мл. Мощность излучения – 0,15 Вт, время экспозиции – 5, 10, 15 и 30 мин (дозы – 225, 450, 675 и 1350 Дж/см² соответственно). Объем пробы – 0,5 мл в физиологическом растворе NaCl. Расстояние облучения стандартное, так как фиксировано срезом виалы, и равно 44 мм. Затем каждые 3 виалы для получения статистически достоверных значений поочередно облучали лазером с длиной волны 1270 нм. Первые три виалы облучали 5 мин, вторые три – 10 мин, третьи – 15 мин. Следует отметить, что температура суспензии в процессе облучения не превышала 40–42 °С, т. е. не отражалась на количестве жизнеспособных фаговых частиц. Три отдельные виалы с фагом служили контролем без облучения. Затем из каждой виалы отсасывали автоматической пипеткой со съемными наконечниками 0,25 мл содержимого и готовили ряд десятикратных разведений фага (10^1 – 10^9). Разведения готовили в бактериологических пробирках с МПБ в соотношении 1:10 (0,25 мл

облученной взвеси бактериофага + 2,25 мл бульона). Затем 1,0 мл каждого разведения фага смешивали с 4,5 мл полужидкого 0,7%-ного МПА, остуженного до температуры 45 °С, и 0,1 мл бульонной суточной тест-культуры *K. pneumoniae* 296. Содержимое пробирок перемешивали и выливали вторым слоем на чашки с 1,5%-ным МПА. Чашки инкубировали при 37 °С в течение ночи и учитывали количество негативных колоний.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Количество жизнеспособных фаговых частиц в исходном растворе клебсиеллезного бактериофага составило 5×10^8 . Облучение фага лазерным излучением длиной волны 1270 нм привело к снижению количества жизнеспособных фаговых частиц до 10^5 . Результаты представлены в таблице.

Результаты практически не зависели от времени облучения, т. е. титры фага были в равной мере снижены при воздействии лазерного излучения как в течение 5, 10 и 15 мин. Аналогичный эффект, по-видимому, можно наблюдать и в отношении патогенных для человека вирусов.

ОБСУЖДЕНИЕ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Облучение клебсиеллезного бактериофага лазерным излучением длиной волны 1270 нм приводит к снижению количества жизнеспособных фаговых частиц на 3 порядка логарифма (исходный титр – 10^8 , после обработки – 10^5 негативных фаговых колоний), что говорит об их повреждении. Механизмы повреждения фаговых частиц нуждаются в дальнейшем изучении с целью выяснения возможности применения излучения с этими длинами волн в медицинской практике, однако, основываясь на имеющихся данных, можно предполагать и возможность конформационного изменения белковых структур вирионов бактериофага.

Таблица

Снижение численности фаговых вирионов при воздействии лазерного излучения 1270 нм

Table

Decrease in the number of phage virions under laser light irradiation with wavelength 1270 nm

Время воздействия лазера Laser exposure time	Количество негативных колоний бактериофага, определенных в разведениях Number of negative colonies of bacteriophage, in definite dilutions					
	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8
5 мин 5 min	109 ± 18	10 ± 3	1	0	0	0
10 мин 10 min	98 ± 16	8 ± 2	0	0	0	0
15 мин 15 min	76 ± 12	5 ± 1	0	0	0	0
Необлученный (исходный) Unirradiated (initial)	сл cl	псл pl	740 ± 19	60 ± 9	9 ± 2	1

Примечание. сл – сливной лизис (более 10 000 фаговых частиц); псл – полусливной лизис (более 3000 фаговых частиц).

Note. cl – confluent lysis (more than 10,000 phage particles); pl – incomplete lysis (more than 3,000 phage particles).

ЛИТЕРАТУРА

1. Blázquez-Castro A. Direct $^1\text{O}_2$ optical excitation: A tool for redox biology. *Redox Biol.* 2017; 13: 39–59. doi: 10.1016/j.redox.2017.05.011
2. Алексеев Ю.В., Бархина Т.Г., Иванов А.В. и др. Воздействие фотодинамического и светокислородного эффектов на ультраструктуру различных популяций лейкоцитов. *Лазерная медицина.* 2018; 22 (2): 29–35.
3. Амбарцумян Р.В., Елисеев П.Г., Еремеев Б.В. и др. Биологическое действие лазерного излучения на эритроциты в инфракрасной полосе поглощения молекулярного кислорода. *Краткие сообщения по физике.* 1987; 10: 35–37.
4. Данилов В.П., Захаров С.Д., Иванов А.В. и др. Фотодинамическое повреждение клеток в красной и ИК полосах поглощения эндогенного кислорода. *Доклады АН СССР.* 1990; 311 (5): 1255–1258.
5. Захаров С.Д., Иванов А.В. Светокислородный эффект в клетках и перспективы его применения в терапии опухолей. *Квантовая электроника.* 1999; 29 (3): 192–214.
6. Коробов У.М., Толстых М.П., Дуванский В.А., Усманов Д.Н. Изучение антибактериальной активности фотодинамической терапии в эксперименте. *Лазерная медицина.* 2001; 5(2): 27–29.
7. Дуванский В.А., Попова Е.А. Первый опыт применения фотодинамической терапии в комплексном лечении дуоденальных язв. *Лазерная медицина.* 2004; 8 (3): 217.
8. Фиалкина С.В., Алексеев Ю.В., Коновалова Г.Н. и др. Подавление жизнеспособности клеток стафилококков лазерным лучом 1270 нм. *Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии.* 2012; 5: 70–73.
9. Krasnovsky A.A. Jr., Roumbal Ya.V., Ivanov A.V., Ambartzumian R.V. Solvent dependence of the steady-state rate of $^1\text{O}_2$ generation upon excitation of dissolved oxygen by cw 1267 nm laser radiation in air-saturated solutions: Estimates of the absorbance and molar absorption coefficients of oxygen at the excitation wavelength. *Chemical Physics Letters.* 2006; 430: 260–264.
10. 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.
11. Алексеев Ю.В., Иванов А.В., Миславский О.В. и др. Воздействие лазерного излучения с длиной волны 1270 нм на кожу и ткани внутренних органов экспериментальных животных. *Медицинская физика.* 2012; 1 (53): 40–46.
12. Алексеев Ю.В., Иванов А.В., Миславский О.В. и др. Исследование воздействия лазерного излучения 1270 нм на нормальные и опухолевые ткани экспериментальных животных. *Лазеры в науке, технике, медицине. Сборник научных трудов.* 2012; 23: 76–79.
13. Бондаренко В.М., Алексеев Ю.В., Миславский О.В., Пonomarev Г.В. Перспективы применения динатриевой соли 2,4-ди(1-метоксиэтил)-дейтеропорфирина-IX («димегина») для фотодинамической терапии неонкологических заболеваний. *Биомедицинская химия.* 2014; 60 (3): 338–347.
14. Zakharov S.D., Ivanov A.V. Light-oxygen effect as a physical mechanism for activation of biosystems by quasi-monochromatic light (a review). *Biophysics.* 2005; 50 (Suppl. 1): S64–S85.
15. Park YK, Park CH. Clinical efficacy of photodynamic therapy. *Obstet Gynecol Sci.* 2016; 59 (6): 479–488.
16. Рябов М.В., Михалева Л.В., Странадко Е.Ф. и др. Перспективы клинического применения фотодинамической терапии для лечения заболеваний шейки матки. *Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии.* 2020; 19 (6): 34–40. DOI: 10.20953/1726-1678-2020-6-34-40

REFERENCES

1. Blázquez-Castro A. Direct $^1\text{O}_2$ optical excitation: A tool for redox biology. *Redox Biol.* 2017; 13: 39–59. doi: 10.1016/j.redox.2017.05.011
2. Alekseev Yu.V., Barkhina T.G., Ivanov A.V., et al. Influence of photodynamic and light-oxygen effects on the ultrastructure of various populations of leukocytes. *Lazernaya meditsina.* 2018; 22 (2): 29–35. [In Russ.].
3. Ambartsumyan R.V., Eliseev P.G., Eremeev B.V., et al. Biological effect of laser radiation on erythrocytes in the infrared absorption band of molecular oxygen. *Kratkie soobshcheniya po fizike.* 1987; 10: 35–37. [In Russ.].
4. Danilov V.P., Zakharov S.D., Ivanov A.V., et al. Photodynamic damage to cells in the red and IR absorption bands of endogenous oxygen. *Doklady AN SSSR.* 1990; 311 (5): 1255–1258. [In Russ.].
5. Zakharov S.D., Ivanov A.V. Light-oxygen effect in cells and prospects for its use in tumor therapy. *Kvantovaya elektronika.* 1999; 29 (3): 192–214. [In Russ.].
6. Korobov U.M., Tolstykh M.P., Duvansky V.A., Usmanov D.N. Study of the antibacterial activity of photodynamic therapy in experiment. *Lazernaya meditsina.* 2001; 5(2): 27–29. [In Russ.].
7. Duvansky V.A., Popova E.A. The first experience of using photodynamic therapy in the complex treatment of duodenal ulcers. *Lazernaya meditsina.* 2004; 8 (3): 217. [In Russ.].
8. Fialkina S.V., Alekseev Yu.V., Konovalova G.N., et al. Suppression of the viability of staphylococcal cells by laser beam 1270 nm. *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunobiologii.* 2012; 5: 70–73. [In Russ.].
9. Krasnovsky A.A. Jr., Roumbal Ya.V., Ivanov A.V., Ambartzumian R.V. Solvent dependence of the steady-state rate of $^1\text{O}_2$ generation upon excitation of dissolved oxygen by cw 1267 nm laser radiation in air-saturated solutions: Estimates of the absorbance and molar absorption coefficients of oxygen at the excitation wavelength. *Chemical Physics Letters.* 2006; 430: 260–264.
10. Mashalov A.A., Balakirev S.A., Ivanov A.V., et al. Light-oxygen laser therapy in the prevention and treatment of radiation reactions and complications in cancer patients. *Lazernaya meditsina.* 2013; 17 (1): 10–14. [In Russ.].
11. Alekseev Yu.V., Ivanov A.V., Mislavsky O.V., et al. The impact of laser radiation with a wavelength of 1270 nm on the skin and tissues of the internal organs of experimental animals. *Meditsinskaya fizika.* 2012; 1 (53): 40–46. [In Russ.].
12. Alekseev Yu.V., Ivanov A.V., Mislavsky O.V., et al. Study of the effect of 1270 nm laser radiation on normal and tumor tissues of experimental animals. *Lazery v nauke, tekhnike, meditsine. Sbornik nauchnykh трудов.* 2012; 23: 76–79. [In Russ.].
13. Bondarenko V.M., Alekseev Yu.V., Mislavsky O.V., Ponomarev G.V. Prospects for the use of 2,4-di(1-methoxyethyl)-deuteroporphyrin-IX (“dimegin”) disodium salt for photodynamic therapy of non-oncological diseases. *Biomeditsinskaya khimiya.* 2014; 60 (3): 338–347. [In Russ.].

14. *Zakharov S.D., Ivanov A.V.* Light-oxygen effect as a physical mechanism for activation of biosystems by quasi-monochromatic light (a review). *Biophysics*. 2005; 50 (Suppl. 1): S64–S85.
15. *Park YK, Park CH.* Clinical efficacy of photodynamic therapy. *Obstet Gynecol Sci*. 2016; 59 (6): 479–488.
16. *Ryabov M.V., Mikhaleva L.V., Stranadko E.F., et al.* Prospects for the clinical application of photodynamic therapy for the treatment of diseases of the cervix. *Voprosy ginekologii, akusherstva i perinatologii*. 2020; 19 (6): 34–40. DOI: 10.20953/1726-1678-2020-6-34-40. [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 they respect rights of the people who participated in the study, including obtaining the informed consent when it is necessary and rules of treatment of animals when they are used in the study.

Информация об авторах

Фиалкина Светлана Владимировна – старший научный сотрудник лаборатории молекулярных основ патогенности, ФГБУ «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи» Министерства здравоохранения Российской Федерации; e-mail: fialkina-fsv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2613-0578>

Алексеев Юрий Витальевич – доктор медицинских наук, руководитель отделения экспериментальной лазерной медицины, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА России»; e-mail: ural377@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4470-1960>

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 ФМБА России»; заведующий кафедрой эндоскопии, эндоскопической и лазерной хирургии, ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»; e-mail: dvaendo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5880-2629>

Давыдов Евгений Владимирович – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры ветеринарной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет пищевых производств»; старший научный сотрудник, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О.К. Скобелкина ФМБА России»; ветеринарный врач ветеринарной клиники «РосВет»; e-mail: Dr.davydov@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0452-2880>

Information about authors

Fialkina Svetlana – Senior Researcher at the Laboratory of Molecular Pathogenesis, Gamaleya Research Centre for Epidemiology and Microbiology, e-mail: fialkina-fsv@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2613-0578>

Alekseev Yuri – MD, Dr. Sc. (Med.), Head of the Department of Experimental Laser Medicine, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine; e-mail: ural377@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4470-1960>

Duvansky Vladimir – MD, Dr. Sc. (Med.), Professor, Deputy-Director, Head of the Department of Endoscopic Surgery, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine; Head of the Chair of Endoscopy, Endoscopic and Laser Surgery, Russian University of People's Friendship; e-mail: dvaendo@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5880-2629>

Davydov Evgeny – MD, Cand. Sc. (Vet.), Associate Professor at the Department of Veterinary Medicine, Moscow State University of Food Production; Senior Researcher, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine; Veterinarian, Veterinary Center "RosVet"; e-mail: Dr.davydov@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0452-2880>

УДК: 617.576 - 002.3-089

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-1-55-64

РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЛЕЧЕНИЯ ГНОЙНО-ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КИСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Ю.Л. Чепурная¹, Г.Г. Мелконян^{1,2}, Н.Т. Гульмурадова¹, А.А. Сорокин

¹ГБУЗ «Городская клиническая больница № 4 Департамента здравоохранения г. Москвы», Москва, Россия

²ФГБОУ ДО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Россия

Резюме

В данной работе представлен обзор развития методов лечения гнойных заболеваний пальцев и кисти. Данные заболевания составляют значительную часть всех патологий, с которыми пациенты обращаются в медицинские учреждения. Их высокая частота встречаемости обусловлена широким спектром причин. Нередко пациенты после амбулаторного лечения обращаются к специалистам стационара, а плачевными последствиями затяжного лечения становятся инвалидизирующие операции, приводящие к потере пальца или даже кисти, что обуславливает высокую экономическую значимость данной проблемы.

На протяжении многих лет происходит развитие медицинской помощи таким пациентам. Радикальные изменения произошли не только в хирургической технике, но и в предоперационной подготовке, ведении послеоперационного периода, расширился спектр реабилитационных мероприятий. В качестве операционной методики зарекомендовала себя как метод выбора техника ведения ран под швами с наложением дренажно-промывной системы (ДПС), став практически классическим методом лечения флегмон и панарициев. Однако, как и у любого другого метода, к данной технике существует ряд медицинских противопоказаний, и, по-прежнему, часть ран у пациентов с гнойными заболеваниями пальцев и кисти хирурги вынуждены вести открытым способом. Кроме того, результаты наложения ДПС зачастую также остаются неудовлетворительными.

На протяжении многих лет не прекращаются поиски методов улучшения результатов лечения пациентов, затрагивающие не только оперативную технику, но и послеоперационное ведение ран.

Положительные результаты в лечении пациентов неоднократно демонстрировали исследователи, использовавшие в своих работах лазерное излучение. Широко известно и повсеместно применяется высокоэнергетическое лазерное излучение, в том числе и в качестве скальпеля в гнойной хирургии для выполнения некрэктомии. Использование лазерной некрэктомии существенно улучшает течение раневого процесса, ускоряет заживление раны, способствует раннему очищению раневого дефекта от фибринового детрита и экссудата.

Также хорошо зарекомендовала себя и фотодинамическая терапия (ФДТ), нашедшая широкое применение в онкологии и все чаще используемая и в гнойной хирургии. Использование фотодинамической терапии позволяет сократить срок заживления раны, способствует раннему появлению грануляций, формированию мягкого рубца, оказывает противомикробное воздействие в ране.

Однако работ по применению лазерного излучения у пациентов с гнойными заболеваниями кисти крайне мало, что и послужило причиной поиска исследований по применению лазеров и фотодинамической терапии в комплексном лечении гнойных заболеваний кисти.

Ключевые слова: высокоэнергетический углекислотный лазер, фотодинамическая терапия, гнойные заболевания, кисть, пальцы кисти, панариций, флегмона, комплексное хирургическое лечение, некрсеквестрэктомия, некрэктомия

Для цитирования: Чепурная Ю.Л., Мелконян Г.Г., Гульмурадова Н.Т., Сорокин А.А. Развитие комплексного лечения гнойно-воспалительных заболеваний кисти при использовании лазерного излучения // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 1 – С. 55–64.

Контакты: Чепурная Ю.Л., e-mail: julya.chepurnaya@bk.ru

EVOLUTION OF THE COMPLEX TREATMENT OF PURULENT DISEASES OF THE HAND INCLUDING LASER IRRADIATION (A REVIEW)

Chepurnaya Y.L.¹, Melkonyan G.G.^{1,2}, Gulmuradova N.T.¹, Sorokin A.A.

¹Municipal Clinical Hospital N 4, Moscow, Russia

²Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

Abstract

The given article is a review on the techniques developed for treating purulent disease of fingers and hands. This pathology accounts for a considerable part of all pathologies with which patients seek medical care. A high incidence of the disease is determined by a wide range of reasons. Not infrequently, patients come to hospitals after their outpatient treatment, and as a result of long-lasting pathological process, they have to undergo disabling surgeries leading to the loss of a finger or even a hand what worsens this problem because of the economic factor.

Over the years, medical care for such patients has been constantly developing. Radical changes have taken place not only in the surgical sphere, but also in preoperative one, in postoperative management and in rehabilitation. The technique of treating wounds under sutures with putting a drain-washing system (DWS) has practically become a classical method of choice for managing phlegmons and panaritias. However, like with any other method, there is a number of medical contraindications to it, and, as before, surgeons must treat purulent wounds in fingers and hands using open technologies. In addition, results after DWS are often unsatisfactory.

For many years, researchers are looking for new approaches to improve not only outcomes of patients' surgical care but also postoperative management of wounds.

Researchers who use laser radiation in their work have repeatedly demonstrated positive results when treating patients with laser light. High-intensity laser irradiation is widely used in medicine; in purulent surgery, it is used as a scalpel for performing necrectomy. Laser light applied for necrectomy significantly improves wound process, accelerates wound healing, promotes early cleansing of the wound defect from fibrin detritus and exudate.

Photodynamic therapy (PDT), which has found wide application in oncology, currently is actively used in purulent surgery too because of good outcomes. PDT shortens wound healing, promotes early granulation and formation of soft scars as well as it has the antimicrobial effect at wounds.

However, there are very few studies on the application of laser light in patients with purulent diseases of the hand what has impelled the researchers to make trials on laser light and PDT application in the complex treatment of purulent diseases of the hand.

Key words: high-level carbon dioxide laser, photodynamic therapy, purulent diseases, hand, fingers, panaritium, phlegmon, complex surgical treatment, necrsequestrectomy, necrectomy

For citations: Chepurnaya Yu.L., Melkonyan G.G., Gulmuradova N.T., Sorokin A.A. Evolution of the complex treatment of purulent diseases of the hand including laser irradiation. *Lazernaya medicina*. 2021; 25 (1): 55–64. [In Russ.].

Contacts: Chepurnaya Yu.L., e-mail: julya.chepurnaya@bk.ru

ВВЕДЕНИЕ

Лечение гнойно-воспалительных заболеваний кисти является одной из наиболее актуальных и сложных проблем клинической хирургии во всем мире.

Так, в Соединенных Штатах Америки и Мексике из всех пациентов, обращающихся к хирургу, до 30 % составляют больные с данной патологией. В 60 %, отмечают мексиканские ученые, нагноительный процесс возникает в результате травмы кожных покровов, 25 % составляют последствия укуса человека, 5 % – результат укуса животных и до 10 % составляют повреждения, произошедшие вследствие снижения иммунитета [1].

По результатам исследования последствий лечения пациентов с хроническими гнойными заболеваниями кисти, в Испании за последние 25 лет все чаще отмечается затяжное течение гнойного процесса, расширение спектра выявляемой микрофлоры, в т. ч. микобактерии *Mycobacterium marinum*, хотя лидирующие позиции по-прежнему занимает золотистый стафилококк [2].

В России и странах СНГ острые гнойно-воспалительные заболевания кисти занимают одно из первых мест среди всей гнойной патологии как по частоте встречаемости, так и по общему времени нетрудоспособности пациентов [3].

Среди всех нагноительных процессов мягких тканей и костей удельный вес этой патологии составляет от 8 до 30 %, из них до 85,5 % составляют больные в трудоспособном возрасте [4]. Несмотря огромные шаги в лечении гнойной патологии кисти многие врачи отмечают тенденцию к возрастанию количества глубоких форм панариция и тяжелых форм флегмон, быстрое прогрессирование воспаления поверхностных форм панариция [3].

Гнойная инфекция данной области особенно трудно поддается лечению в связи с анатомическими особенностями, а формирование рубцов на кисти приводит к существенным ограничениям в быту и трудовом процессе.

Не только медицинское, но и социально-экономическое значение обусловлено необходимостью в квалифицированной медицинской помощи, а также

большим сроком временной, а зачастую и постоянной, нетрудоспособности.

Разнообразие проявлений патологического процесса при флегмоне кисти, панариции, остеомиелите, пандактилите связано со сложностью анатомических структур данной области, что требует взвешенного индивидуального подхода в зависимости от конкретных клинико-диагностических признаков. Российскими и зарубежными авторами предложено большое количество различных оперативных доступов, способов ведения послеоперационных ран при гнойно-воспалительных заболеваниях кисти.

В послеоперационном периоде для лечения гнойных ран применяются различные средства, способствующие санации раневой поверхности, стиханию воспалительного процесса и ускорению регенераторных процессов, однако существующее разнообразие методов хирургического лечения гнойных заболеваний кисти подчеркивает сложности в их выборе и необходимости снижения количества неудовлетворительных результатов, которое остается достаточно высоким.

Для решения этой проблемы предлагается различный ряд новых разработок, одной из самых перспективных стало использование высокоэнергетического лазера и фотодинамической терапии.

Использование высокоэнергетического углекислотного лазера является одним из самых перспективных методов лечения пациентов, страдающих гнойно-воспалительными заболеваниями [6]. По мнению ряда авторов, это направление является ведущим направлением, которое требует тщательного изучения и дальнейшего развития. Однако недостаточно изученными остаются вопросы воздействия лазерного излучения на костные структуры.

Также достаточно интересным и перспективным методом лечения является фотодинамическая терапия (ФДТ). К настоящему моменту разработана и широко применяется методика использования ФДТ для лечения гнойных ран мягких тканей, однако в доступной русскоязычной и иностранной литературе не встречается упоминания о применении ФДТ при гнойных заболеваниях кисти, в связи с чем представляет определенный интерес анализ литературных

данных о воздействии полупроводниковых лазеров на раны в области кисти.

Очевидно, что дифференцированные лечебно-диагностические алгоритмы, основанные на выборе способов хирургического лечения в связке с последующей послеоперационной фотодинамической терапией и восстановительным лечением, позволят улучшить непосредственные и отдаленные результаты лечения (что имеет крайне высокую значимость, учитывая функцию кисти).

РАЗВИТИЕ ГНОЙНОЙ ХИРУРГИИ КИСТИ

Гнойные заболевания кисти на протяжении многих лет занимали особое место в медицинской практике. Хирургическое лечение этой патологии имеет собственную историю и претерпело за последние столетия серьезные изменения.

До начала XX столетия первоочередной задачей при лечении гнойных заболеваний кисти было предупреждение распространения инфекции. Для спасения жизни больного выполняли ампутацию или вскрывали гнойный очаг разрезом без учета анатомических и физиологических особенностей кисти, что приводило к инвалидизирующим рубцам, нарушающим функции кисти [7].

Основоположником отечественной гнойной хирургии кисти принято считать русского хирурга В.Ф. Войно-Ясенецкого, который настаивал на «устранении напряжения тканей», считая, что «все пути распространения нагноения и все затеки должны систематически быть прослежены строго анатомическими разрезами» [8].

Огромный шаг вперед сделала гнойная хирургия кисти в период между двумя мировыми войнами, когда были проанализированы и объединены главные ее принципы, были открыты пути распространения инфекции на кисти, демонстрирующие необходимость вскрытия не только первичного очага, но и затеков [3, 5, 9].

Эволюция хирургии кисти проходила и в годы Великой Отечественной войны, и в послевоенный период – ампутация кисти составила всего 0,7 % из всех причин инвалидности того времени. В эту эпоху огромный вклад в хирургию кисти сделали советские хирурги, в частности Е.В. Усольцева, разработавшая способы «комплексного функционального лечения», что значительно повлияло на результаты функционального лечения хирургических заболеваний кисти [9].

В дальнейшем отечественные хирурги не оставляли попыток улучшить результаты лечения пациентов, изобретая и модифицируя различные способы оперативного лечения, послеоперационного ведения таких пациентов, привнося огромный научный и практический вклад в мировую кистевую хирургию.

ЭТИОЛОГИЯ ГНОЙНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КИСТИ

Частота острых гнойных заболеваний пальцев кисти среди лиц различного пола и возраста

неодинакова. По данным В.А. Попова, В.В. Воробьева [10], они наблюдались у 62–71 % мужчин и у 26,9–38 % женщин. Большинство острых гнойных заболеваний кисти приходится на средний возраст. А.В. Мелешечич и С.А. Павлович [11] в 79,6 % случаев отмечали развитие панариция в 16–40 лет, из них 34,9 % случаев приходилось на возраст 21–30 лет. Аналогичные сведения о возрастном распределении больных приводят и другие авторы [12, 13, 14].

Гнойные заболевания пальцев и кисти имеют широкий спектр причин возникновения, однако среди них выделяют инфекционную, механическую и сосудистую теорию. Однако, без сомнения, каждый индивидуальный случай следует рассматривать как преобладающее воздействие одного из факторов, а влияние других патогенетических причин формирует индивидуальную картину заболевания. По мнению большинства авторов [15, 16 и др.], в качестве пускового механизма вначале всегда присутствует травма кожи кисти, бактериальное загрязнение и инфицирование очага повреждения бактериальной флорой. Нередко флора многокомпонентна, но присутствует высоковирулентный, преобладающий возбудитель. Многие ученые отводят ведущую роль в развитии гнойного очага стафилококку (*S. aureus*, *S. epidermidis*). Сравнительное изучение микрофлоры гнойных ран за 30 лет (1969–1999 гг.), проведенное V.V. Madrid, R.L. Herrera, подтверждает, что золотистый стафилококк является одним из важнейших возбудителей инфекций [18]. Исследования других авторов также подтверждают, что стафилококк чаще всего высевается в монокультуре – от 50,0 до 93,0 % случаев [5, 14, 19]. Грамотрицательная флора представлена, главным образом, синегнойной палочкой (*Pseudomonas aeruginosa*), протеем (*Proteus vulgaris* и *mirabilis*) и кишечной палочкой (*Escherichia coli*), выявляемой значительно реже [19].

По данным исследователей, большинство инфекций являются смешанными – аэробно-анаэробными [19, 20]. По результатам работ С.И. Пылаевой, J.C. Goldstein-Ellie, возросшая роль грамотрицательной флоры и аэробно-анаэробных ассоциаций обусловлена улучшением лабораторных возможностей [21, 22].

КЛАССИФИКАЦИЯ ГНОЙНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КИСТИ

Существует огромное количество классификаций гнойных заболеваний кисти, различающихся между собой незначительно. Однако в настоящее время общепринятой является отечественная классификация Г.П. Зайцева [11], разработанная в 1938 г. и несколько усовершенствованная кафедрой А.П. Чадаева [5, 14, 18], которая подразделяет панариций согласно анатомической локализации гнойника, что обуславливает тактику лечения и дальнейшие прогнозы восстановления функции и используется во многих странах мира: – Поверхностные формы панариция.

1. Кожный панариций.
 2. Паронихия.
 3. Подногтевой панариций.
 4. Подкожный панариций.
 5. Фурункул (карбункул) тыла пальца.
- Глубокие формы панариция.
1. Костный панариций.
 2. Сухожильный панариций.
 3. Суставной панариций.
 4. Костно-суставной панариций.
 5. Пандактилит.

Согласно данной классификации, флегмоны кисти подразделяются на виды также согласно анатомическим особенностям клетчаточных пространств кисти:

1. Межпальцевая (комиссуральная) флегмона.
2. Флегмона области тенара.
3. Флегмона области гипотенара.
4. Надапоневротическая флегмона срединного ладонного пространства.
5. Подапоневротическая флегмона срединного ладонного пространства (поверхностная и глубокая).
6. Флегмона тыла кисти.
7. Перекрестная (U-образная) флегмона кисти с поражением пространства Пирогова – Парона.

Однако классические флегмоны с поражением изолированно только одного клетчаточного пространства встречаются редко. В своих работах М.С. Алексеев в 59 % случаев наблюдал одновременное поражение нескольких клетчаточных пространств кисти или же комбинацию флегмоны кисти с той или иной формой панариция или гнойной патологией пястно-фалангового сустава. В своей научной работе [4] он выделил еще два вида флегмон кисти: сочетанные и комбинированные.

ТЕХНИКА ОПЕРАЦИЙ НА КИСТИ

Вскрытие панариция – важная операция, требующая взвешенного и рационального подхода, так как чрезмерно большой разрез на пальцах кисти может стать причиной рубцовых контрактур, ограничивающих функцию пальца. Оперативный доступ при любом гнойном процессе должен обеспечивать снятие напряжения тканей, удаление гноя и проведение радикальной некрэктомии [3, 4, 5].

Объем некрэктомии при операциях при панарициях отличается в зависимости от тяжести поражения. Так, при поверхностных формах некрэктомия выполняется максимально щадящими методами, хирурги стараются минимально травмировать сухожилия и суставные капсулы, крайне внимательно относятся к изоляции сосудисто-нервных пучков, бережно обходят надкостницу. При глубоких поражениях тканей кисти объем некрэктомии существенно расширяется, как и объем ревизии окружающих тканей, тщательно, различными методами удаляются костные секвестры, хотя при начальных формах костного панариция многие авторы

некрсеквестрэктомии на кости не производят [10, 11]. Однако другие авторы считают, что отсутствие некрсеквестрэктомии препятствует купированию воспалительного процесса и может привести к вторичному секвестрированию [12, 13, 14].

Оперативные доступы для лечения флегмон кисти отличаются широким разнообразием и зависят от локализации и типа флегмоны. Рассечение тканей – это начальный и незаменимый этап лечения, после которого гнойный очаг должен иссекаться по типу первичной хирургической обработки, кроме того, оперативный доступ должен обеспечивать возможность выполнения некрэктомии [3, 5, 7]. Несмотря на многообразие оперативных доступов, большинство авторов признают, что полноценное удаление некротических тканей в гнойном очаге является главным условием успешного хирургического лечения панариция и флегмон кисти.

С 1980 г. принято считать порочной практику дренирования гнойных ран марлевыми тампонами, резиновыми выпускниками из перчаточной резины. Заслуга усовершенствования лечения гнойно-воспалительных заболеваний кисти принадлежит отечественным ученым. Впервые глухой шов раны успешно применен Г.П. Зайцевым [11] при костном панариции. Преимуществами глухого шва раны многие авторы считают сокращение сроков лечения в 2–3 раза, упрощение ведения послеоперационного периода, сведение к минимуму числа ампутаций, улучшение функциональных результатов лечения [7, 12, 21]. Позже А.П. Чадаев предложил использовать полихлорвиниловые трубки для создания адекватного оттока экссудата из раны и санации ее растворами антисептиков. Огромный вклад в усовершенствование дренажно-промывных систем внес М.С. Алексеев, описавший в своей работе различные системы из трубок, позволяющие обеспечить максимальный отток и доступ для струйного введения антисептика [4]. В англоязычных источниках опыта применения ушивания ран кисти при острых гнойных заболеваниях, как и понятия «дренажно-промывная система», мы не встретили. Однако зарубежные ученые широко используют методы открытого ведения послеоперационных ран с использованием различных вспомогательных методик (плазмолитерапия, ведение ран в условиях жидкой среды, криотерапия, вакуумная терапия и др.) [1, 2, 19, 23 и др.]

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УГЛЕКИСЛОТНОГО ЛАЗЕРА В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ МЯГКИХ ТКАНЕЙ

Среди многочисленных хирургических приемов, предложенных для некрэктомии с последующим наложением швов, одним из наиболее эффективных оказалось использование углекислого лазера [25]. Впервые лазерное излучение использовано для некрэктомии, удаления раневого детрита, воздействия

на микрофлору раневой поверхности в конце 1970-х годов [3, 6]. Основным преимуществом высокоэнергетического лазерного излучения, применяемого для очищения ран от гнойных некротических масс, является деконтаминация раневой поверхности, образование биологической пленки (барьера), препятствующей проникновению микроорганизмов вглубь подлежащих тканей [26, 27].

Изучая действие лазерного излучения на биологические ткани, авторами установлено, что лазерный луч высокой мощности может быть использован в хирургии в качестве «светового» скальпеля. В точке соприкосновения сфокусированного лазерного луча с биологической тканью создается высокая температура, достигающая нескольких сот градусов. В результате такой концентрации тепловой энергии происходит мгновенное вскипание и испарение тканевых структур, что обеспечивает бесконтактное рассечение тканей [28]. Лазерный луч обладает фотокоагулирующими свойствами и стерилизующим действием на ткани. Вследствие этого рассечение тканей осуществляется бескровно, а поверхность разреза остается абсолютно стерильной. При использовании углекислотного лазера в лечении больных с гнойно-воспалительными заболеваниями и гнойными ранами мягких тканей воздействие на ткани происходит без механического контакта путем испарения некротических тканей с одновременным гемостазом и стерилизацией раневой поверхности [29, 30]. В процессе такой некрэктомии вместе с некротическим субстратом происходит удаление из раны и содержащейся в ней микрофлоры, что снижает уровень микробной обсемененности раны [31].

О стерилизующем эффекте углекислотного лазера на поверхность гнойных ран указывают в своих работах и другие авторы [31, 32].

Б.М. Хромов [30] считает, что при действии лазеров на биологические ткани возникают характерные изменения морфологических структур, в которых можно выделить следующие зоны: 1) зона поверхностного коагуляционного некроза, 2) зона геморрагического отека, 3) зона дистрофических изменений клеток. Автором отмечен хороший гемостатический эффект лазерного излучения, однако коагуляции подвергаются лишь сосуды диаметром до 2 мм. Более крупные сосуды нуждались в дополнительной перевязке, так как лазерное излучение в этих случаях экранировалось кровью, поступающей в рану из пересеченного сосуда, вследствие чего в этих случаях гемостаз недостаточный.

О.К. Скобелкин, Е.И. Брехов [6, 31] использовали в своей работе методику активного хирургического лечения гнойных ран с применением углекислотного лазера на высоте фазы экссудативного воспаления. Гнойный очаг вскрывали обычным скальпелем, далее выполняли некрэктомия углекислотным лазером высокой мощности, после чего накладывали первичный

швов в сочетании с дренированием и длительной активной санацией антисептиками в послеоперационном периоде.

В.М. Чегин и соавт. [32] считают, что наиболее благоприятным окончанием операции является наложение первичных швов с обязательным дренированием и промыванием ран в течение 4–5 суток. При открытом ведении ран после лазерного воздействия рекомендуют уделить повышенное внимание профилактике вторичного инфицирования.

В гнойной хирургии разработаны различные методики использования высокоэнергетических лазеров. Так, Ю.В. Стручков и соавт. [33] предлагают вскрывать гнойный очаг сфокусированным лучом, а далее проводить обработку раны расфокусированным лучом. Таким образом, при воздействии CO₂-лазера снижаются некоторые патогенные свойства микрофлоры, в частности отмечается снижение резистентности к антибактериальным препаратам и антисептикам.

В лечении гнойников небольших размеров (фурункулов, карбункулов, нагноившийся эпителиальный копчиковый ход и др.), гнойных артритов CO₂-лазер может быть использован в качестве скальпеля, позволяя создать щадящий доступ или иссечь очаг в пределах здоровых тканей [34, 35] и завершить операцию наложением глухого шва.

Ряд авторов сообщает о применении углекислотного лазера в лечении хронического остеомиелита [35]. Воздействие на секвестрированный участок костной ткани лучом лазера приводило к полноценной его санации, что позволяло выполнить наложение первичного шва, сочетая его с дренированием и промыванием раны. Данная методика позволила в большинстве случаев добиться первичного заживления ран, а следовательно, сократить сроки лечения.

Кроме того, воздействие лазерного излучения на ткани раны позволяет избежать формирования плотных рубцов, келоидной ткани [36], что нашло отражение в работах не только отечественных хирургов, но и зарубежных [35, 37]. Приведенные сведения об использовании «светового» скальпеля в различных областях гнойной хирургии свидетельствуют о широких возможностях и несомненной перспективности данного метода лечения также и в хирургии гнойных заболеваний кисти.

Однако зачастую закрытие раневого дефекта по ряду причин невозможно. В таких случаях становится актуальным поиск новых способов ведения открытых ран.

ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ В ЛЕЧЕНИИ ГНОЙНЫХ РАН

В настоящее время во всем мире интенсивно развивается новая медицинская технология – фотодинамическая терапия (ФДТ).

Термин фотодинамическая реакция был введен Н. von Tarpeiner в 1904 г. для описания специфической

фотохимической реакции, которая приводит к гибели биологических систем в присутствии света, красителя, поглощающего световое излучение, и кислорода [39].

Основной механизм действия ФДТ заключается в том, что при взаимодействии фотосенсибилизатора и кванта света через каскад фотохимических реакций образуются активные формы кислорода, которые, повреждая мембрану клетки и ее внутренние структуры, приводят к гибели клеток. ФДТ первоначально разрабатывалась как метод лечения злокачественных новообразований, но она также эффективна и при гнойной патологии [40, 41].

Фотодинамическая терапия – перспективный и патогенетически обоснованный метод лечения гнойных заболеваний, которые объединены некрэктомией как единым принципом лечения. Морфологические исследования продемонстрировали, что при лечении гнойных ран с использованием ФДТ очищение ран от фибринозно-гнойного экссудата и элементов термического струпа происходит наиболее полно и быстро, что связано со стерилизацией раны, ослаблением нарушений в микроциркуляторном русле и стимуляцией репаративных процессов [42]. Это создает условия, способствующие более раннему и активному формированию грануляционной ткани [43].

Среди эффектов ФДТ можно выделить бактерицидное и бактериостатическое ее воздействие на рану [41, 44]. В результате гибели бактериальных клеток снижается количество продуктов жизнедеятельности бактерий, вследствие чего уменьшаются некротические очаги и количество гнойного отделяемого, после чего активизируется фагоцитоз, что влияет на ускоренное очищение раны, улучшается местная микроциркуляция, и усиливаются последовательные репаративные процессы: макрофагальная реакция, синтез коллагена, рубцевание и эпителизация, секреция цитокинов и факторов роста [44–47].

Опыт отечественных и зарубежных ученых демонстрирует существенные преимущества фотодинамической терапии: отсутствие повреждений здоровой ткани, низкий уровень болевого синдрома, отсутствие риска развития кровотечения, возможность комбинированного применения с другими методами лечения, при необходимости существует возможность выполнения повторных сеансов без существенного риска развития осложнений [47]. Отдельного внимания заслуживает доказанный противовирусный эффект ФДТ – в работах отечественных ученых отмечается, что в 94–98 % случаев после сеанса происходит полная эрадикация вируса папилломы человека.

П.И. Толстых в своих работах отмечает, что эффективность ФДТ не зависит от спектра чувствительности патогенных микроорганизмов к антибиотикам. Она оказалась губительной даже для антибиотикорезистентных штаммов золотистого стафилококка, кишечной и синегнойной палочек и других микроорганизмов [48–50]. У патогенных

микроорганизмов не появляется устойчивости к ФДТ [51–54]. Повреждающее действие ФДТ на микроорганизмы вызывается синглетным кислородом и свободными радикалами. Именно поэтому развитие резистентности к губительному действию ФДТ на микроорганизмы маловероятно [53]. При этом фотодинамическое повреждение носит локальный характер, а бактерицидный эффект лимитируется зоной лазерного облучения сенсibilизированных тканей, это позволяет избежать при местной ФДТ побочного эффекта, наблюдаемого при применении антибиотиков и антисептиков для лечения хирургической инфекции [52].

При ФДТ с аппликационным применением фотосенсибилизатора развития некроза не происходит, поэтому вероятность глубокого повреждения тканей раны, а, следовательно, и функционально-значимых структур двигательного аппарата кисти, отсутствует [47].

Считается, что оптимальный фотосенсибилизатор должен быстро выводиться из организма пациентов, иметь высокое поглощение в инфракрасном диапазоне спектра (700–900 нм), однородный химический состав и высокую селективность накопления в патологических тканях. Препарат также не должен быть фототоксичным в терапевтических дозах [53, 54, 55].

В последние годы количество работ по изучению фотодинамического эффекта на гнойные раны существенно возросло, существенно расширился спектр фотосенсибилизаторов [56], появились их различные формы (как для местного применения, так и для внутривенного введения), изучаются новые длины волн лазерных аппаратов для проведения фотодинамической терапии [57, 58, 59], что указывает на определенную перспективность применения этой технологии в гнойной хирургии кисти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Техника лечения гнойных заболеваний пальцев и кисти на протяжении многих лет претерпевала множество изменений. В настоящее время достигнуты определенные успехи по применению углекислотного лазера и фотодинамической терапии в гнойной хирургии. Однако ранее ФДТ не применялась в комплексном лечении гнойных заболеваний кисти. Также отсутствует единая тактика оперативного лечения гнойных заболеваний пальцев кисти с применением углекислотного лазера. Это составляет определенный интерес для дальнейшего развития этого направления с целью улучшения результатов лечения пациентов с этой непростой проблемой.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Baldin A.V., Telich Tarriba J.E., Arroyo F.I., et al.* Diagnóstico y tratamiento de las infecciones agudas de mano. *Acta Médica Grupo Ángeles*. 2018; 16 (1): 87–91.
2. *Bernada I., Berroa F., Gil M.P.* Diagnóstico a primera vista. Infección crónica en la mano. *Enfermedades Infecciosas y*

- Microbiología Clínica*. 2017; 35 (2): 125–126. DOI: 10.1016/j.eimc.2015.06.009
3. Крайнюков П.Е., Матвеев С.А. Хирургия гнойных заболеваний кисти. Руководство для врачей. Учебное пособие. М.: Планета; 2016: 272 с.
 4. Семенова Т.В., Кузнецов Н.А., Алексеев М.С. Специфическая хирургическая инфекция. Клиническая хирургия: национальное руководство: в 3 т. Т. 1. Под ред. В.С. Савельева, А.И. Кириенко. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008: 760–798.
 5. Чадаев А.П., Гостищев В.К., Ковалев А.И. Гнойные заболевания пальцев и кисти. Гнойно-некротические заболевания стопы. *Хирургическая пропедевтика*. М.; 2007.
 6. Брехов Е.И. и др. Влияние мощности углекислотного лазерного излучения на скорость рассечения и морфологические изменения тканей. *Актуальные вопросы клинической и экспериментальной медицины*. М.; 1973.
 7. Буткевич А.Ц. Хирургическое лечение глубоких форм панариция с применением дренажно-промывных систем и первичного шва. *Дисс. ... канд. мед. наук*. М.; 1987.
 8. Войно-Ясенецкий В.Ф. Очерки гнойной хирургии. М.: Медгиз; 1946.
 9. Усольцева Е.В., Машкара К.И. Хирургия заболеваний и повреждений кисти. Л.: Медицина; 1986: 51 с.
 10. Попов В.А., Воробьев В.В. Панариций. Л.: Медицина; 1986.
 11. Зайцев Г.П. Острая гнойная инфекция кисти и пальцев рук (панариций). М.: Медгиз; 1938.
 12. Гостищев В.К. Оперативная гнойная хирургия. М.: Медицина; 1996.
 13. Houshian S., Seyedipour S., Wedderkopp N. Epidemiology of bacterial hand infections. *International Journal of Infectious Diseases* 2006; 10 (4): 315-319 <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2005.06.009>
 14. Чадаев А.П., Алексеев М.С., Гаджикеримов Т.А., Гармаев А.Ш. Комплексное лечение гнойно-воспалительных заболеваний кистевого сустава. *Российский медицинский журнал*. 2008; 4: 33–42.
 15. Кош Р. Хирургия кисти. Пер. с венг. Будапешт; 1966: 511.
 16. Любский А.С., Алексеев М.С., Любский А.А., Бровкин А.Е. Ошибки и осложнения при оказании медицинской помощи больным с гнойно-воспалительными заболеваниями пальцев и кисти. *Лечащий врач*. 2000; 3: 62.
 17. Madrid V.V., Herrera R.L. Changes in the phage typing patterns of *Staphylococcus aureus* strains at Concepcion, Chile, in the last 30 years. *Microbios*. 1999; 97 (387): 75–83.
 18. Чадаев А.П., Климиашвили А.Д. Современные методики местного медикаментозного лечения инфицированных ран. *Хирургия*. 2003; 1: 54–56.
 19. Gesslein M. Palm phlegmon. There is treatment need. *Fortschr Med*. 2005; 147 (3): 64.
 20. Goldstein E.J., Citron D.M., Goldman P.J., Goldman R.J. National hospital survey of anaerobic culture and susceptibility methods: III. *Anaerobe*. 2008; 14 (2): 68–72.
 21. Пыляева С.И., Гординская Н.А., Кувакина Н.А. Микробиологическая характеристика посттравматической бактериальной инфекции с участием анаэробной флоры. *Травматология и ортопедия*. 2001; 1: 192–193.
 22. Daigeler A., Lehnhardt M., Helwing M., et al. Differential diagnosis of "sterile" phlegmonous hand infections. *Der Chirurg; Zeitschrift für Alle Gebiete der Operativen Medizin*. 2006; 77 (11): 1040–1045.
 23. Bailey D. The infected hand. London: Lewis&Co; 1963: 263–268.
 24. Bunnell S. Surgery of the hand. Rev. by I.H. Boyes, 5th ed. Philadelphia, Toronto: J.B. Lippincott Company; 1970: 613–631.
 25. Дербенев В.А., Раджабов А.А., Гусейнов А.И., Исмаилов Г.И. Оценка эффективности использования лазерного излучения для подготовки обширных гнойных ран мягких тканей к пластическим операциям. *Лазерная медицина*. 2018; 22 (4): 28–33.
 26. Вишняков В.В., Талаев В.Н., Атлашкин Д.Н. Оценка эффективности использования СО₂-лазера в хирургическом лечении больных острым средним отитом с выпотом. *Лазерная медицина*. 2019; 23 (2): 22–26.
 27. Галанкин В.Н., Боцманов К.В. Об особенностях заживления ран после повреждения тканей лучом СО₂ лазера. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*. 1979; 10: 463–465.
 28. Вертьянов В.А., Стручков Ю.В., Гапагов Ф.М. Применение лазерного луча при лечении гнойной раны. В кн.: *Асептика и антисептика*. М.; 1979: 41–42.
 29. Хромов Б.М. Лазеры в экспериментальной хирургии. М.; 1973: 192.
 30. Михайлуков Р.Н. Возможности использования высокоэнергетического лазерного излучения при лечении ран. *Экспериментальная и клиническая хирургия*. 2015; 2: 25–28.
 31. Скобелкин О.К., Дербенев В.А., Великий П.Я. Применение углекислотного лазера при лечении острого гнойного лактационного мастита. *Разработка и использование оптических изобретений в области хирургии*. Ашхабад: Ылым; 1984: 44–45.
 32. Скобелкин О.К., Чегин В.М., Великий П.Я. Сравнительная оценка результатов лечения больных с острыми гнойными лактационными маститами. *Клиническая хирургия*. 1988; 1: 21–23.
 33. Стручков В.И., Гостищев В.К., Стручков Ю.В. Хирургическая инфекция. М.: Медицина, 1991: 560 с.
 34. Елисеенко В.И., Скобелкин О.К., Брехов Е.И. Морфология гнойной раны при лечении углекислотным лазером. *Архив патологии*. 1984; 46 (9): 56–62.
 35. Дербенев В.А., Гусейнов А.И., Раджабов А.А. Лечение гнойных артритов с использованием лазерных технологий. *Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 160-летию ГБКУЗ ЯО «Городская больница имени Н.А. Семашко»*. Под ред. А.Б. Ларичева. Ярославль; 2018: 102–106.
 36. Данилин Н.А., Курдяев И.В., Абдулаева С.В. Оценка клинических результатов хирургического лечения келоидных и гипертрофических рубцов с использованием лазера. *Лазерная медицина*. 2019; 23 (4): 28–38.
 37. Ruhullaevich T.O., Salimovich M.A. Improved results of treatment of purulent wounds with complex use of photodynamic therapy and CO₂ laser in the experiment. *European science*. 2016; 2: 185–189.
 38. de Toledo Stuaní V., Sant'Ana A.C.P., Greggi S.L.A., et al. Recurrent pyogenic granuloma treatment by feeder vessel cauterization with high power diode laser. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol*. 2017; 29 (4): 390–394.
 39. Странадко Е.Ф. Исторический очерк развития фотодинамической терапии. *Лазерная медицина*. 2002; 6 (1): 4–8.

40. Шин Е.Ф., Елисеенко В.И., Дуванский В.А. Влияние фотодинамической терапии с фотосенсибилизатором, комплексированным с амфифильными полимерами, на репаративные процессы экспериментальных огнестрельных ран. *Лазерная медицина*. 2019; 23 (3): 50–54.
41. Шин Е.Ф., Елисеенко В.И., Дуванский В.А. Влияние фотодинамической терапии с фотосенсибилизатором, комплексированным с амфифильными полимерами, на микрофлору экспериментальных огнестрельных ран. *Лазерная медицина*. 2018; 22 (3): 34–37.
42. Шин Е.Ф., Дуванский В.А., Елисеенко В.И. Фотодинамическая терапия экспериментальных огнестрельных ран мягких тканей. *Лазерная медицина*. 2017; 21 (1): 33–38.
43. Коробоев У.М., Тепляшин А.С., Странадо Е.Ф. и др. Способ лечения гнойных заболеваний мягких тканей с использованием фотосенсибилизатора «фотосенс» и источников света – лазерного или нелазерного. *Лазерная медицина*. 1999; 3 (3–4): 80–82.
44. Дуванский В.А. Фотодинамическая терапия и по-терапия в комплексном лечении больных с трофическими язвами венозного генеза. *Лазерная медицина*. 2004; 8 (1–2): 3–4.
45. Дуванский В.А., Попова Е.А. Первый опыт применения фотодинамической терапии в комплексном лечении дуоденальных язв. *Лазерная медицина*. 2004; 8 (3): 217.
46. Дуванский В.А., Елисеенко В.И. Эндоскопическая фотодинамическая терапия дуоденальных язв. *Лазерная медицина*. 2006; 10 (2): 10–14.
47. Рябов М.В., Михалева Л.В., Странадо Е.Ф. и др. Перспективы клинического применения ФДТ для лечения заболеваний шейки матки. *Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии*. 2020; 19 (6): 34–40.
48. Коробоев У.М., Толстых М.П., Дуванский В.А., Усманов Д.Н. Изучение антибактериальной активности фотодинамической терапии в эксперименте. *Лазерная медицина*. 2001; 5 (2): 27–29.
49. Толстых П.И., Клебанов Г.И., Шехтер А.Б. и др. Антиоксиданты и лазерное излучение в терапии ран и трофических язв. М.: Издательский дом «Эко»; 2006: 238–241.
50. Толстых П.И., Дербенев В.А., Кулешов И.Ю. и др. Лазерная фотодинамическая терапия гнойных ран с фотосенсибилизатором хлоринового ряда. *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2010; 12: 17–22.
51. Megna M., Fabbrocini G., Marasca C., Monfrecola G. Photodynamic therapy and skin appendage disorders: A review. *Skin Appendage Disord*. 2017; 2 (3–4): 166–176. DOI: 10.1159/000453273
52. Dehghan Esmatabadi M.J., Bozorgmehr A., Hajjari S.N., et al. Review of new insights into antimicrobial agents. *Cell Mol Biol*. 2017; 63 (2): 40–48. DOI: 10.14715/cmb/2017.63.2.6
53. Гаджиев Э.А., Елисеенко В.И. Морфологические особенности заживления гнойной раны при традиционном способе лечения и потенцировании ее сеансами местного воздействия импульсно-индукционным магнито- и низкоинтенсивным лазерным излучением. *Лазерная медицина*. 2009; 13 (3): 35.
54. Morris R.L., Azizuddin K., Lam M., et al. Fluorescence resonance energy transfer reveals a binding site of photosensitizer for photodynamic therapy. *Cancer Res*. 2003; 6: 5194–5197.
55. Филоненко Е.В., Серова Л.Г. Фотодинамическая терапия в клинической практике. *Biomedical Photonics*. 2016; 5 (2): 26–37.
56. Volanti C., Matroule J.Y., Piette J. Involvement of oxidative stress in NF-kappaB activation in endothelial cells treated by photodynamic therapy. *Photochem Photobiol*. 2002; 75: 36–45.
57. Позднякова Н.В., Белых Д.В., Худяева И.С. и др. Водорастворимые комплексы метилпиррофоефорбида-α с белками-носителями для фотодинамической терапии. *Онкологический журнал*. 2018; 1 (1): 75–79.
58. Костюков А.А., Позднякова Н.В., Шевелев А.Б. и др. Комплексы альфа-фетопротейна и сывороточного альбумина с бискарбоцианиновым красителем. *Химия высоких энергий*. 2017; 51 (3): 248–250.
59. Дербенев В.А., Азимшоев А.М., Шарифов А.Д. Фотодитазин в комплексном лечении гнойных ран. *Российский биотерапевтический журнал*. 2007; 6 (2): 14.

REFERENCES

- Baldin A.V., Telich Tarriba J.E., Arroyo F.I., et al. Diagnóstico y tratamiento de las infecciones agudas de mano. *Acta Medica Grupo Ángeles*. 2018; 16 (1): 87–91.
- Bernada I., Berroa F., Gil M.P. Diagnóstico a primera vista Infección crónica en la mano. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 2017; 35 (2): 125–126. DOI: 10.1016/j.eimc.2015.06.009
- Krainyukov P.E., Matveev S.A. Surgery of purulent diseases of the hand. A guide for physicians. Tutorial. Moscow: Planeta; 2016: 272. [In Russ.].
- Semenova T.V., Kuznetsov N.A., Alekseev M.S. Specific surgical infection. Clinical Surgery: National Guidelines: in 3 volumes. Vol. 1. Moscow: GEOTAR-Media; 2008: 760–798. [In Russ.].
- Chadaev A.P., Gostishchev V.K., Kovalev A.I. Purulent diseases of the fingers and hands. Purulent-necrotic diseases of the foot. *Khirurgicheskaya propedevtika*. Moscow; 2007. [In Russ.].
- Brekhov E.I. et al. Influence of the power of carbon dioxide laser radiation on the rate of dissection and morphological changes in tissues. *Aktual'nye voprosy klinicheskoy i eksperimental'noy meditsiny*. Moscow; 1973. [In Russ.].
- Butkevich A.Ts. Surgical treatment of deep forms of panaritium using drainage and washing systems and a primary suture. *Dissertation thesis of candidate of medical sciences*. Moscow; 1987. [In Russ.].
- Voino-Yasenetsky V.F. Essays on purulent surgery. Moscow: Medgiz, 1946. [In Russ.].
- Usoltseva E.V., Mashkara K.I. Surgery for diseases and injuries of the hand. Leningrad: Meditsina; 1986: 51. [In Russ.].
- Popov V.A., Vorobiev V.V. Panaritium. Leningrad: Meditsina; 1986. [In Russ.].
- Zaitsev G.P. Acute purulent infection of the hand and fingers (panaritium). Moscow: Medgiz; 1938. [In Russ.].
- Gostishchev V.K. Operative purulent surgery. Moscow: Meditsina; 1996. [In Russ.].
- Houshian S., Seyedipour S., Wedderkopp N. Epidemiology of bacterial hand infections. *International Journal of Infectious Diseases* 2006; 10 (4): 315-319 <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2005.06.009>

14. Chadaev A.P., Alekseev M.S., Gadzhikerimov T.A., Garmayev A.Sh. Complex treatment of purulent-inflammatory diseases of the wrist joint. *Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal*. 2008; 4: 33–42. [In Russ.].
15. Kosh R. Surgery of the hand. Budapest; 1966: 511. [In Russ.].
16. Lyubsky A.S., Alekseev M.S., Lyubsky A.A., Brovkin A.E. Errors and complications in the provision of medical care to patients with purulent inflammatory diseases of the fingers and hands. *Lechashchiy vrach*. 2000; 3: 62. [In Russ.].
17. Madrid V.V., Herrera R.L. Changes in the phage typing patterns of *Staphylococcus aureus* strains at Concepcion, Chile, in the last 30 years. *Microbios*. 1999; 97 (387): 75–83.
18. Chadaev A.P., Klimiashvili A.D. Modern methods of local medical treatment of infected wounds. *Khirurgiya*. 2003; 1: 54–56. [In Russ.].
19. Gesslein M. Palm phlegmon. There is treatment need. *Fortschr Med*. 2005; 147 (3): 64.
20. Goldstein E.J., Citron D.M., Goldman P.J., Goldman R.J. National hospital survey of anaerobic culture and susceptibility methods: III. *Anaerobe*. 2008; 14 (2): 68–72.
21. Pylyayeva S.I., Gordinskaya N.A., Kuvakina N.A. Microbiological characteristics of post-traumatic bacterial infection with the participation of anaerobic flora. *Travmatologiya i ortopediya*. 2001; 1: 192–193. [In Russ.].
22. Daigeler A., Lehnhardt M., Helwing M., et al. Differential diagnosis of “sterile” phlegmonous hand infections. *Der Chirurg; Zeitschrift für Alle Gebiete der Operativen Medizin*. 2006; 77 (11): 1040–1045.
23. Bailey D. The infected hand. London: Lewis&Co; 1963: 263–268.
24. Bunnell S. Surgery of the hand. Rev. by I.H. Boyes, 5th ed. Philadelphia, Toronto: J.B. Lippincott Company; 1970: 613–631.
25. Derbenev V.A., Radzhabov A.A., Guseinov A.I., Ismailov G.I. Evaluation of the effectiveness of using laser radiation to prepare extensive purulent wounds of soft tissues for plastic surgery. *Lazernaya meditsina*. 2018; 22 (4): 28–33. [In Russ.].
26. Vishnyakov V.V., Talalaev V.N., Atlashkin D.N. Evaluation of the efficiency of using a CO₂-laser in the surgical treatment of patients with acute otitis media with effusion. *Lazernaya meditsina*. 2019; 23 (2): 22–26. [In Russ.].
27. Galankin V.N., Botsmanov K.V. On the features of wound healing after tissue damage by a CO₂ laser beam. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny*. 1979; 10: 463–465. [In Russ.].
28. Vertyanov V.A., Struchkov Yu.V., Gapagov F.M. The use of a laser beam in the treatment of purulent wounds. In: *Aseptics and antiseptics*. Moscow; 1979: 41–42. [In Russ.].
29. Khromov B.M. Lasers in experimental surgery. Moscow; 1973: 192. [In Russ.].
30. Mikhailusov R.N. Possibilities of using high-energy laser radiation in the treatment of wounds. *Eksperimental'naya i klinicheskaya khirurgiya*. 2015; 2: 25–28. [In Russ.].
31. Skobelkin O.K., Derbenev V.A., Velikiy P.Ya. The use of a carbon dioxide laser in the treatment of acute purulent lactational mastitis. *Development and use of optical inventions in the field of surgery*. Ashgabat: Ilym; 1984: 44–45. [In Russ.].
32. Skobelkin O.K., Chegin V.M., Velikiy P.Ya. Comparative evaluation of the results of treatment of patients with acute purulent lactational mastitis. *Klinicheskaya khirurgiya*. 1988; 1: 21–23. [In Russ.].
33. Struchkov V.I., Gostishchev V.K., Struchkov Yu.V. Surgical infection. Moscow: Meditsina; 1991: 560. [In Russ.].
34. Eliseenko V.I., Skobelkin O.K., Brekhov E.I. The morphology of a purulent wound during treatment with a carbon dioxide laser. *Arkhiv patologii*. 1984; 46 (9): 56–62. [In Russ.].
35. Derbenev V.A., Guseinov A.I., Radzhabov A.A. Treatment of purulent arthritis using laser technology. *Materialy Vserossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posvyashchennoy 160-letiyu GBKUZ YaO «Gorodskaya bol'nitsa imeni N.A. Semashko»*. Yaroslavl; 2018: 102–106. [In Russ.].
36. Danilin N.A., Kurdyayev I.V., Abdulaeva S.V. Evaluation of the clinical results of surgical treatment of keloid and hypertrophic scars using a laser. *Lazernaya meditsina*. 2019; 23 (4): 28–38. [In Russ.].
37. Ruhullaevich T.O., Salimovich M.A. Improved results of treatment of purulent wounds with complex use of photodynamic therapy and CO₂ laser in the experiment. *European science*. 2016; 2: 185–189.
38. de Toledo Stuaní V., Sant'Ana A.C.P., Greggi S.L.A., et al. Recurrent pyogenic granuloma treatment by feeder vessel cauterization with high power diode laser. *J Oral Maxillofac Surg Med Pathol*. 2017; 29 (4): 390–394.
39. Stranadko E.F. Historical sketch of the development of photodynamic therapy. *Lazernaya meditsina*. 2002; 6 (1): 4–8. [In Russ.].
40. Shin E.F., Eliseenko V.I., Duvansky V.A. Effect of photodynamic therapy with a photosensitizer complexed with amphiphilic polymers on the reparative processes of experimental gunshot wounds. *Lazernaya meditsina*. 2019; 23 (3): 50–54. [In Russ.].
41. Shin E.F., Eliseenko V.I., Duvansky V.A. Effect of photodynamic therapy with a photosensitizer complexed with amphiphilic polymers on the microflora of experimental gunshot wounds. *Lazernaya meditsina*. 2018; 22 (3): 34–37. [In Russ.].
42. Shin E.F., Duvansky V.A., Eliseenko V.I. Photodynamic therapy of experimental gunshot wounds of soft tissues. *Lazernaya meditsina*. 2017; 21 (1): 33–38. [In Russ.].
43. Koraboev U.M., Teplyashin A.S., Stranadko E.F., et al. Method for the treatment of purulent diseases of soft tissues using the photosensitizer “photosens” and light sources – laser or non-laser. *Lazernaya meditsina*. 1999; 3 (3–4): 80–82. [In Russ.].
44. Duvansky V.A. Photodynamic therapy and no-therapy in the complex treatment of patients with trophic ulcers of venous origin. *Lazernaya meditsina*. 2004; 8 (1–2): 3–4. [In Russ.].
45. Duvansky V.A., Popova E.A. The first experience of using photodynamic therapy in the complex treatment of duodenal ulcers. *Lazernaya meditsina*. 2004; 8 (3): 217. [In Russ.].
46. Duvansky V.A., Eliseenko V.I. Endoscopic photodynamic therapy of duodenal ulcers. *Lazernaya meditsina*. 2006; 10 (2): 10–14. [In Russ.].
47. Ryabov M.V., Mikhaleva L.V., Stranadko E.F., et al. Prospects for the clinical application of PDT for the treatment of diseases of the cervix. *Voprosy ginekologii, akusherstva i perinatologii*. 2020; 19 (6): 34–40. [In Russ.].
48. Koraboev U.M., Tolstykh M.P., Duvansky V.A., Usmanov D.N. Study of the antibacterial activity of photodynamic therapy

- in experiment. *Lazernaya meditsina*. 2001; 5 (2): 27–29. [In Russ.].
49. Tolstykh P.I., Klebanov G.I., Shekhter A.B., et al. Antioxidants and laser radiation in the treatment of wounds and trophic ulcers. Moscow: Publishing House "Eko"; 2006: 238–241. [In Russ.].
50. Tolstykh P.I., Derbenev V.A., Kuleshov I.Yu., et al. Laser photodynamic therapy of purulent wounds with a chlorin series photosensitizer. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2010; 12: 17–22. [In Russ.].
51. Megna M., Fabbrocini G., Marasca C., Monfrecola G. Photodynamic therapy and skin appendage disorders: A review. *Skin Appendage Disord*. 2017; 2 (3–4): 166–176. DOI: 10.1159/000453273
52. Dehghan Esmatabadi M.J., Bozorgmehr A., Hajjari S.N., et al. Review of new insights into antimicrobial agents. *Cell Mol Biol*. 2017; 63 (2): 40–48. DOI: 10.14715/cmb/2017.63.2.6
53. Gadzhiev E.A., Eliseenko V.I. Morphological features of the healing of a purulent wound with the traditional method of treatment and its potentiation with sessions of local exposure by pulsed-inductive magnetic and low-intensity laser radiation. *Lazernaya meditsina*. 2009; 13 (3): 35. [In Russ.].
54. Morris R.L., Azizuddin K., Lam M., et al. Fluorescence resonance energy transfer reveals a binding site of photosensitizer for photodynamic therapy. *Cancer Res*. 2003; 6: 5194–5197.
55. Filonenko E.V., Serova L.G. Photodynamic therapy in clinical practice. *Biomedical Photonics*. 2016; 5 (2): 26–37. [In Russ.].
56. Volanti C., Matroule J.Y., Piette J. Involvement of oxidative stress in NF-kappaB activation in endothelial cells treated by photodynamic therapy. *Photochem Photobiol*. 2002; 75: 36–45.
57. Pozdnyakova N.V., Belykh D.V., Khudyaeva I.S., et al. Water-soluble complexes of methylpyropheophorbide- α with carrier proteins for photodynamic therapy. *Onkologicheskiy zhurnal*. 2018; 1 (1): 75–79. [In Russ.].
58. Kostyukov A.A., Pozdnyakova N.V., Shevelev A.B., et al.

Complexes of alpha-fetoprotein and serum albumin with a biscarbocyanine dye. *Khimiya vysokikh energiy*. 2017; 51 (3): 248–250. [In Russ.].

59. Derbenev V.A., Azimshoev A.M., Sharifov A.D. Photoditazin in the complex treatment of purulent wounds. *Rossiyskiy bioterapevticheskiy zhurnal*. 2007; 6 (2): 14. [In Russ.].

Конфликт интересов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах

Чепурная Юлия Львовна – врач-хирург, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 4 Департамента здравоохранения г. Москвы»; e-mail: julya.chepurnaya@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6299-6315>

Мелконян Георгий Геннадьевич – доктор медицинских наук, профессор, главный врач ГБУЗ «Городская клиническая больница № 4 Департамента здравоохранения г. Москвы»; профессор кафедры хирургии ФГБОУ ДО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России; e-mail: gkb4@zdrav.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7234-4185>

Гульмурадова Наргис Ташпулатовна – доктор медицинских наук, врач-хирург, ГБУЗ «Городская клиническая больница № 4 Департамента здравоохранения г. Москвы»; e-mail: ngulmuradova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8704-8194>

Сорокин Алексей Александрович – кандидат медицинских наук, врач-ортопед, не работает в настоящее время, e-mail: alexey.sorokin@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7480-0700>

Information about authors

Chepurnaya Julia – MD, Surgeon, Municipal Clinical Hospital N 4; e-mail: julya.chepurnaya@bk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6299-6315>

Melkonyan Georgy – MD, Professor, Chief Physician of the City Clinical Hospital No. 4 of the Moscow Department of Health; Professor of the Department of Surgery, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Russian Medical Academy of Continuing Professional Education" of the Ministry of Health of Russia; e-mail: gkb4@zdrav.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7234-4185>

Gulmuradova Nargis – MD, Dr. Sc. (Med.), Surgeon, Municipal Clinical Hospital N 4; e-mail: ngulmuradova@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8704-8194>

Sorokin Aleksey – PhD, orthopedic surgeon, currently not working, e-mail: alexey.sorokin@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7480-0700>

ТРЕБОВАНИЯ К СТАТЬЕ И ЕЕ ОФОРМЛЕНИЮ

1. К публикации принимаются статьи, содержащие результаты оригинальных исследований, а также обзорно-аналитические материалы объемом не более 12–15 стр.
2. Оригинальность текста должна составлять не менее 80 %.
3. Предоставление статьи в редакцию происходит через сайт журнала <https://goslasmed.elpub.ru/jour/> или e-mail: journal@goslasmed.ru. Автору, ответственному за контакты с редакцией, необходимо пройти на сайте журнала процедуру регистрации, после чего появляется техническая возможность направить статью в редакцию через специальную форму. Публикация статей в журнале бесплатная.
4. Самоцитирование авторов статьи: возможно не более двух ссылок на работы каждого автора статьи.
5. Для набора текста, формул и таблиц следует использовать редактор Microsoft Word для Windows. Параметры текстового редактора: все поля по 2 см; шрифт – Times New Roman, размер – 12; межстрочный интервал – 1,5; выравнивание – по ширине; абзацный отступ – 1 см; ориентация листа – книжная.
6. Все визуальные объекты должны быть предоставлены в формате *jpeg* или *png*. Рисунки необходимо пронумеровать, у каждого рисунка должно быть название (например, Рисунок 1. *Название рисунка*). Любые рисунки (в том числе графики и диаграммы) должны быть одинаково информативными как в цветном, так и черно-белом виде. Не допускаются сканированные объекты.
7. Таблицы размещаются в самой статье. У каждой таблицы должен быть номер и название (например, Таблица 3. *Название таблицы*). Не допускаются сканированные объекты.
8. Оформление метаданных статьи: 1) полное название статьи; 2) И.О., фамилия (полностью) автора статьи, должность; если авторов статьи несколько, то информация повторяется для каждого автора на русском и английском языках; 3) место выполнения работы: кафедра, факультет, название вуза или института и клиники; 4) город, страна.
9. Текст Статьи должен быть разбит на рубрики, заголовки должны быть подписаны: Резюме (Abstract); Ключевые слова (Key words); Введение (Introduction); Литературный обзор (Literature Review); Цель исследования (Objective); Материалы и методы (Materials and methods); Результаты (Results); Обсуждение (Discussion); Заключение (Conclusions); Благодарности, если есть (Acknowledgements); Литература (References).
10. **Требования к оформлению статьи**

Резюме (Abstract) – оптимальный объем 150–200 слов на русском языке. В случае несоответствия требованию издательство оставляет за собой право частичного изменения, сокращения или увеличения объема резюме.

Резюме должно включать в себя следующие разделы:

- а) актуальность и целесообразность исследования проблемы (краткое и лаконичное описание актуальности исследуемой проблемы);
- б) цель статьи;
- в) ведущий метод к исследованию проблемы (если статья эмпирическая) / ведущий подход к исследованию проблемы (если статья теоретическая);
- г) авторские результаты (что выявлено, обосновано, раскрыто, разработано, доказано в статье)
- д) практическая и теоретическая значимость полученных результатов

Ключевые слова (Key words) – 5–7 слов по сути статьи. Ключевые слова отделяются друг от друга запятой. Обязательна ссылка на статью для цитирования.

Введение (Introduction) должно содержать:

- а) формулирование гипотезы исследования;
- б) формулирование цели и задач данного исследования.

Литературный обзор (Literature Review) должен содержать:

- а) введение (определите тему и укажите причины ее выбора; также можно отметить в целом возникающие тенденции, проблемы и темы);
- б) основная часть (рассмотрите ваши источники; вы можете выстроить свой комментарий (рассмотрение вопроса) в хронологическом, тематическом или методологическом порядке);
- в) заключение (обобщите основные публикации, оценивая текущее положение и указывая на недостатки в методологии, пробелы в исследовании, противоречия и направления для дальнейшего исследования);

В обзоре литературы необходимо ссылаться только на узнаваемые источники – не более 30 (статьи, индексируемые Scopus, Web of Science, E-library и др.). Статьи по возможности указываются с номером DOI, книги и прочие публикации, доступные онлайн, – со ссылкой на режим доступа.

Раздел «Материалы и методы» (Materials and methods) должен включать:

- а) обозначение экспериментальной базы и выборки исследования;
 - б) Подробное, и в то же время лаконичное, описание каждого метода и методики в отдельности (отдельными абзацами);
 - в) краткое описание схемы эксперимента.
- Результаты (Results):
- а) представляются только экспериментальные данные;
 - б) все рисунки и таблицы должны быть с пояснениями, в которых обозначена ссылка на ту или иную таблицу или рисунок;
 - в) сформулированы все ключевые статистические данные (количество выборок, индекс дисперсии, уровни и др.);

г) в тексте следует использовать только общепринятые сокращения (аббревиатуры); при этом полный термин, вместо которого вводится сокращение, следует расшифровать при первом упоминании его в тексте (не требуют расшифровки стандартные единицы измерения и символы).

В раздел «Обсуждение» (Discussion) надо добавить:

- а) краткий обзор вашего исследования;
- б) краткое описание наиболее значимых результатов, которые были выявлены в разделе «Результаты» (Results), и их сравнение с другими исследованиями, посвященными примерной тематике, выделение проблемных зон, отсутствие некоторых аспектов.

Раздел «Заключение» (Conclusion) состоит:

- а) из краткого представления проблемы исследования, авторских результатов, полученных в ходе исследования;
- б) из обобщения выводов исследования (каждый пункт должен быть посвящен ответу на задачи, представленные в разделе «Введение» (Introduction), или быть аргументом для доказательства положений гипотезы (если есть), которые были обозначены во «Введении» (Introduction);

Информация о гранте, финансировании, субсидиях (если есть), а также благодарности, если они есть, помещаются в конце статьи перед разделом «Литература» в раздел «Благодарности» (Acknowledgements).

Раздел «Литература» (References):

В самом тексте следует указывать только номер ссылки в квадратных скобках арабскими цифрами, ссылки нумеруются в порядке цитирования. Использование автоматических постраничных ссылок не допускается. Список литературы должен содержать не менее половины источников, опубликованных за последние пять лет, иностранных источников – не менее 15. Обязательно использование статей, опубликованных в базах Scopus и Web of Science за последние пять лет.

11. Процедура отбора статьи для публикации

Все статьи, поступающие в редакцию, проходят многоступенчатое рецензирование, замечания рецензентов направляются автору без указания имени рецензентов через личный кабинет на сайте журнала. После получения рецензий и ответов автора редколлегия принимает решение о публикации (или отклонении) статьи. Редакция оставляет за собой право отклонить статью с направлением автору мотивированного отказа в письменной форме. Очередность публикации статей устанавливается в соответствии с редакционным планом издания журнала.

Редакция журнала оставляет за собой право сокращать и редактировать материалы статьи. Небольшие

исправления статистического, номенклатурного или формального характера вносятся в статью без согласования с автором.

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

12. Представление статьи для публикации в журнале подразумевает согласие авторов с опубликованными правилами.

13. Авторские права

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

14. Метаданные авторов необходимо дополнительно внести в отдельную электронную форму; автор должен сообщить о себе следующие сведения: ученая степень, ученое звание, ORCID, место работы (полное наименование), должность. Необходимо указать рабочий телефон, e-mail.

15. Образец оформления статьи можно посмотреть по ссылке <https://goslasmed.elpub.ru/jour/about/submissions#authorGuidelines>

ISSN 2071-8004 (Print)

ISSN 2686-8644 (Online)

Материалы направляются в редакцию:

<https://goslasmed.elpub.ru/jour/>

e-mail: journal@goslasmed.ru

Контакты для авторов:

+7 (499) 249-36-52, +7 (495) 661-01-85

e-mail: journal@goslasmed.ru

121165, Москва, ул. Студенческая, д. 40

ФГБУ «ГНЦ ЛМ ФМБА России», редакция журнала «Лазерная медицина»

ЛАЗЕРНЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ АППАРАТЫ

Аппарат на CO₂-лазере «Л'Мед-1»

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

Высокий уровень результатов для клиник и центров любого уровня.



Аппараты на диодных лазерах серии «Лазермед»

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

Большие возможности для клиник любого уровня.

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



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

Аппарат лазерный хирургический полупроводниковый «Лазермед-30».
Регистрационное удостоверение № ФСП 2010/06776 от 17.03.2017 г.

